

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL
pt. „**Fermentacja metanowa wysłodków buraczanych po hydrolizie termiczno-enzymatycznej**”
wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Józefa Stanisława Szopy jako promotora
oraz dr inż. Krzysztofa Ziemińskiego jako promotora pomocniczego
w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii
Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej, prof. dr hab. Marii KOZIOLKIEWICZ, z dnia 2 września 2015 r., zgodnie z uchwałą Rady Wydziału z dnia 25 listopada 2014 r.

2. Celowość podjęcia tematu

Odpady lignocelulozowe powstają w znacznych ilościach w leśnictwie i rolnictwie, a także w przemyśle drzewnym i papierniczym. Często poddaje się je spalaniu, choć można je stosować również jako dodatki do pasz albo też wytworzyć z nich biopaliwa lub substancje chemiczne.

Wysłodki buraczane, będące produktem ubocznym powstającym podczas ekstrakcji cukru z buraków cukrowych, należą do odpadów lignocelulozowych, które są zwykle zagospodarowywane w produkcji pasz. Wykazano jednak, że mogą one być wykorzystywane jako tani surowiec odpadowy niezwykle przydatny w biotechnologicznych procesach produkcji biogazu. Uwzględniając roczną wielkość produkcji cukru z buraków cukrowych i mając na uwadze, że w efekcie powstaje około 1,5 razy więcej odpadów w postaci wysłodków buraczanych, co w Unii Europejskiej daje około 14 milionów ton suchej masy tych odpadów rocznie, należy uznać wybór problemu naukowego podjętego w rozprawie doktorskiej mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL za aktualny i ważny dla gospodarki zarówno ze względów ekonomicznych, jak również z punktu widzenia ochrony środowiska.

Autorka recenzowanej rozprawy podjęła kompleksowe badania ukierunkowane na intensyfikację procesu fermentacji metanowej wysłodków buraczanych, czego efektem miała być wydajna technologia produkcji biogazu. W tym celu zastosowała m.in. wstępną hydrolizę termiczno-enzymatyczną lignocelulozy zawartej w wysłodkach. Uzasadnieniem takiego toku postępowania badawczego było pragmatyczne podejście do technologicznych problemów występujących podczas przeróbki odpadów lignocelulozowych w warunkach beztlenowych, wiążące się ze złożonością ich budowy. Ten aspekt stanowi także podstawowy atut ocenianej pracy doktorskiej, zrealizowanej w obszarze bardzo aktualnej tematyki naukowej i badawczo-rozwojowej, którą zainteresowany jest przemysł, między innymi firma Südzucker Polska S.A.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do recenzji praca doktorska liczy 188 stron maszynopisu, z czego 20 stron obejmuje wykaz 250 cytowanych publikacji naukowych, w większości (ponad 90%) w języku angielskim i na ogół

z ostatnich 10 lat. Doktorantka jest współautorką dwóch spośród zacytowanych prac (pozycje 87 i 120 w wykazie literatury), które zostały opublikowane w wysoko notowanych czasopiśmie z „listy filadelfijskiej”, wymienionych w części A wykazu czasopism naukowych MNiSW (*Bioresource Technology* – 45 punktów; *Waste Management* – 35 punktów).

W rozprawie wydzielono na początku spis treści oraz spis skrótów i oznaczeń, a następnie *Streszczenie* w języku polskim i *Abstract* w języku angielskim. Zasadnicza część pracy została podzielona na 7 części obejmujących: I. Wstęp, II. Część teoretyczną, III. Cel i zakres pracy, IV. Część doświadczalną, V. Wyniki i dyskusję, VI. Podsumowanie i wnioski oraz VII. Literaturę.

W rozbudowanej części teoretycznej (Cz. II) wydzielono 3 rozdziały: 1. Fermentacja metanowa, 2. Wsłodki buraczane, 3. Wstępna obróbka odpadów lignocelulozowych. Treść tych rozdziałów bazuje na aktualnych, prawidłowo dobranych doniesieniach literaturowych z zakresu omawianej tematyki i stanowi wyczerpujące wprowadzenie w problematykę będącą przedmiotem części eksperymentalnej pracy, której zasadniczym celem (sformułowanym przez Autorkę w Cz. III) była „intensyfikacja procesu fermentacji metanowej wsłodków buraczanych poprzez zastosowanie wstępnej hydrolizy termiczno-enzymatycznej lignocelulozy tego substratu”. Realizacja tak sformułowanego celu wymagała przeprowadzenia szeregu wielokierunkowych badań, których zakres i przebieg w szczegółowo opisanych (na ogół) etapach gwarantowały możliwość uzyskania wyników pozwalających na opracowanie i wprowadzenie do technologii różnych nowatorskich rozwiązań zwiększających jej efektywność.

