



Wpływ termicznego przetworzenia i enzymatycznej hydrolizy biomasy sorgo (*Sorghum bicolor*) na efektywność wytwarzania biogazu w procesie fermentacji metanowej

*Mirosław Krzemieniewski, Marcin Dębowski, Marcin Zieliński
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn*

1. Wprowadzenie

Zwiększenie efektywności technologicznej procesów fermentacji metanowej substratów organicznych o różnej charakterystyce jest jednym z głównych zadań stojących przed naukowcami, technologami, eksploatatorami i projektantami systemów biogazowania. Z danych literaturowych wynika, iż osiągnięcie tego celu przy obecnym stanie techniki oraz wiedzy biotechnologicznej jest bardzo trudne. Wciąż jednak poszukiwane są alternatywne rozwiązania technologiczne wpływające bezpośrednio na uzyskiwane efekty końcowe, głównie ilość oraz skład jakościowy biogazu, a także charakterystykę wsadu przefermentowanego [1, 5]. Optymalizację procesu fermentacji metanowej próbuje się uzyskać poprzez wdrażanie nowych konstrukcji reaktorów, modyfikację warunków technologicznych prowadzenia procesu oraz wprowadzanie technik wstępnego przygotowania, kondycjonowania i preparowania substratu [7÷9].

Jednym z alternatywnych rozwiązań, skutecznie wspomagających proces beztlenowego rozkładu biomasy roślin energetycznych, może być wprowadzenie do układu technologicznego etapu obróbki enzymatycznej. Zastosowanie enzymów przeprowadzających hydrolizę celulozy, hemicelulaz i celobiozy stała się w ostatnim czasie tematem badań prowadzonych przez wielu naukowców na całym świecie [4, 6, 10]. Wiele grzybów i bakterii specjalizuje się w produkcji enzymów, które degradują materiał biologiczny w środowisku naturalnym, w związku z tym upatruje się tu możliwości, efektywnej pod względem ekonomicznym, produkcji biopaliw celulozowych.

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu przeprowadzenia wstępnej hydrotermalnej depolimeryzacji oraz enzymatycznej hydrolizy biomasy sorgo (*Sorghum bicolor*) na efektywność procesu fermentacji metanowej prowadzonej w warunkach mezofilowych (35°C) pod kątem ilości i składu uzyskiwanego biogazu.

2. Metodyka

Prace badawcze przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych. Doświadczenia zmierzały do określenia wpływu termicznego przetworzenia oraz enzymatycznej hydrolizy biomasy roślinnej na efektywność procesu fermentacji metanowej. W tym celu testowany substrat poddawano w pierwszej kolejności obróbce termicznej, a następnie kondycjonowaniu z wykorzystaniem multikompleksu enzymów. Proces fermentacji metanowej prowadzono w układzie statycznym z wykorzystaniem reaktorów modelowych, gdzie monitorowano zachodzące przemiany związków organicznych oraz ilość i skład powstającego biogazu. W eksperymencie wykorzystywano biomasę sorgo (*Sorghum bicolor*).

Niezależnie od części eksperymentu, rozdrobniony mechanicznie materiał roślinny z wykorzystaniem urządzenia rozdrabniającego Robot Coupe Blixer 3, poddawano wstępnej hydrotermalnej depolimeryzacji. Proces ten przeprowadzono w reaktorze ciśnieniowym o objętości czynnej 2,3 dm³. Do reaktora wprowadzano 300 g biomasy roślinnej i inkubowano w temperaturze 200°C przez okres 120 minut w piecu muflowym.

W dalszej części eksperymentu przetworzoną termicznie biomasę wprowadzano do reaktorów otwartych o objętości czynnej 0,5 dm³ wyposażonych w system mieszania, a następnie dozowano multikompleks en-

zymatyczny Celluclast 1.5 L, Novozym 188 i Hemicellulase firmy Sigma-Aldrich. W celu uzyskania optimum aktywności stosowanych enzymów przed wprowadzeniem ich do przetworzonej hydrotermalnie biomasy uwadniano ją do poziomu 98,0% i obniżano wartość pH do wartości 5,23. Reaktory hydrolizy enzymatycznej zostały następnie umieszczone w temperaturze 20°C i były inkubowane przez okres 24 h. Doświadczenie zostało podzielone na trzy warianty. Kryterium podziału stanowiły dawki enzymów dozowane do układu technologicznego (tabela 1).

