Poznań, 5 stycznia 2019 r.

dr hab. inż. Wojciech J. Cichy, prof. ITD
Instytut Technologii Drewna
Zakład Bioenergii
ul. Winiarska 1, 60-654 Poznań

RECENZJA

rozprawy doktorskiej wykonanej przez mgr. inż. Hannę Waliszewską
pod kierunkiem dr hab. Magdaleny Zborowskiej
oraz po kierunkiem promotora pomocniczego dr inż. Damiana Janczaka
pod tytułem:
„Skład chemiczny i struktura surowców lignocelulozowych w aspekcie produkcji biogazu"

Podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo pana Dziekana Wydziału Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prof. dr hab. inż. Bartłomieja Mazeli z dnia 5 listopada 2018 roku o numerze WTD-4000-2/2015 przekazane wraz z egzemplarzem rozprawy doktorskiej mgr H. Waliszewskiej.

Przedmiot oceny

Przedmiotem oceny była rozprawa doktorska Pani mgr. inż. Hanny Waliszewskiej wykonana w Instytucie Technologii Chemicznej Drewna Wydziału Technologii Drewna Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Praca liczy 113 strony w tym 49 rysunków, 29 tabel, 175 pozycji literaturowych (w tym 3 odsyłacze do stron internetowych), streszczenie w języku polskim i streszczenie w języku angielskim, spis stosowanych skrótów i oznaczeń, spis rysunków oraz spis tabel.

Treść rozprawy doktorskiej ujęta jest w 6 głównych rozdziałach: Wprowadzenie, Część literaturowa, Cel pracy, Część doświadczalna, Podsumowanie badań surowców zbieranych w czasie i po wegetacji, Podsumowanie badań nad zmianami właściwości chemicznych surowców w wyniku fermentacji oraz w 11 podrozdziałów.

Praca przedstawiona do oceny zwiera wszystkie niezbędne w rozprawie naukowej elementy tzn. wprowadzenie (geneza) zagadnienia, przegląd literatury przedmiotu, sprecyzowany cel badań i zakres badań, opis przyjętej metodyki badań, dyskusja wyników, podsumowanie i wnioski końcowe. Doktorantka w specyficzny sposób potraktowała jeden z ważniejszych rozdziałów pracy – „Obserwacje i wnioski" umieszczając je jako podrozdział w rozdziale

„Podsumowanie badań nad zmianami właściwości chemicznych surowców w wyniku fermentacji". Zdaniem recenzenta waga tego rozdziału jest na tyle duża, że powinien znaleźć się w grupie rozdziałów głównych. Innym zastrzeżeniem do układu pracy jest umieszczenie w rozdziale „Cel pracy" informacji dotyczących zakresu prowadzonych badań. Zdaniem recenzenta nie odpowiada to treści tego rozdziału. Należało przedstawić nazwę tego rozdziału jako „Cel i zakres pracy lub wydzielić zakres pracy do osobnego rozdziału.

Ocena wyboru tematyki pracy

W efekcie prowadzonej przez Unię Europejską polityki klimatycznej, a w szczególności przyjętego przez Parlament Europejski w roku 2008 tzw. „pakietu 3 x 20", państwa członkowskie UE zostały zobowiązane do wypełnienia szeregu zadań mających na celu przeciwstawienie się globalnemu ociepleniu klimatu. Zadania te to: ograniczenie do 2020 roku emisji dwutlenku węgla o 20 procent, zmniejszenia zużycia energii o 20 procent, oraz wzrost zużycia energii ze źródeł odnawialnych do 20 procent. Problem z dotrzymaniem unijnych zobowiązań w tym zakresie spowodowany jest głównie strukturą polskiej energetyki i dominującą rolą energii uzyskiwanej ze spalania paliw kopalnych (głównie węgla kamiennego i brunatnego). W tej sytuacji zdecydowano by wykorzystanie biomasy roślinnej stanowiło jeden z podstawowych źródeł energii odnawialnej (OZE). Najpoważniejszym źródłem biomasy możliwym do wykorzystania jako nośnik energii są w Polsce rośliny uprawiane do celów przemysłowych a także odpady z szeroko rozumianej rolniczej produkcji roślinnej i odpady pochodzące z leśnictwa i drzewnictwa. Dodatkowym aspektem stosowania biomasy roślinnej, wobec problemów z rozbudową instalacji energetycznych opartych na energii wody, wiatru, słońca, czy też wnętrza ziemi jest fakt, że wykorzystanie materiałów roślinnych (ze względów ekonomicznych) umożliwia najszybciej wypełnienie przez Polskę międzynarodowych zobowiązań w zakresie produkcji energii elektrycznej i ciepła ze źródeł odnawialnych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdza się, że tematyka badań podjętych przez mgr Hannę Waliszewską wpisuje się precyzyjnie w aktualne potrzeby polskiej gospodarki i podstawy globalnej i krajowej polityki klimatycznej.