W części doświadczalnej (IV) omówiono materiały i metodykę badań, przedstawiono stosowane, bardzo liczne metody analityczne (22 metody), sposób statystycznej analizy wyników, a także aparaturę, przebieg doświadczeń oraz kinetyczny model produkcji biogazu. Rozdział V „Wyniki i dyskusja” obejmuje 12 zagadnień będących przedmiotem analizy zależności zbadanych w recenzowanej rozprawie. Rozprawę zamykają: podsumowanie, 10 wyodrębnionych wniosków oraz wykaz literatury, o którym już pisałam.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Uważam, że tematyka rozprawy jest bardzo interesująca i aktualna – zarówno w aspekcie ochrony środowiska, jak również energetyki. Praca jest napisana poprawnie pod względem merytorycznym i jasno, z podziałem na logicznie ułożone rozdziały. Zrealizowany program badań jest niezwykle szeroki. Uzyskane wyniki zostały zawarte w obszernym rozdziale obejmującym 90 stron pracy, w którym zamieszczono 67 rysunków i 39 tabel (ostatnia tabela ma omyłkowo numer 40). Wyniki badań poszczególnych zależności zostały przedstawione w postaci czytelnych wykresów i zestawień tabelarycznych, których porównawczy charakter pozwala na wyciągnięcie prawidłowych wniosków.

W moim przekonaniu – zarówno ukierunkowanie badań, jak i ich zakres oraz sposób przedstawienia wskazują na twórcze podejście i znaczny wkład mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL do rozwiązania technologicznie trudnego i aktualnego problemu efektywnego wykorzystania wsłodków buraczanych gorszej jakości – nie jako materiału do produkcji paszy, lecz jako surowca w procesie fermentacji metanowej. Do ważnych atutów pracy zaliczam zastosowanie wielu metod badawczych, dokładny opis przebiegu badań i sposobu wykonywania doświadczeń, dobrze dobrany kinetyczny model produkcji biogazu, a także ciekawą dyskusję wyników badań własnych z wynikami uzyskanymi przez innych autorów.

Za główne osiągnięcia Doktorantki w ocenianej pracy uważam:

- Wykazanie, że świeże wsłodki buraczane nie są tak podatne na fermentację w warunkach beztlenowych, jak wsłodki kiszone, i że wydłużenie czasu kiszenia z 2 do 9 miesięcy prowadzi do istotnego zwiększenia (o 27%) wydajności biogazu podczas fermentacji;
- Wykazanie, że rozdrobnienie wsłodków powoduje istotny wzrost wydajności biogazu (o ponad 20%);

- Określenie wpływu warunków hydrolizy termicznej na rodzaj i ilość powstających produktów rozkładu biomasy badanych wysłodków buraczanych, tj. celulozy, hemicelulozy, pektyn i lignin;
- Udokumentowanie istotnej roli enzymów celulolitycznych, ksylanolitycznych i pektynolitycznych w przekształcaniu cukrów redukujących uwolnionych z wysłodków buraczanych;
- Wykazanie celowości stosowania w technologicznych procesach fermentacji metanowej wysłodków buraczanych połączenia wstępnej obróbki ciśnieniowo-termicznej z hydrolizą enzymatyczną (zarówno w procesach fermentacji okresowej, jak i półciągłej) – z uwagi na naruszenie w ten sposób trwałej struktury złożonego kompleksu lignocelulozowego wysłodków i uwolnienie z nich cukrów prostych, kwasów fenolowych i aldehydów.

5. Uwagi dyskusyjne i wątpliwości

Podczas lektury ocenianej rozprawy doktorskiej nasunęło mi się kilka pytań i wątpliwości:

- 1) Chciałabym się dowiedzieć, czy Doktorantka zastanawiała się nad możliwością dokonania zbiorczego, porównawczego przedstawienia pozytywnych i negatywnych efektów wpływających na wydajność produkcji biogazu z wysłodków buraczanych, ujawniających się przy zastosowaniu określonych zmian warunków prowadzenia procesów fermentacji i innych procesów dodatkowych?
- 2) Co oznaczają liczby rzymskie I i II w tabeli 4, w kolumnach opisanych jako: „Osad beztlenowy (inokulum)”?
- 3) Czy przeprowadzono analizę mikrobiologiczną osadów beztlenowych stanowiących inokulum w badaniach fermentacji metanowej wysłodków, które prowadzono w różnych latach?
- 4) Proszę o wyjaśnienie zależności podanej na stronie 86, że „im więcej kwasu masłowego, a mniej propionowego tym korzystniejszy jest przebieg tworzenia metanu”.