Tabela 1. Stosowane dawki enzymów w poszczególnych wariantach eksperymentu

Table 1. Doses of enzymes in particular experimental variants

Nazwa enzymu	Deklarowana aktywność [U/g]	Deklarowana aktywność [U/g s.m]	Dawka enzymu [g/g s.m]		
			wariant I	wariant II	wariant III
Celluclast 1,5 L	700	30	$9,61 \cdot 10^{-3}$	$19,23 \cdot 10^{-3}$	$38,46 \cdot 10^{-3}$
Novozym 188	250	25	$13,45 \cdot 10^{-3}$	$26,9 \cdot 10^{-3}$	$53,8 \cdot 10^{-3}$
Hemicellulase	1500	30	$4,425 \cdot 10^{-3}$	$8,85 \cdot 10^{-3}$	$17,7 \cdot 10^{-3}$
Łączna dawka enzymów			$24,8 \cdot 10^{-3}$	$55,0 \cdot 10^{-3}$	$109,9 \cdot 10^{-3}$

Po procesie inkubacji mieszaniny substratu roślinnego oraz określonej dawki enzymów przeprowadzono proces fermentacji metanowej. W tym celu substrat wprowadzono do komór reakcyjnych z osadem beztlenowym o objętości czynnej 0,5 dm³. Charakterystykę osadu beztlenowego stosowanego w eksperymencie przedstawia tabela 2.

Zastosowano następujące parametry technologiczne procesu fermentacji metanowej: obciążenie na poziomie 1,0 g s.m.o./dm³·d, temperatura 35°C. Na początku cyklu doświadczalnego, w celu wpracowania osadu beztlenowego, do modelowych komór fermentacyjnych wprowadzono 25% całkowitego ładunku testowanej biomasy roślinnej. Pozostałą część substratu wprowadzono piątego dnia trwania inkubacji.

W celu zapewnienia warunków beztlenowych przed rozpoczęciem procesu fermentacji dokonano odtlenienia całej objętości reaktora poprzez przedmuchiwanie azotem. Komory reakcyjne zaopatrzone były w system odprowadzania i gromadzenia biogazu oraz układ wprowadzania substratu. Pełne wymieszanie zapewniono dzięki zastosowaniu wy-

trząsarki laboratoryjnej, która pracowała z intensywnością 100 obr/min. Stabilność termiczną na poziomie 35°C uzyskano dzięki umieszczeniu układu reaktorów w szafie termostatującej. Czas zatrzymania substratu w reaktorach wynosił 20 dni. Próby do badań pobierano co pięć dni.

