

POTENCJAŁ UZYSKU BIOGAZU Z SORGO CUKROWEGO (*SORGHUM BICOLOR*) ODMIANY RÓD J1052

Patrycja Sałagan, Tomasz K. Dobek, Paweł Kołosowski
Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące wydajności produkcji biogazu oraz metanu z sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor*) odmiany ród J1052 o różnej długości siewki. Materiał badawczy stanowiła kiszonka z sorgo o różnej długości siewki (do 4 mm, do 10 mm, 25-30 mm) oraz gnojowica świńska. Badania laboratoryjne nad fermentacją metanową statyczną wykonano w trzech powtórzeniach, zgodnie z wytycznymi niemieckiej normy DIN 38 414 – S8. Fermentacja beztlenowa w warunkach laboratoryjnych trwała 58 dni dla każdej z prób w jednym powtórzeniu. Przebieg fermentacji metanowej kiszonki z sorgo o długości siewki 25-30 mm wykazywał się większą stabilnością, w porównaniu z pozostałymi wariantami użytymi w doświadczeniu. Kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm oraz do 10 mm z N (azot użyty do wyporu powietrza z butli fermentacyjnej) dały najwyższy uzysk biogazu (327,92 oraz 315,41 Ndm³·kg smo⁻¹). Najniższą wydajność biogazu oraz metanu odnotowano w próbach z kiszoną z sorgo o długości siewki do 4 mm. Kiszonka ta cechowała się relatywnie wysoką procentową zawartością metanu w biogazie (59% CH₄).

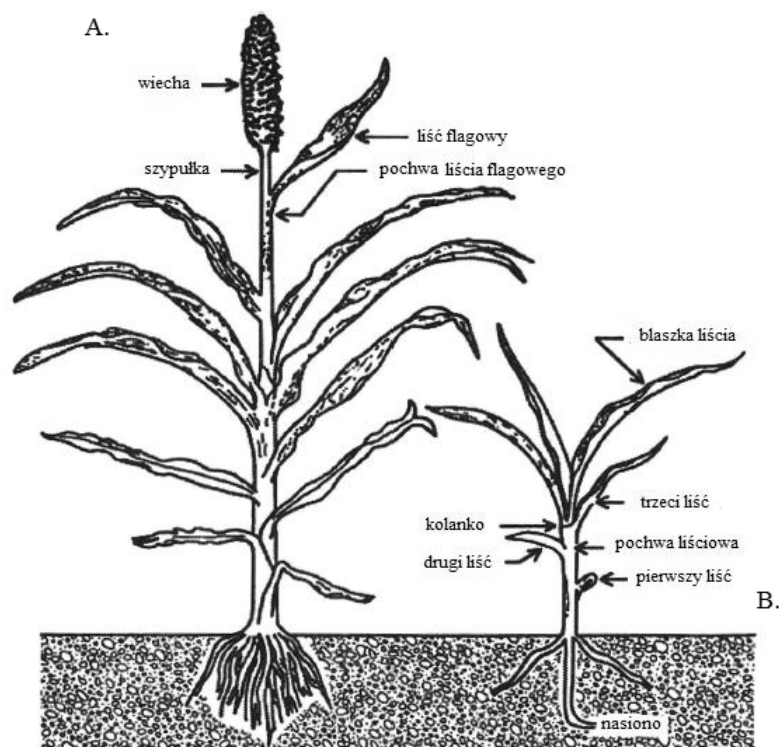
Słowa kluczowe: sorgo cukrowe, biogaz, fermentacja metanowa, wydajność produkcji biogazu, wydajność produkcji metanu, badania laboratoryjne

Wprowadzenie

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) jest jednym z pięciu ważniejszych zbóż świata, zaraz po kukurydzy, ryżu, pszenicy i jęczmieniu (Gressel J., 2005; Frageria N. i in., 2011). Rodzaj sorgo należy do rodziny trawy (*Poaceae*), rząd wiechlinowate (*Gramineae*). Do tej rodziny zaliczamy również takie gatunki, jak kukurydza (*Zea mays*) czy trzcina cukrowa (*Saccharum spp.*) (Gressel J., 2005). Sorgo uprawiane jest głównie w krajach rozwijających się. Pierwotnie było uprawiane w Afryce, gdzie do dnia dzisiejszego występuje najwięcej gatunków tej rośliny. Następnie z Afryki sorgo zostało przeniesione na inne terytoria, m.in. Indie, Chiny, Ameryka Płn. (Gressel, 2005; Frageria i in., 2011). Nowożytne gatunki sorgo, należące do *Sorghum bicolor* (L.) Moench, są efektem modyfikacji gene-

tycznych, dzięki którym człowiek dostosował współczesne odmiany do swoich potrzeb (Clement, Quisenberry, 1999).

