

Szczecin, dnia 10.04.2019 r.

dr hab. inż. Andrzej Karbowy  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa  
Katedra Inżynierii Odnawialnych Źródeł Energii

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Agnieszki Graczyk – Pawlak**

**pt. „Wydajność biogazowni rolniczych w zależności od parametrów fizycznych i chemicznych substratów wysokoenergetycznych”**

### **1. Wprowadzenie**

Praca o powyższym tytule została wykonana w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym w Falentach Oddział w Poznaniu. Promotorem rozprawy doktorskiej jest: prof. dr hab. inż. Waław Romaniuk z Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach Oddział Warszawa oraz Promotorem pomocniczym: dr inż. Renata Myczko z Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, Oddział Poznań.

Ciągle rozpoznawanie i doskonalenie technik i technologii wytwarzania biogazu ma istotne znaczenie w związku z potrzebą zastępowania energii ze źródeł kopalnych tzw. Energią zieloną co wzmacnia efekt ochrony środowiska. Rozwój procesu inwestycyjnego związanego z produkcją biogazu rolniczego w oparciu o substraty z produkcji roślinnej oraz pozostałości poprodukcyjnych z przetwórstwa rolno-spożywczego ma duże znaczenie dla rolnictwa. Produkcja i wykorzystanie energii pochodzenia rolniczego to szansa na dywersyfikację i wzrost przychodów rolniczych oraz bezpieczeństwa energetycznego wsi, a przede wszystkim poprawa ochrony środowiska na terenach rolniczych. Zwiększenie efektywności metanu poprzez tworzenie innowacyjnych wyspecjalizowanych instalacji biogazowych pozwoli na efektywniejsze wykorzystanie substratów zwłaszcza pochodzenia zwierzęcego.

### **2. Ocena rozprawy doktorskiej – uwagi ogólne.**

Recenzowana rozprawa doktorska składa się z 9 zasadniczych rozdziałów oraz spisu literatury (bibliografii). Praca łącznie zawiera 88 ponumerowanych stron. Część właściwa

pracy zawiera 81 stron natomiast wykaz rysunków oraz tabel to kolejne 7 stron. Ponadto w części właściwej pracy znajduje się 37 rysunków, 21 tabel, 49 pozycji literatury.

Kolejne rozdziały zawierają następujące ilości stron:

1. Wstęp	6
2. Analiza zagadnienia w aspekcie przeglądu dostępnej literatury	8
3. Problem badawczy	1
4. Cel i zakres pracy	1
5. Materiał i metody badań	19
6. Wyniki badań	7
7. Analiza wyników	24
8. Podsumowanie wyników i wnioski	6
9. Streszczenie	3

Rozdział 1 – Wstęp – Wprowadza w tematykę zagadnień związanych z pozyskiwaniem energii z Odnawialnych Źródeł Energii (OZE). Autorka szczególną uwagę zwraca na właściwe zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych występujących w produkcji rolniczej, szczególnie zwierzęcej z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska.

Rozdział 2 – Analiza zagadnienia w aspekcie przeglądu dostępnej literatury – Autorka podkreśla, że fermentacja metanowa jest kilkustopniowym procesem biochemicznym, której przemiany mają ścisły związek ze składem chemicznym substratu wejściowego, tj. substancji organicznej wprowadzonej do komory fermentacyjnej i środowiskiem bakteryjnym. W procesie fermentacji procesu beztlenowego, szybkość reakcji biochemicznych zależy od zawartości składników w substracie. Ważne jest również aby surowiec nie zawierał substancji hamujących proces poprzez redukcje populacji bakterii metanowych. Na podstawie przeprowadzonej szczegółowej analizy literatury Autorka sformułowała problem badawczy w postaci następujących pytań:

- ✓ Jakie zestawienie wartości parametrów fizycznych i chemicznych wybranych komponentów wysokoenergetycznych podawanych okresowo do fermentatora zapewni uzyskanie największego wzrostu wydajności produkcji biogazu i zawartości metanu?
- ✓ Jaki zestaw czynników technologicznych związanych z dodawaniem komponentów wysokoenergetycznych do fermentatora zapewni uzyskanie największego, dynamicznego, krótkookresowego wzrostu wydajności produkcji biogazu możliwego do uzyskania w szczytach zapotrzebowania na energię?

- ✓ Jakie skojarzenie wybranych czynników wpływa na dalszą stabilność pracy instalacji biogazowej?

Odpowiednio do powyżej sformułowanego problemu badawczego w postaci pytań został określony cel pracy ogólny i szczegółowy:

- Celem ogólnym rozprawy było określenie wybranych parametrów analitycznych substratów wysokoenergetycznych na wydajność produkcji biogazu i jego wartość energetyczna wynikająca z zawartości metanu.