Ocena szczegółowa pracy

Zaproponowana przez Doktorantkę struktura opracowania spełnia formalne wymogi dla tego typu prac, przyjęte w monografiach dotyczących nauk przyrodniczych.

Poszczególne etapy rozprawy doktorskiej zostały ułożone w prawidłowy sposób, czego konsekwencją było logiczne przechodzenie w opisie badań przez kolejne jej fazy w efekcie tworząc logiczną całość. Dowodzi to przemyślanej koncepcji opracowania. Rozprawa została napisana w sposób prawidłowy pod względem językowym, jednakże nie ustrzeżono się kilku błędów, które jednakże nie obniżają wartości merytorycznej pracy.

Wnioski sformułowane na podstawie przeprowadzonych badań stanowią poprawną weryfikację treści opracowania, stanowiąc właściwą weryfikację założonych celów. Cytowana literatura jest bardzo obszerna i dobrze dobrana. Pochodzi głównie z ostatnich lat.

Wprowadzenie

W rozdziale tym Doktorantka wyjaśniła, na podstawie dokumentów i doniesień literaturowych dlaczego podjęcie tematyki związanej z otrzymywaniem biogazu z surowców roślinnych ma duże znaczenie dla polskiej gospodarki w ujęciu regionalnym a szczególnie dla zagadnień ochrony klimatu w aspekcie globalnym. Jednakże niektóre zawarte w tym rozdziale stwierdzenia budzą pewne kontrowersje.

Uwagi:

- na stronie 7 zapisano że: „Odkrycie paliw kopalnych spowodowało ograniczenie wykorzystania biomasy oraz wywołało niekorzystne zjawiska np. zmianę klimatu". Wykorzystanie paliw kopalnych np. węgla spowodowało odstąpienie od masowej wycinki drzew, których drewno przeznaczano tylko na cele energetyczne.
- Także stwierdzenie, że „Jednym z ważniejszych czynników przeciwdziałania tym zmianom jest wykorzystanie na dużą skalę zeroemisyjnych odnawialnych źródeł energii (OZE)" nie do końca jest prawdziwe. Tylko część odnawialnych źródeł energii takich jak energia wody, wiatru, słońca oraz energia wnętrza ziemi w 100% należą do źródeł zeroemisyjnych. Spalanie paliw wytwarzanych z biomasy roślinnej (stałych, ciekłych czy gazowych) powoduje w efekcie emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Przyjęto jedynie, że ze względu na relatywnie krótki cykl wytwarzania tych paliw (w odniesieniu do paliw kopalnych) spalanie biomasy roślinnej charakteryzuje się <u>w sensie bilansowym</u> zerową emisją CO_2.
- nie wyjaśniono, dlaczego na Wydziale Technologii Drewna w Instytucie Chemicznej Technologii Drewna prowadzone są badania nad energetycznym wykorzystaniem surowców niedrzewnych pochodzenia rolniczego.

Część literaturowa

W rozdziale tym Doktorantka przedstawiła przegląd dostępnej literatury w zakresie: 1/ metod pozyskiwania energii z biomasy roślinnej, ze szczególnym uwzględnieniem fermentacji metanowej; 2/ budowy chemicznej biomasy lignocelulozowej oraz jej składu chemicznego oraz wpływu tych czynników na wydajność biogazu w procesie fermentacji; 3/ wpływu stopnia rozwoju wybranych roślin energetycznych na ich wydajność biogazową; 4/ badań składu i właściwości pozostałości po procesie fermentacji (pofermentu).

Zakres informacji przedstawionych w tym rozdziale w pełni uzasadnia stwierdzenie, że Doktorantka posiada wiedzę teoretyczną w zakresie zagadnień przedstawionych w części doświadczalnej rozprawy.