Na terenie Afryki oraz Azji sorgo wykorzystywane jest jako podstawowe zboże w żywieniu ludzi. W Stanach Zjednoczonych i w Europie służy głównie jako pasza dla drobiu i zwierząt hodowlanych. Łodygi i liście, prócz funkcji paszowej, mają zastosowanie również jako materiał budowlany, a także do produkcji paliw i biomasy (Frageria i in., 2011; Hołubowicz-Kliza, 2007). Wysoką zawartość energii posiadają hybrydy sorgo ziarnowego i słodkiego, które wykorzystywane są zarówno do produkcji ziarna, jak i biomasy. Z mieszańców można uzyskać niższy plon ziarna, niż z odmian typowo ziarnowych, ale wyższy plon słomy i wysoką zawartość węglowodanów (Frageria i in., 2011).



Rysunek 1. Pokrój sorgo – A. roślina dojrzała, B. roślina młoda
Figure 1. Sorghum habit - A, mature plant, B. young plant

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Frageria i in., 2011)

Porównując sorgo z innymi roślinami posiadającymi cykl fotosyntezy typu C4 wykorzystywanymi do produkcji energii, jest ono liderem pod względem wysokiego plonu biomasy, wysokiej zawartości łatwo fermentujących cukrów i błonnika, tolerancji na stres wodny oraz niskie wymagania nawozowe. Gatunki należące do rodzaju *Sorghum bicolor*

mogą być uprawiane w różnych strefach klimatycznych (tropikalnej, subtropikalnej oraz umiarkowanej) i glebowych (w tym gleby lekkie i piaszczyste, o pH od 5 do 8,5). Zwiększa to potencjał gospodarczy tej rośliny, w przeciwieństwie do trzciny cukrowej, występującej jedynie w klimacie tropikalnym i subtropikalnym. Sorgo jest typową rośliną dnia krótkiego (Frageria i in., 2011; Hołubowicz-Kliza, 2007). Na rysunku 1 przedstawiono pokrój sorgo w odniesieniu do dojrzałej i młodej rośliny.

Według danych literaturowych najczęściej spotykaną długością siczki, na jaką rozdrabnianie jest sorgo na kiszonkę, jest przedział 10-20 mm (Sałagan i in., 2012a). W przypadku zielonki i kiszonki z kukurydzy, która należy do tej samej rodziny traw (*Poaceae*) co sorgo, przy zawartości suchej masy około 35%, długość siczki powinna wynosić 4-8 mm (Podkówka (red.), 2012; Węglarzy, Podkówka, 2010). Jednolita długość siczki dla różnych zastosowań gospodarczych jest istotna ze względów praktycznych i technicznych.

Z 1 tony kiszonki z sorgo można uzyskać ok. 110 m³ biogazu o zawartości 54% CH₄ (Węglarzy, Podkówka, 2010). Natomiast z badań wydajności biogazu z odmiany sorgo Biomass 140 uzyskano od 108 do 254 Ndm³·kg smo⁻¹, o zawartości metanu od 39 do 53% CH₄ (Sałagan i in., 2012b).

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie wydajności biogazu oraz metanu z kiszonki z sorgo cukrowego (*Sorghum bicolor*) odmiany ród J1052 o różnej długości siczki.

Zakres pracy obejmował podstawowe badania fizykochemiczne substratów, tj. oznaczenie zawartości suchej masy (%), suchej masy organicznej (% sm), odczynu pH, zawartości azotu Kjeldahla (g·kg⁻¹), fosforu (g·kg⁻¹) i potasu (g·kg⁻¹). Zakres badań obejmował przeprowadzenie serii badań doświadczalnych określających przebieg fermentacji metanowej.