Tabela 2. Charakterystyka osadu beztlenowego wykorzystanego w doświadczeniu

Table 2. Characteristics of anaerobic sludge used in the experiment

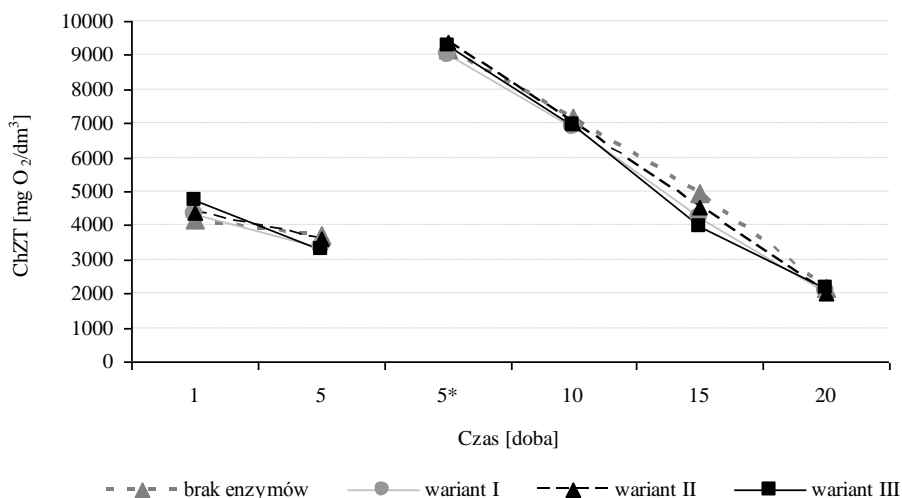
Parametr	Jednostka	wartość min.	wartość max.	średnia	odchylenie standardowe
pH	–	7,16	7,43	7,3	0,14
Uwodnienie	[%]	98,4	98,7	98,6	0,15
Sucha masa	[%]	1,3	1,6	1,5	0,15
Substancje organiczne	[% s. m.]	49,13	51,96	50,5	1,42
Substancje mineralne	[% s. m.]	48,04	50,87	49,5	1,41
CSK (czas ssania kapilarnego)	[s]	579	611	595	16,0

Badania ukierunkowane były na określenie ilości i składu uzyskiwanego biogazu (Gas Data LMS xi) oraz stopnia usunięcia substancji organicznych opisanych wskaźnikiem ChZT z fazy rozpuszczonej (metodą Hach Lange GMBH LCK 514). W fazie ciekłej prowadzono także analizy zmiany zawartości węglowodanów (metodą z odczynnikami antronowym). Kontrolowano również zmiany suchej masy (metodą wagową).

3. Wyniki badań

Zastosowanie kompleksu enzymatycznego do wstępnego kondycjonowania tego rodzaju biomasy spowodowało, wyższą efektywność usuwania związków organicznych wyrażonych wskaźnikiem ChZT z fazy rozpuszczonej testowanego substratu roślinnego. Po pięciu dniach inkubacji największą skuteczność wynoszącą 30,0% obserwowano w wariancie III. W tym przypadku wartość tego wskaźnika wynosiła średnio 3305 mg O₂/dm³. W wariancie I zanotowano 22,3% sprawność wykorzystania związków organicznych charakteryzowanych wskaźnikiem ChZT, natomiast w wariancie II proces zachodził ze średnią wydaj-

nością na poziomie 18,4%. W tych dwóch wariantach po pięciu dniach inkubacji stwierdzono odpowiednio 3362 mg O₂/dm³ i 3591 mg O₂/dm³. Dla porównania w wariacie porównawczym, w którym testowany substrat poddawano jedynie wstępnej termicznej depolimeryzacji po porównywalnym czasie zatrzymania w układzie stwierdzono 3712 mg O₂/dm³.



Rys. 1. Zmiany wartości ChZT w fazie rozpuszczonej w czasie trwania eksperymentu w zależności od zastosowanego wariantu technologicznego (5* – moment wprowadzenia całkowitego ładunku substratu)

Fig. 1. Changes in COD value in the dissolved phase over the experimental period as affected by the technological variant applied (5* – moment of substrate administration)