Niestety opisując stan dostępnej wiedzy nie udało się autorce ustrzec większych i mniejszych uchybień.

- w rozdziale 1. Zabrakło szerszych informacji nt. najstarszego i najpowszechniej stosowanego w gospodarce sposobu wytwarzania energii z biomasy roślinnej – bezpośredniego spalania.
- w podrozdziałach dotyczących pirolizy, zgazowania i estryfikacji sporo jest nieprecyzyjnych sformułowań i niezręczności. W podrozdziale 1.2 zapisano np. „Powstała mieszanina gazów, która nazywana jest gazem wytwórczym lub gazem syntezowym stanowi paliwo opałowe". Zapewne Doktorantka chciała rozróżnić gaz wytwarzany i stosowany do celów grzewczych od paliw służących do zasilania silników spalinowych;
- Doktorantka opisując zalety produktów zgazowania podaje „wartość cieplną" wytworzonych gazów. Właściwym określeniem jest wartość opałowa tych gazów, ewentualnie ich ciepło spalania;
- w kolejnym podrozdziale napisano, że „Największą wydajność estryfikacji uzyskuje się z palmy olejowej ..., rzepaku ... oraz słonecznika ...". Ten niefortunny zapis sugeruje, że estryfikacji poddawane są całe rośliny a nie wytwarzany z nich olej;

W rozdziale 1. najlepiej opisany jest podrozdział poświęcony fermentacji metanowej, co wynika z faktu, że ta część studiów literaturowych bezpośrednio wiąże się z zakresem realizowanych prac badawczych. Doktorantka w wyczerpujący sposób przedstawiła wiedzę nt. przebiegu procesu fermentacji, jej poszczególnych faz, mikroorganizmów niezbędnych w

tym procesie oraz czynników środowiskowych wpływających na powstawanie biogazu. Opis substratów i kosubstratów stosowanych przy otrzymywaniu biogazu, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów lignocelulozowych stanowiących przedmiot badań w rozprawie także nie budzi zastrzeżeń. Rozdział został zakończony opisem możliwych zastosowań pozostałości po procesie fermentacji metanowej tzw. pofermentu.

Rozdziały 2 i 3 poświęcone zostały specyfice budowy chemicznej materiałów lignocelulozowych, a w szczególności roślinom, które zostały objęte badaniami. Doktoranta przedstawiła aktualny stan wiedzy w tym zakresie wskazując podatność poszczególnych składników na działanie bioorganizmów, a w szczególności na wytwarzanie z ich udziałem biogazu, a biometanu w szczególności.

W rozdziale 4 przedstawiono aktualny stan wiedzy nt. wpływu wieku zbieranych roślin na wydajność wytwarzanego przez bioorganizmy biogazu. Rozdział 5 poświęcony charakterystyce właściwości pozostałości pofermentacyjnej (tzw. pofermentu) dopełnił część literaturową pracy.

Część doświadczalna

Doktorantka dość szeroko opisała zarówno materiały użyte do zaplanowanych eksperymentów jak i metody jakie wykorzystała do realizacji zaplanowanych zadań.

Tutaj także nie ustrzeżono się kilku nieścisłości i uchybień.

Uwagi:

- przy opisie biofermentatora Doktorantka bardzo drobiazgowo opisała niektóre czynności (np. typ kleju wykorzystanego do mocowania złączek grodziowych) zupełnie pomijając informacje o innych elementach stanowiska badawczego mających bezpośredni wpływ na przebieg procesu (metoda analizy ilościowej i jakościowej powstającego biogazu). Zamieszczony schemat biofermentatora jest dość nieczytelny.
- w innym miejscu przy opisie analizy jakościowej i ilościowej cukrów (str. 38) cytując normę, z której zapożyczono metodę oznaczeń, nie podano jej wydawcy (w tym wypadku ASTM) oraz roku jej wydania (w tym wypadku 2015).
- opisana na stronie 42 metodyka analiz struktury celulozy i ligniny zawiera jedynie informacje nt. analiz ligniny (str. 42, 5 wiersz od góry). W opisie metodyki pominięto analizy celulozy;

