

Lublin, 23.10.2015

dr hab. Magdalena Frąc, prof. IA PAN
Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego
Polskiej Akademii Nauk
Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina
Laboratorium Mikrobiologii Molekularnej i Środowiskowej
ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Moniki Kowalskiej-Wentel
**pt. „Fermentacja metanowa wysłodków buraczanych po hydrolizie termiczno-
enzymatycznej”**

(promotor: prof. dr hab. Józef Stanisław Szopa

promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Ziemiński)

1. Ocena problematyki badawczej rozprawy

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Moniki Kowalskiej-Wentel związana jest z rozwijaną od wielu lat w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej tematyką dotyczącą poszukiwania nowych metod zagospodarowania odpadów organicznych oraz optymalizacji procesu fermentacji metanowej. Głównym celem badań Doktorantki była intensyfikacja procesu fermentacji metanowej wysłodków buraczanych poprzez zastosowanie wstępnej hydrolizy termiczno-enzymatycznej lignocelulozy występującej w tym substracie.

Niekorzystny wpływ spalania ropy naftowej, gazu ziemnego czy węgla na stan środowiska naturalnego wymusza pilną potrzebę rozwoju niskoemisyjnych, bezpiecznych dla środowiska i zmierzających do zagospodarowania odpadów,

technologii energetycznych. Wysłodki buraczane, stanowiące produkt uboczny przemysłu cukrowniczego należą do odpadów lignocelulozowych, które w ostatnich latach coraz częściej wykorzystywane są w krajach UE do produkcji biopaliw, w tym biogazu. Jednakże ze względu na utrudniony rozkład, konieczne jest poszukiwanie i optymalizacja technologii wstępnej obróbki tego typu odpadów w celu zwiększenia efektywności produkcji biogazu. Chociaż w ostatnich latach prowadzone są intensywne prace badawcze w zakresie wstępnej obróbki odpadów lignocelulozowych (m.in. fizycznej, fizykochemicznej, chemicznej i biologicznej) duża różnorodność surowców lignocelulozowych oraz różnice w ich właściwościach fizycznych i chemicznych sprawiają, że obróbka tych odpadów wciąż należy do nierozwiązanych problemów naszego kraju. Stawia to przed nauką poważne wyzwanie, dotyczące opracowania najlepszych i najskuteczniejszych w naszych warunkach metod degradacji tych odpadów, w celu zwiększenia efektywności w momencie ich wykorzystania do produkcji biopaliw.

Biorąc pod uwagę powyższe względy oraz aktualne trendy zagospodarowania odpadów lignocelulozowych uważam podjęcie przez Panią mgr inż. Monikę Kowalską-Wentel badań ukierunkowanych na tą problematykę za celowe i w pełni uzasadnione.

2. Formalna analiza rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa ma typowy układ dla tego typu opracowań. Liczy ona 188 stron maszynopisu łącznie z literaturą, obejmującą aż 250 pozycji (w większości z ostatnich 10-ciu lat), z czego większość to opracowania anglojęzyczne,

zawiera 40 tabel i 67 rysunków. Praca podzielona jest na rozdziały typowe dla rozpraw naukowych z zakresu badań eksperymentalnych. Dysertacja zawiera 7 głównych rozdziałów, które zostały bardzo szczegółowo opracowane i podzielone na liczne podrozdziały. Praca obejmuje także krótkie streszczenie w języku polskim i angielskim. Tytuł ocenianej pracy doktorskiej jest precyzyjny i w pełni odpowiada jej treści. Drobne potknięcia językowe, m.in. skróty myślowe czy błędy interpunkcyjne zaznaczyłam w treści pracy. Dokumentacja licznych wyników przygotowana została starannie.

3. Merytoryczna analiza pracy

Pierwszy rozdział pracy stanowi „Wstęp”, który obejmuje wprowadzenie czytelnika w tematykę rozprawy i znaczenie prowadzonych badań. Podkreślić należy aplikacyjny charakter badań, z uwagi na to, że praca powstała w wyniku współpracy z firmą Südzucker Polska S.A., która była zainteresowana opracowaniem parametrów fermentacji metanowej wyśłodków buraczanych. Efektem tej współpracy jest niniejsza rozprawa doktorska i zaproponowanie technologii przetwarzania biomasy lignocelulozowej (wyśłodków buraczanych) prowadzącej do uzyskania wysokich wydajności biogazu.