- Celem szczegółowym było określenie charakterystyki przebiegu fermentacji metanowej w czasie i zależności od składu masy fermentacyjnej.

Rozdział 5 – Materiału i metody badań – Badania nad oceną wydajności fermentacji biogazowej zostały zaplanowane jako eksperyment wieloczynnikowy prowadzony w warunkach laboratoryjnych z testowaniem wyników w warunkach półtechnicznych.

Rozdział 6 – Wyniki badań – w rozdziale znajdują się szczegółowe wyniki badań podstawowych parametrów analitycznych, badań eudiometrycznych uzysku biogazu oraz wyniki badań dynamicznego dokarmiania mieszaniny fermentacyjnej.

Rozdział 7 – Analiza wyników – Autorka podsumowuje oraz omawia w sposób szczegółowy wyniki przeprowadzonych eksperymentów.

Rozdział 8 – Podsumowanie wyników i wnioski – Rezultaty z przeprowadzonych badań pozwoliły Autorce na wyciągnięcie 6 wniosków:

1. badane substraty wysokoenergetyczne charakteryzujące się jednostkowym uzyskiem biogazu wyższym od właściwego dla podstawowej mieszaniny dokarmiającej pozwalają na zwiększenie wydajności produkcji biogazu i zwiększenie ilości uzyskanej teoretycznej energii,
2. energetyczność biogazu substratów cukrowcowych (Cp) – melasa i (Cs) wysłodki, ze względu na niską zawartość metanu odpowiednio 51,0-51,7% oraz 49,4-50,4% jest niższa niż w przypadku fermentacji podstawowej mieszaniny dokarmiającej (54,9% CH<sub>4</sub>) co mogłoby wskazywać na obniżenie energetyczności biogazu. Jednak ponad pięciokrotnie wyższa wartość uzysku biogazu dla tej kategorii substratów powoduje wzrost ilości wytworzonego biogazu, a co za tym idzie wzrost ilości energii teoretycznej z procesu fermentacji,
3. badane parametry chemiczne substratów wysokoenergetycznych w sposób istotny determinują wydajność produkcji biogazu,

4. zawartość metanu zależy od kategorii substratów, natomiast konsystencja badanych substratów nie ma istotnego wpływu na zawartość metanu w biogazie,
5. Zapewnienie największego dynamicznego i krótkotrwałego wzrostu wydajności produkcji biogazu w szczytach energetycznych zależy od masy porcji i częstości dozowania substratów wysokoenergetycznych,
6. stabilność dalszej pracy instalacji biogazowej po zakończeniu dozowania substratów wysokoenergetycznych jest możliwa po wydłużeniu przerwy w dozowaniu kolejnej dawki w zależności od podawanych substratów wysokoenergetycznych.

### **3. Podsumowanie.**

Podsumowując przeprowadzoną recenzję pracy mgr inż. Agnieszki Graczyk – Pawlak pt. „Wydajność biogazowni rolniczych w zależności od parametrów fizycznych i chemicznych substratów wysokoenergetycznych” stwierdzam, że autorka wykazała się znajomością literatury przedmiotu, która potrafiła twórczo wykorzystać. O znajomości aktualnych zagadnień związanych z wytwarzaniem biogazu świadczy wykaz literatury zawierający 49 pozycji, w tym 11 pozycji obcojęzycznych. Autorka trafnie zaplanowała, zorganizowała i przeprowadziła badania wykorzystując właściwe metody badawcze a następnie poprawnie opracowała uzyskane wyniki. Zdefiniowany problem badawczy oraz cel badań został w pełni zrealizowany. Rezultaty pracy świadczą o bardzo dobrym przygotowaniu Doktorantki do prac naukowo – badawczych w dziedzinie nauk rolniczych.

Merytorycznych uwag krytycznych do pracy nie wnoszę. Nie ustrzegła się jednak autorka drobnych potknięć formalnych a mianowicie:

- str. 30, 17 wiersz od góry „zestawienie uzyskanych wartości analitycznych przedstawiona w tabeli 4”. Tabela 4 znajduje się na stronie 40 i zawiera inne dane
- rysunki 3,4,5,6 powinny zawierać szczegółowe oznaczenie i nazwanie aparatury na niej zaprezentowanej.

### **4. Wniosek końcowy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Graczyk – Pawlak pt. „Wydajność biogazowni rolniczych w zależności od parametrów fizycznych i chemicznych substratów wysokoenergetycznych” spełnia wymagania stawiane

pracom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki ( Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami) w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplina inżynieria rolnicza. W związku z powyższym stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Graczyk – Pawlak do dalszej części przewodu doktorskiego. Po pomyślnej obronie proponuje pracę wyróżnić.

dr hab. inż. Andrzej Karbowy

*A. Karbowy*