Metody badań

Materiał badawczy stanowiło sorgo cukrowe (*Sorghum bicolor*) odmiany ród J1052 pozyskane w 2011 r. ze Stacji Doświadczalnej w Lipniku Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Gnojowica świńska pochodziła z fermy trzody chlewnej położonej w powiecie drawskim w województwie zachodniopomorskim. Materiał roślinny przed zakiszeniem został poddany rozdrobnieniu na założoną długość siczki. Analizy fizykochemiczne zostały wykonane zgodnie z normami, tj. PN-EN 12880:2000, PN-EN 12879:2000, PN-EN 13342:2002, PN-ISO 9964-2:1994, PN-EN 14672:2005. Fermentacja metanowa przeprowadzona została według wytycznych niemieckiej normy DIN 38 414 – S8, dla każdej próby w trzech powtórzeniach.

Analiza wyników badań

Przed przeprowadzeniem właściwej fermentacji metanowej badany materiał został poddany podstawowej analizie fizykochemicznej. Wyniki tychże badań zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1
Analiza fizykochemiczna materiału badawczego
 Table 1
Physical and chemical analysis of the researched material

Roślina	Długość siczki (cm)	pH	s. m. (%)	smo % sm	N Kjeldahla (g·kg ⁻¹)	K ogólny (g·kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (g·kg ⁻¹)
Sorgo niskie	do 10 mm	6,34	37,2	95,8	10,15	20,78	12,815
	25-30 mm	6,18	43,7	95,1	14	22,34	12,133
Gnojowica świńska	-	7,5	9,0	75,4	8	3,2	5,7

Kiszonka z sorgo charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy, niż dane zamieszczone w literaturze (ok. 17-26,5%) (Podkówka (red.), 2012; Węglarzy i Podkówka, 2010). Mogło być to spowodowane wyższą zawartością celulozy w łodydze sorgo oraz niższą zawartością wody, której wartość wzrasta wraz z wysokością rośliny. Odmiana sorgo ród J1052 miała około 1,5 m wysokości i należy do gatunku ziarnowego. Zawartość suchej masy organicznej (smo) była na porównywalnym poziomie z wynikami literaturowymi. Zawartość azotu Kjeldahla oraz potasu ogólnego była wyższa w przypadku kiszonki o dłuższej siczce (25-30 mm) i wynosiła kolejno 14 g·kg⁻¹ i 22,34 g·kg⁻¹. Zawartość fosforu w obu kiszonkach była na porównywalnym poziomie.

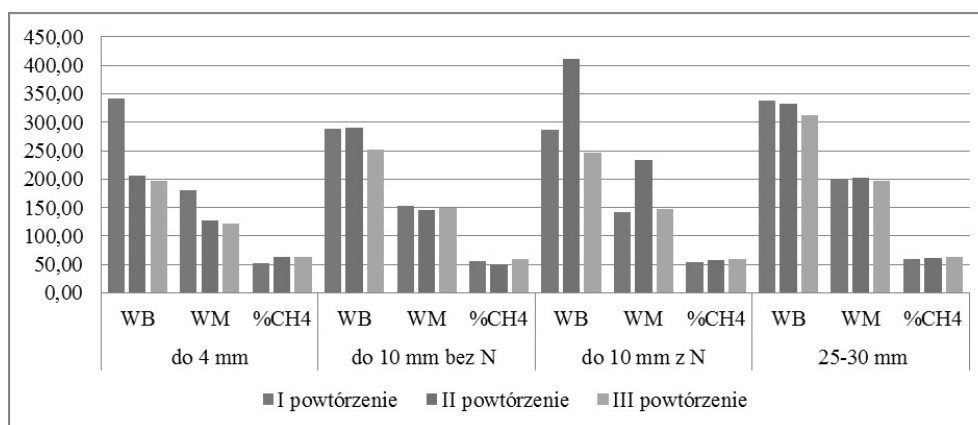
Gnojowica świńska charakteryzowała się wyższą zawartością suchej masy niż dane zawarte w literaturze (4-7% sm) (Myczko A. (red.), 2011). Dlatego też przed sporządzeniem mieszaniny fermentacyjnej została rozcieńczona do poziomu 7% sm. Miało to na celu uniknięcia zbyt wysokiej zawartości amoniaku w wyprodukowanym biogazie, który wykazuje działanie inhibujące.