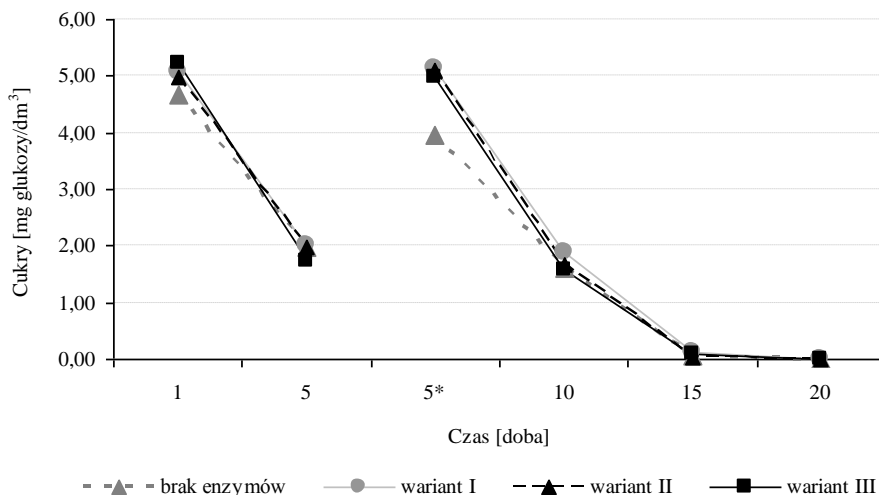
Po wprowadzeniu do eksploatowanych, modelowych komór fermentacyjnych całkowitej ilości substratu roślinnego wynikającej z założeń technologicznych przebiegu eksperymentu we wszystkich wariantach obserwowano stopniowe ograniczanie zawartości związków organicznych charakteryzowanych wskaźnikiem ChZT w fazie rozpuszczonej. Bezpośrednio po wprowadzeniu substratu wartość ChZT kształtowała się w zakresie od 8998 mg O₂/dm³ w wariacie I do 9391 mg O₂/dm³ w wariacie II. W próbie kontrolnej, bez stosowania multikompleksu enzymatycznego stwierdzono wartość ChZT na poziomie 9172 mg O₂/dm³. War-

tości wskaźnika ChZT w próbach pobieranych w kolejnych dniach prowadzenia eksperymentu pozwalają stwierdzić, iż proces wykorzystania rozpuszczonej frakcji węgla organicznego zachodził podobnie, niezależnie od zastosowanego wariantu technologicznego. Po 20 dobach zatrzymania substratu roślinnego w modelowych komorach fermentacyjnych stwierdzono, iż wartość ChZT zawierała się w wąskich granicach od 2004 mg O₂/dm³ w wariancie II do 2172 mg O₂/dm³ w wariancie bez zastosowania enzymów. W tej części doświadczenia nie stwierdzono, zależności istotnego zwiększenia sprawności rozkładu związków organicznych określonych wskaźnikiem ChZT od dawki zastosowanego kompleksu enzymatycznego.

Podczas 24 godzinnej inkubacji uwodnionej biomasy z enzymami nie stwierdzono wzrostu stężenia glukozy w fazie rozpuszczonej. Wariant I przyczynił się do wzrostu na poziomie 8,1% w stosunku do wartości początkowej, wariant III do 5,0% zwiększenia zawartości tego cukru. W przypadku, w którym testowano drugą co do wielkości dawkę kompleksu enzymatycznego obserwowano najniższą koncentrację cukrów która wynosiła 4,99 mg/dm³. W wariancie I koncentracja tego cukru kształtowała się na średnim poziomie 5,06 mg/dm³, natomiast w wariancie III – 5,24 mg/dm³. Po pięciu dobach fermentacji prowadzonej w modelowych komorach najwyższą skuteczność wykorzystania tego związku obserwowano w wariancie III. W tym przypadku sprawność rozkładu glukozy wynosiła 66,8%. W próbie bez wstępnej hydrolizy enzymatycznej zawartość cukrów kształtowała się na poziomie 1,98 mg/dm³ i była efektem 58,7% sprawność rozkładu w warunkach beztlenowych. Obserwacje i analizy prowadzone w dalszej części eksperymentu potwierdziły istotny wpływ wstępnej enzymatycznej hydrolizy na proces wykorzystania węglowodorów z fazy rozpuszczonej substratu organicznego. Stwierdzono, iż po 20 dniach zatrzymania substratu w modelowych komorach fermentacyjnych cukry zostały wykorzystane całkowicie zarówno w próbie bez dodatku multikompleksu enzymatycznego, jak i w pozostałych wariantach doświadczenia.

Proces ograniczania stężenia suchej masy w modelowych komorach beztlenowych zachodził w sposób bardzo wyrównany we wszystkich analizowanych przypadkach. Niezależnie od sposobu wstępnego kondycjonowania substratu roślinnego obserwowano zbliżone wartości suchej masy po zakończeniu eksperymentu. Wynosiły one średnio od

11992 mg/dm³ w wariancie II do 12418 mg/dm³ w przypadku, w którym zastosowano jedynie proces termalnej depolimeryzacji. Wartości suchej masy na początku i na końcu cyklu eksperymentalnego zaprezentowano w tabeli 3.