- przedstawione na stronie 44 wzory reakcji chemicznych (13 i 14) zostały zamieszczone w sposób bardzo utrudniający ich przeczytanie;
- omawianie wyników badań Doktorantka rozpoczęła od krytycznej oceny podstawowych właściwości chemicznych surowców lignocelulozowych. Właściwości te określono jako zawartość składników głównych (holoceluloza, celuloza, pentozany, lignina) oraz składniki uboczne rozpuszczalne (w zimnej wodzie, w gorącej wodzie, w 1% NaOH, EtOH). Sytuacja taka ma miejsce w rozdziale 8, a w szczególności w tabelach 3, 7, 11, 15 i 19 i w towarzyszącym im tekście. Ze względu na fakt, że w alkaliach rozpuszczają się przede wszystkim hemicelulozy, trudno uznać by substancje rozpuszczalne w 1% NaOH można zaliczyć do składników ubocznych. Sugeruje się by podzielić oznaczane substancje na składniki główne (...) i składniki rozpuszczalne w zimnej i gorącej wodzie, 1% NaOH i EtOH.
- dużą wagę przy ocenie surowców Doktorantka przywiązuje do zawartości suchej masy. Rzeczywiście stwierdzono występowanie dużych różnic pomiędzy roślinami *Miscanthus* a roślinami *Sorghum*. W tym wypadku właściwsze byłoby opisanie tego parametru jako wilgotność w stanie powietrzno- suchym lub zawartość suchej masy w stanie powietrzno-suchym. Wskazana byłaby również próba wyjaśnienia tego zjawiska np. różnicami w budowie anatomicznej.
- w omówieniu zależności ilości uzyskanego biogazu od udziału substancji rozpuszczalnych w 1% NaOH niewłaściwie zinterpretowano uzyskane dane. Na podstawie wyznaczonego współczynnika determinacji (R^2=0,5545) stwierdzono bardzo dobre dopasowanie, podczas gdy dla takiej wartości tego parametru powinno być ono co najwyżej słabe (podrozdział 9.1.2., str. 67, Rys. 26).

Wnioski

Przedstawione w tym rozdziale wnioski stanowią podsumowanie przeprowadzonych prac doświadczalnych i odpowiadają na postawiony cel pracy. Nie budzą one zastrzeżeń pod względem merytorycznym.

Literatura

W rozdziale tym stwierdzono sporo uchybień:

- większość przywołanych pozycji książkowych bądź opracowań zwartych miało niewłaściwy opis bibliograficzny. Sytuacja taka miała miejsce w przypadku pozycji nr: 13,

16, 25, 27, 44, 51, 60, 63, 64, 71, 76, 93, 101, 110, 111, 120, 124, 126, 137, 142,148, 157,160, 163, 172;

- podobna sytuacja miała miejsce przy opisie cytowanych aktów prawnych, gdzie opisu dokumentu nie było wcale, bądź był on niepełny;
- w zestawieniu literatury nie zamieszczono cytowanych w tekście aktów normalizacyjnych;
- nie wszystkie pozycje literatury zamieszczone w spisie literatury zostały zacytowane w tekście rozprawy. Sytuacja taka miała miejsce w przypadku pozycji nr: 24, 26, 29, 41, 61,65, 101, 125, 144, 146, 161, 166.

Podsumowanie

Rozprawę doktorską przedstawioną do recenzji oceniam pozytywnie. Doktorantka udowodniła w niej, że potrafi wskazać istotny z punktu widzenia poznawczego problem badawczy, znaczący również w aspekcie ochrony klimatu; dokonała przeglądu i krytycznej oceny dostępnej wiedzy w tym zakresie; zaproponowała oryginalne rozwiązanie tego problemu w oparciu o tradycyjne i instrumentalne metody analityczne. Wykazała się także bardzo dobrym opanowaniem warsztatu analitycznego, w tym nowoczesnych technik instrumentalnych i umiejętnością prowadzenia doświadczeń w zakresie wytwarzania biogazu w procesach fermentacji metanowej.

Wymienione w recenzji uwagi o charakterze merytorycznym nie mają wpływu na wysoką ocenę pracy ale stanowić mogą podstawę do dyskusji.

Reasumując stwierdza się, że rozprawa doktorska mgr. inż. Hanny Waliszewskiej pod tytułem „Skład chemiczny i struktura surowców lignocelulozowych w aspekcie produkcji biogazu" spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U.2003.65.595 ze zm.).

Wobec powyższego wnoszę o dopuszczenie mgr. inż. Hanny Waliszewskiej do publicznej obrony.

Wojciech