Omówienie dotychczasowego stanu wiedzy w temacie rozprawy, zebrane w rozdziale II, zatytułowanym „Część teoretyczna”, jest ciekawe i wyczerpujące. Ta część pracy obejmuje szczegółową charakterystykę procesu fermentacji metanowej, odpadów lignocelulozowych, a także znaczenie i metody wstępnej obróbki tych odpadów. Autorka skoncentrowała się na opisie aktualnej wiedzy, dotyczącej

mechanizmu fermentacji metanowej, przemian biochemicznych zachodzących podczas tego procesu, a także omówiła parametry wpływające na jego przebieg oraz kinetyczny model produkcji biogazu. W części teoretycznej scharakteryzowała również powstawanie i metody konserwacji wyśłodków buraczanych, metody ich zagospodarowania, a także podkreśliła ich znaczenie jako odpadów lignocelulozowych. W podrozdziale dotyczącym wstępnej obróbki odpadów lignocelulozowych Doktorantka skoncentrowała się głównie na hydrolizie termicznej, termiczno-ciśnieniowej i enzymatycznej, nie pomijając jednak innych metod kondycjonowania tych odpadów, takich jak rozdrobnienie mechaniczne, hydroliza kwasowa i alkaliczna czy ozonowanie.

Nie mam istotnych uwag do tej części pracy, spełnia ona swoje zadania poprzez dostarczenie informacji do dalszego swobodnego śledzenia pracy. Przedstawione informacje poparte są cytatami z aktualnej literatury naukowej. W tej części pracy sformułowanie bakterie metanowe, powinno być moim zdaniem zastąpione szerszym pojęciem „mikroorganizmy metanogenne”. Poza tym występują jedynie drobne błędy stylistyczne i językowe, które zaznaczyłam w tekście rozprawy.

Cel i zakres badań został dobrze sformułowany i osadzony w pracy. Cel rozprawy łączy dwa aspekty: poznawczy i aplikacyjny. Aspekt poznawczy dotyczy oceny wpływu uwolnionych produktów rozkładu lignocelulozy na przebieg i wydajność procesu fermentacji metanowej. Celem użytecznym jest określenie warunków hydrolizy termicznej i enzymatycznej wyśłodków buraczanych. Cel pracy sformułowany jest poprawnie, wyznaczając wyraźnie kierunek badań, a zakres pracy jest adekwatny do przyjętego celu badań.

Część doświadczalna, opisująca przeprowadzone eksperymenty oraz materiały i metody wykorzystane w badaniach, liczy 17 stron. Opis doświadczeń jest na tyle precyzyjny, że umożliwia ich ewentualne powtórzenie. Dobór metod oceniam jako prawidłowy i standardowo stosowany w tego typu badaniach.

W najbardziej obszernym rozdziale „Wyniki i dyskusja”, liczącym 93 strony, Autorka opisała rezultaty własnych doświadczeń i przedstawiła uzyskane wyniki na tle dostępnych danych literaturowych. Opis wyników jest ciekawy i stanowi bardzo dobrą część dysertacji. Autorka szczegółowo omówiła uzyskane wyniki i wnikliwie skomentowała rezultaty kolejnych doświadczeń, stanowiących logicznie zaplanowany ciąg badań, poczynając od składu chemicznego badanych surowców (wysłodków świeżych i kiszonych) poprzez kolejne fermentacje okresowe, analizę zawartości i jakości cukrów i kwasów uwolnionych w wyniku wstępnej obróbki odpadów, a skończywszy na ocenie wpływu hydrolizy termiczno-enzymatycznej na przebieg okresowej i półciągłej fermentacji metanowej. Jest to część pracy, w której Autorka na ogół prawidłowo, precyzyjnie i bardzo rzetelnie scharakteryzowała liczbowe efekty badań. Na podkreślenie zasługuje przejrzyste opracowanie wyników badań, w formie rysunków i szeregu czytelnych tabel oraz umieszczenie części rezultatów w tekście, co ułatwia ich konfrontowanie z treścią omówienia. W ramach przeprowadzonych badań Doktorantka wykazała, że hydroliza termiczno-enzymatyczna odpadów lignocelulozowych (wysłodków buraczanych) powoduje wyraźną intensyfikację procesu fermentacji beztlenowej, wskazując na możliwość efektywnego i bezpiecznego dla środowiska zagospodarowania odpadów i rozkładu substancji organicznych.

Autorka poświęciła jednak, moim zdaniem, zbyt mało uwagi ocenie statystycznej uzyskanych wyników. Przygotowując nieopublikowane części pracy do druku proponuję poddać wyniki bardziej szczegółowej analizie statystycznej, z wykorzystaniem np. analizy wariancji, testów istotności oraz określenia korelacji pomiędzy badanymi parametrami procesu fermentacji metanowej. Należy zwrócić uwagę na niekiedy niejasne i nieprecyzyjne stosowanie jednostek np. g s.m.o./L x d. Pozostałe drobne niedociągnięcia dotyczące tej części pracy zaznaczyłam w tekście rozprawy.