Rys. 2. Zmiany stężenia glukozy w fazie rozpuszczonej w czasie trwania eksperymentu w zależności od zastosowanego wariantu technologicznego (5* – moment wprowadzenia całkowitego ładunku substratu)

Fig. 2. Changes in the concentration of glucose in the dissolved phase over the experimental period as affected by the technological variant applied (5* – moment of substrate administration)

Tabela 3. Zmiany koncentracji suchej masy podczas trwania eksperymentu
Table 3. Changes in the concentration of dry matter over the experimental period

Wariant	Sucha masa ogólna [mg/dm ³]		Zmniejszenie ilości suchej masy ogólnej [%]
	1 dzień	20 dzień	
brak enzymów	19710	12418	37,0
I		12037	38,9
II		11992	39,2
III		12072	38,7

W tej części eksperymentu stwierdzono podobne ilości biogazu uzyskane po 20 dniach zatrzymania w układzie technologicznym próbek po wstępnej hydrolizie enzymatycznej. Uzyskana ilość biogazu w tych wariantach eksperymentu wynosiła 0,14 dm³. Próba z biomasą, która kondycjonowana była jedynie czynnikami fizycznymi pozwoliła na uzysk gazowych produktów metabolizmu bakterii beztlenowych na poziomie 0,12 dm³. Zawartość metanu w wariantach, w których zastosowano multikompleks enzymatyczny kształtowała się w zakresie od 40,9% w wariantcie II do 43,2% w wariantcie III. W przypadku, w którym biomasa poddawana była jedynie dwugodzinnemu procesowi termicznej depolimeryzacji w gazowych produktach metabolizmu bakterii beztlenowych stwierdzono 39,7% metanu. Pełną charakterystykę powstającego biogazu zaprezentowano w tabeli 4.

Tabela 4. Charakterystyka ilości i składu biogazu w zależności od wariantu eksperymentu

Table 4. Characteristics of the quantity and composition of biogas as affected by the experimental variant

Parametr	Wariant			
	brak enzymów	I	II	III
Zawartość C w fazie gazowej [mol]	0,00452	0,00439	0,00415	0,00482
Zawartość CO ₂ w fazie gazowej [mol]	0,002726	0,002533	0,002453	0,002738
Zawartość CH ₄ w fazie gazowej [mol]	0,001794	0,001857	0,001697	0,002082
Zawartość CO ₂ [%]	60,3	57,7	59,1	56,8
Zawartość CH ₄ [%]	39,7	42,3	40,9	43,2
Produkcja gazu [dm ³ /g s.m.]	0,12	0,14	0,14	0,14

4. Dyskusja wyników

W prezentowanym eksperymencie, podczas prowadzenia procesu fermentacji biomasy testowanych substratów, monitorowano zmiany stężenia ChZT w fazie rozpuszczonej. We wszystkich wariantach doświadczenia zmniejszenie wartości tego wskaźnika wynosiło powyżej 75% w stosunku do wartości początkowej. Jak wynika z badań przyto-

czonych przez Weilandą [11], fermentacja mezofilowa buraków pastewnych, pozwoliła na usunięcie zanieczyszczeń organicznych wyrażonych jako ChZT na poziomie 90,0%. Zawartość metanu w produkowanym biogazie w przypadku badań przytoczonych przez Weilandą wynosiła 54,0%, natomiast w prezentowanym eksperymencie zawartość metanu we wszystkich przypadkach oscylowała blisko poziomu 40%. Wydajność wytwarzania biogazu z tony świeżych buraków pastewnych wyniosła 45 m³/t surowca, z tony świeżej biomasy sorgo notowano 12 m³/t, natomiast w przypadku biomasy sorgo po procesie enzymatycznej hydrolizy stwierdzono 14 m³/t substratu.

Dinuccio i inni badali wydajność produkcji biogazu i zawartość metanu z takich substratów jak kukurydza, winogrona, słoma, ryż czy skórki pomidorów. We wszystkich przypadkach zawartość metanu w biogazie stabilizowała się do wartości 50% a 60% [3].