6. Uwagi szczegółowe i redakcyjne

- 1) W tekście występują dość często zbyt długie zdania, z niewłaściwą interpunkcją, a także niefortunne sformułowania, które są czasem istotne z merytorycznego punktu widzenia. Przykładowo, drugie zdanie we wniosku 3: „Natomiast najwyższe stężenie cukrów prostych – 8,124 mg/ml powoduje zastosowanie temperatury 160°C” jest niefortunne w kontekście przyczynowo-skutkowym. Z kolei we fragmencie ze str. 90 zbiegło się kilka niewłaściwych sformułowań: po pierwsze – nie „poprawia wydajność metanu”, a raczej „poprawia wydajność produkcji metanu”; po drugie – nie „redukcja cząstek odpadów” (czy też „redukcja cząstek słomy”), lecz ich wielkości (rozmiarów); po trzecie – raczej „zmniejszenie”, a nie redukcja. Uważam za niezbyt szczęśliwe stosowanie słowa „redukcja” w kontekście zmniejszenia ilości, wielkości czy też masy czegoś w pracach naukowych zawierających duży ładunek chemii (choć jest to praktyka dość powszechna), gdyż pojęcie „redukcja” ma w nich na ogół również znaczenie dużo ważniejsze i bardziej jednoznaczne – w kontekście reakcji chemicznych o takim charakterze.
- 2) Proszę zwrócić uwagę na brak konsekwencji w pisowni wielkich lub małych pierwszych liter w podpisach pod rysunkami (legendach).
- 3) Proszę unikać podawania wartości w tabelach (tabele 6-9 i dalsze) z dokładnością nieuzasadnioną w danych warunkach badań – np. z dokładnością do trzeciego, a nawet czwartego miejsca po przecinku.
- 4) W treści pracy występują dość liczne przeoczenia, błędy gramatyczne, stylistyczne, interpunkcyjne i literowe, których nie przytaczam (wskazałam przykłady Autorce); niektóre przyczyniają się do utraty logiki wywodu.

- 5) Staranność wymaga cytowanie prac w tekście; w zasadzie numeracja odpowiada kolejności cytowania, ale często zdarzają się przypadki, że między numerami kolejnymi występują numery publikacji występujących w wykazie cytowanych prac na późniejszych, znacznie oddalonych pozycjach.
- 6) Uwagi wymaga również opracowanie spisu literatury, w którym występują błędy w nazwiskach i tytułach cytowanych prac, a także brak konsekwencji w pisowni nazw czasopism – w pełnym brzmieniu lub w formie skróconej.
- 7) W przypadku przygotowywania publikacji na podstawie recenzowanej rozprawy doktorskiej (zwłaszcza w języku polskim), warto byłoby zwrócić baczniejszą uwagę na poprawność językową i dokładną korektę. Uwzględniając wysoki poziom prac już opublikowanych, wyrażam przekonanie, że ta sugestia zostanie wzięta pod uwagę i w pełni wykorzystana.

Uwagi przedstawione powyżej nie wpływają na moją generalnie wysoką ocenę wartości recenzowanej pracy, zwłaszcza osiągniętych przez Doktorantkę rezultatów o charakterze tak poznawczym, jak również aplikacyjnym, natomiast mogą być pomocne w Jej dalszej pracy naukowej. Uważam, że metodyka przeprowadzonych badań oraz analiza i dyskusja osiągniętych wyników są prawidłowe, a moje główne zastrzeżenia dotyczą raczej niedostatków redakcyjnych i formalnych, które mogły powstać w związku z liczbą problemów uwzględnionych w pracy oraz ich interdyscyplinarnością.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL pragnę podkreślić, że bardzo wysoko oceniam zarówno wkład Autorki w przedstawienie aktualnego stanu wiedzy na temat wykorzystania wysłodków buraczanych, zwłaszcza do produkcji biogazu z zastosowaniem fermentacji metanowej, jak i Jej wkład w poszerzenie tej wiedzy w aspekcie zastosowania fermentacji metanowej po uprzedniej hydrolizie termiczno-enzymatycznej. Chciałabym przy tym zwrócić szczególną uwagę na znaczenie aplikacyjne badań przeprowadzonych przez Doktorantkę.

Uwagi zamieszczone w recenzji mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na moją bardzo wysoką ocenę omawianej rozprawy doktorskiej. Uważam, że treści podane w rozprawie wskazują na szerokie spektrum ogólnej wiedzy teoretycznej Autorki i potwierdzają Jej umiejętność prowadzenia badań naukowych.

W moim przekonaniu, przedstawiona mi do recenzji praca doktorska mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL pt. „Fermentacja metanowa wysłodków buraczanych po hydrolizie termiczno-enzymatycznej”, wykonana w Instytucie Technologii Fermentacji i Mikrobiologii PŁ pod kierunkiem prof. dr hab. Józefa Szopy jako promotora oraz dr inż. Krzysztofa Ziemińskiego jako promotora pomocniczego, spełnia wszystkie warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r. (z późniejszymi zmianami). Wnioskuje o przyjęcie rozprawy przez Radę Wydziału Biotechnologii i Nauk o Żywności Politechniki Łódzkiej i dopuszczenie jej Autorki do publicznej obrony.

Jednocześnie – uwzględniając trafny wybór bardzo aktualnego zagadnienia, niezwykle szeroki zakres przeprowadzonych badań, osiągnięcia naukowe (zwłaszcza dwie współautorskie prace opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych), a także dojrzały sposób formułowania problemów badawczych oraz opracowania i dyskusji wyników badań przedstawionych w recenzowanej rozprawie, wnioskuje o wyróżnienie pracy doktorskiej mgr inż. Moniki KOWALSKIEJ-WENTEL.

B. Arakawa