Kolejną część pracy stanowi rozdział zatytułowany „Podsumowanie i wnioski”. W tej części pracy Doktorantka dokonała syntezy uzyskanych wyników oraz sformułowała 10 wniosków, uwzględniając wszystkie aspekty prowadzonych badań. Uzyskane przez Doktorantkę rezultaty stanowią cenny wkład w badania nad optymalizacją procesu fermentacji metanowej wysłodków buraczanych. Doktorantka wykazała wzrost wydajności biogazu nawet o 75% i 61%, odpowiednio dla wysłodków świeżych i kiszonych poddanych hydrolizie termiczno-enzymatycznej, w odniesieniu do fermentacji okresowej wysłodków nie poddanych wstępnej obróbce. Wykazała również, że wzrost efektywności produkcji biogazu zależał od temperatury i czasu hydrolizy enzymatycznej oraz wstępnej obróbki mechanicznej (zmielenie) czy biochemicznej (zakiszenie) substratu. Doktorantka wykazała też, że zastosowanie preparatu wielo-enzymatycznego zapewniło lepszą wydajność procesu hydrolizy w stosunku do zazwyczaj stosowanych jedno-enzymatycznych preparatów komercyjnych.

Na końcu pracy znajduje się obszerny spis literatury, obejmujący najnowsze pozycje z zakresu fermentacji beztlenowej odpadów organicznych oraz ich wstępnego kondycjonowania.

4. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska jest oryginalnym osiągnięciem naukowym Doktorantki. Mgr inż. Monika Kowalska-Wentel podjęła w swojej rozprawie próbę rozwiązania istotnego problemu badawczego, dotyczącego kondycjonowania odpadów lignocelulozowych (wysłodków buraczanych) w celu zwiększenia wydajności wysokometanowego biogazu.

Doktorantka zaprezentowała dobrą znajomość teoretyczną problematyki rozprawy, wykazała umiejętność planowania i samodzielnego wykonywania badań naukowych, a także opracowania wyników i interpretacji uzyskanych rezultatów. Doceniam znaczny zakres badań i wysiłek, który Doktorantka musiała włożyć w przygotowanie rozprawy. Należy także docenić dorobek naukowy Doktorantki, która jest współautorem dwóch cytowanych w rozprawie doktorskiej publikacji naukowych posiadających impact factor. Drobne uwagi umieszczone w tekście pracy oraz zawarte w niniejszej recenzji nie umniejszają wartości rozprawy.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Moniki Kowalskiej-Wentel spełnia warunki wymagane Ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595), z późniejszymi zmianami z dnia 18 marca 2011 roku (Dz. U. Nr 84, poz. 455) i wnioskuję o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Z uwagi na to, że recenzowaną pracę uważam za wyróżniającą się pod względem ciekawej i aktualnej problematyki badawczej, kompleksowego charakteru badań oraz wysokiego poziomu naukowego i możliwości praktycznego zastosowania wyników stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

Magdalena Frzc

Lublin, 23.10.2015

dr hab. Magdalena Frąc, prof. IA PAN
Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego
Polskiej Akademii Nauk
Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina
Laboratorium Mikrobiologii Molekularnej i Środowiskowej
ul. Doświadczalna 4
20-290 Lublin

Uzasadnienie wniosku o wyróżnienie

pracy doktorskiej mgr inż. Moniki Kowalskiej-Wentel

pt. „Fermentacja metanowa wysłodków buraczanych po hydrolizie termiczno-enzymatycznej”

(promotor: prof. dr hab. Józef Stanisław Szopa

promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Ziemiński)

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Moniki Kowalskiej-Wentel związana jest z rozwijaną od wielu lat w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej tematyką dotyczącą poszukiwania nowych metod zagospodarowania odpadów organicznych oraz optymalizacji procesu fermentacji metanowej. Głównym celem badań Doktorantki była intensyfikacja procesu fermentacji metanowej wysłodków buraczanych poprzez zastosowanie wstępnej hydrolizy termiczno-enzymatycznej lignocelulozy występującej w tym substracie.

Podkreślić należy aplikacyjny charakter badań, z uwagi na to, że praca powstała w wyniku współpracy z firmą Südzucker Polska S.A., która była zainteresowana opracowaniem parametrów fermentacji metanowej wysłodków buraczanych. Efektem tej współpracy jest niniejsza rozprawa doktorska i zaproponowanie technologii

przetwarzania biomasy lignocelulozowej (wysłodków buraczanych) prowadzącej do uzyskania wysokich wydajności biogazu.

Doktorantka zaprezentowała dobrą znajomość teoretyczną problematyki rozprawy, wykazała umiejętność planowania i samodzielnego wykonywania badań naukowych, a także opracowania wyników i interpretacji uzyskanych rezultatów. Doceniam znaczny zakres badań i wysiłek, który Doktorantka musiała włożyć w przygotowanie rozprawy. Należy także docenić dorobek naukowy Doktorantki, która jest współautorem dwóch cytowanych w rozprawie doktorskiej publikacji naukowych posiadających impact factor.

Ze względu na podjęcie ciekawej i aktualnej problematyki badawczej, kompleksowy charakter badań oraz wysoki poziom naukowy i możliwość praktycznego zastosowania wyników uważam, że rozprawa doktorska zasługuje na wyróżnienie przez Radę Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej.

Magdalena Forec