Shiguan Yanga i współautorzy w swojej pracy skupili się na zastosowaniu rośliny szuwarowej *Spartina alterniflora* jako surowca do fermentacji metanowej. Z przeprowadzonych przez autorów badań wynika że zawartość metanu w biogazie wzrosła z 53% w dniu 3 eksperymentu do około 62% po 13 dniach fermentacji. Procesem ograniczającym szybkość procesu była hydroliza substancji ligninocelulozowych. Uzyskana efektywność biodegradacji związków organicznych wyniosła 45%. Zawartość metanu w biogazie była także znacznie mniejsza niż w przypadku wariantów zastosowanych w opisywanym doświadczeniu. W badaniach Shiguana Yanga i innych wyprodukowana ilość metanu wyniosła 358 m³/t s.m.o. [12].

Bauer i inni badali wydajność metanu z różnych roślin energetycznych. użytymi substratami były kiszunki kukurydzy, słonecznika, lucerny, sorgo, jęczmienia i słomy pszennej. Jak wynika z przedstawionych wyników badań najlepsze efekty przyniosło biogazowanie kiszunki pszenicy, w wyniku tego procesu powstało 419 m³ CH₄/t s.m.o, ciekawym rozwiązaniem okazuje się być zastosowanie termicznej obróbki wstępnej, ze słomy pszennej poddanej działaniu 170°C przez 10 min, pod ciśnieniem 20 barów uzyskano 361 m³ CH₄/t s.m.o, aż o 85 m³ CH₄/t s.m.o więcej niż w przypadku słomy nie poddanej wstępnej obróbce [2]. Przedstawione wyniki badań nie potwierdzają, efektów uzyskanych podczas fermentacji metanowej sorgo po wstępnej obróbce hydrotermalnej depolimeryzacji w temperaturze 200°C.

5. Wnioski

Zastosowane metody obróbki wstępnej w przypadku biomasy sorgo nie okazały się być efektywne. Hydroliza enzymatyczna w większości analizowanych przypadków nie spowodowała uwolnienia znacznych ilości związków organicznych charakteryzowanych wskaźnikiem ChZT oraz węglowodanów do fazy rozpuszczonej. Bezpośrednim efektem zastosowania hydrolizy enzymatycznej było poprawienie wydajności produkcji i składu jakościowego biogazu pod kątem zawartości wysokoenergetycznego metanu.

Podczas eksperymentu obserwowano również zmniejszenie zawartości suchej masy we wsadzie przefermentowanym. Zjawisko to było szczególnie widoczne w wariancie, w którym do biomasy ślazuwca pensylwańskiego wprowadzono dawki testowanego multikompleksu enzymów.

Podziękowania

Przedstawione prace zostały wykonane w ramach realizacji projektu kluczowego pt. Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii, nr POIG.01.01.02-00-016/08, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007÷2010. Projekt ten jest współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Literatura

1. **Baier U., Achmidheyne P.:** *Enhanced anaerobic degradation of mechanically disintegrated sludge.* Wat. Sci. and Technol., 36, 11, 137÷143, 1997.
2. **Bauer A., Leonhartsberger C., Bosch P., Amon B., Friedl A., Amon T.:** *Analysis of methane yields from energy crops and agricultural by-products and estimation of energy potential from sustainable crop rotation systems in EU-2.* Clean Techn Environ Policy, 12, 153÷161. 2010.
3. **Dinuccio E., Balsari P., Gioelli F., Menardo S.:** *Evaluation of the biogas productivity potential of some Italian agro-industrial biomasses.* Bioresource Technology, 101, 3780÷3783. 2010.
4. **Eder B., Gunthert F.:** *Practical experience of sewage sludge disintegration by ultrasounds.* TU Hamburg – Harburg Reports of Sanit. Eng., 35, 173÷188. 2002.

5. **Hogan F.:** *Ultrasound enhances sludge digestion.* Water and Wastewater International, 18, 6. 2003.
6. **Kim J., Park C., Kim T., Lee M., Kim S., Lee J.:** *Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge.* J. of Bioscience nad Bioeng. 95, 3, 271÷275. 2003.
7. **Kopp J., Dichtl W., Muller J., Schwedes J.:** *Anaerobic digestion and dewatering characteristics of mechanical disintegrated excess sludge.* Inter. Conf. of Sludge Management, Politechnika Częstochowska, 2, 231÷238. 1997.
8. **Li Y., Noike T.:** *Upgrading of anaerobic digestion of waste activated sludge by thermal pretreatment.* Wat. Sci. Tech., 26, 857÷866. 1992.
9. **Neis U.:** *Intensification of biological and chemical processes of ultrasounds.* TU Hamburg-Harburg Reports of Sanit. Eng., 35, 79÷90. 2002.
10. **Neves L., Ribeiro R., Oliveira R., Alves M. M.:** *Enhancement of methane production from barley waste.* Biomass and Bioenergy, 30, 599÷603. 2006.
11. **Weiland P.:** *Production and Energetic Use of Biogas.* Applied Biochemistry and Biotechnology, 109. 2003.
12. **Yanga S., Lia J., Zhenga Z., Meng Z.:** *Characterization of *Spartina alterniflora* as feedstock for anaerobic digestion.* Biomass and Bioenergy, 33, 597÷602. 2009.

Influence of Thermal Preparation and Enzymatic Hydrolysis of Sorghum (*Sorghum moench*) Biomass on the Yield of Methane Fermentation

Abstract

The process of methane fermentation is optimized by implementation of new reactors construction, modification of technological conditions of the process and implementation of techniques of preliminary preparation, pre-conditioning and pre-treatment of the substrate.

One of the alternative solutions, that effectively enhances the process of anaerobic decomposition of biomass from energy crops, may be the incorporation of the stage of enzymatic processing to the technological system. The application of enzymes hydrolyzing cellulose, hemicellulases and cellobiose, has recently been addressed in multiple researches

conducted worldwide. In addition, a number of fungi and bacteria are known to produce enzymes that are degrading biological material in the natural environment, and thereby may be applied for cost-effective production of cellulose biofuels.

The reported study was aimed at determining the effect of preliminary hydrothermal depolymerization and enzymatic hydrolysis of sorghum (*Sorghum moench*) biomass on the yield of methane fermentation in terms of the quantity and composition of biogas produced. Irrespective of the stage of experiment, plant substrate disintegrated mechanically with a disintegrating device Robot Coupe Blixer 3, was subjected to preliminary hydrothermal depolymerization. It was carried out in a pressure reactor with active volume of 2.3 dm³. In brief, 300 g of Virginia fanpetals biomass with hydration of 55% and organic matter content of 33.8% of fresh weight were administered to the reactor. Next, the reactor with the plant substrate was incubated at a temperature of 200°C, under a pressure of 17 Ba, for 120 minutes in a muffle furnace.

In the subsequent stage of the experiment, the processed biomass of Virginia fanpetals was applied into open reactors with active volume of 0.5 dm³ and equipped with a mixing system, and then an enzymatic multicomplex (Celluclast 1.5 L, Novozym 188 and Hemicellulase) was dosed in. In order to achieve the maximum activity of the enzymes applied, before they have been added to the hydrothermally-processed biomass of Virginia fanpetals the plant had been hydrated to 98.0% and the pH value had been reduced to 5.23. Reactors used for enzymatic hydrolysis were then incubated at 20°C for 24 h. The experiment was divided into three variants depending on doses of the enzymes applied into the technological system.

The application of pre-treatment turned out to be low effective, since enzymatic hydrolysis of sorghum caused the release of a small quantity of carbohydrates to the dissolved phase. Analyses conducted in the study demonstrated also a decrease in dry matter content of fermented feedstock, with the decrease being especially tangible in the variant in which the highest dose of the enzymatic multicomplex was administered to sorghum biomass. A direct result of the application of enzymatic hydrolysis was to improve production efficiency and qualitative composition of biogas in terms of high methane content.