Właściwa fermentacja metanowa przeprowadzona została według wytycznych niemieckiej normy DIN 38 414 – S8. Sucha masa mieszaniny fermentacyjnej została wyznaczona na poziomie 10%. Proporcje mieszaniny, gnojowicy świńskiej oraz kiszonki z sorgo o odpowiedniej długości siczki, zostały określone po uwzględnieniu zawartości suchej masy danego substratu. Odczyn pH mieszaniny został doprowadzony do poziomu 6,9-7,0 za pomocą 10% HCl, zgodnie z obowiązującymi zasadami prawidłowego przebiegu fermentacji metanowej statycznej. Natomiast przed nasadzeniem biurety eudiometrycznej na butlę fermentacyjną, powietrze zawarte w butli zostało wyparte gazowym azotem. Zabieg ten został przeprowadzony we wszystkich wariantach doświadczenia, z wyjątkiem jednej kiszonki o długości siczki do 10 mm.

Na rys. 2 zostały przedstawione wyniki doświadczenia w trzech powtórzeniach, uwzględniając wydajność biogazu (WB), wydajność metanu (WM) i procentową zawartość metanu w biogazie (% CH₄).

Proces fermentacji trwał 58 dni w każdym powtórzeniu. Podobną stabilnością procesu fermentacji metanowej w trzech powtórzeniach charakteryzowały się kiszonki z sorgo

o długości siewki do 10 mm bez N oraz 25-30 mm. W pierwszym powtórzeniu najwyższą wydajnością biogazu charakteryzowały się kiszonki o długości siewki do 4 mm i 25-30 mm ($341 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ i $339 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$). Natomiast wydajność biogazu w kiszonkach o długości siewki do 10 mm bez N i z N kształtowała się na porównywalnym poziomie ($289 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ i $287 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$).



WB – wydajność biogazu ($\text{Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$)

WM – wydajność metanu ($\text{Ndm}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$)

%CH₄ – procentowa zawartość metanu (%)

N – azot wykorzystany do wyporu powietrza z butli fermentacyjnej

Rysunek 2. Wydajność produkcji biogazu oraz metanu z sorgo cukrowego odmiany ród J1052 w zależności od długości siewki

Figure 2. Biogas and methane production efficiency from sorghum bicolor of ród J1052 cultivar depending on the chaff length

Najwyższą wydajnością metanu, jak i najwyższą procentową zawartością metanu w biogazie cechowała się kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm ($200 \text{ Ndm}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ oraz 60% CH₄). W drugim powtórzeniu najwyższą wydajnością biogazu i metanu charakteryzowała się kiszonka z sorgo o długości siewki do 10 mm z N ($412 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ oraz $234 \text{ Ndm}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$). Wysoką wydajnością biogazu i metanu wykazała się również kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm ($333 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ oraz $202 \text{ Ndm}^3 \text{CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$). Najwyższa wydajność biogazu nie była skorelowana z najwyższą procentową zawartością metanu w biogazie, która została odnotowana w próbie z kiszonką z sorgo o rozdrobieniu do 4 mm i wyniosła 63% CH₄, przy najniższej wydajności biogazu $128 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$. Porównywalna zawartość metanu została odnotowana w kiszonce o długości siewki 25-30 mm (61% CH₄). Najniższą zawartością metanu w biogazie otrzymano w próbie z kiszonką z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N (51% CH₄). Natomiast w trzecim powtórzeniu najwyższą wydajnością biogazu, metanu, a także procentową zawartością metanu w biogazie cechowała się kiszonka z sorgo

o długości siewki 25-30 mm ($312 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$, $198 \text{ Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ oraz 64% CH_4). Wydajność biogazu, metanu oraz procentowa zawartość metanu w biogazie w kiszonce z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N i z N była na porównywalnym poziomie, kolejno: $251 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ i $247 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$, $149 \text{ Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ i $148 \text{ Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ oraz w obu próbach po 60% CH_4 . W przypadku kiszonki z sorgo o długości siewki do 4 mm odnotowano najniższą wydajność biogazu oraz metanu ($197 \text{ Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$ i $123 \text{ Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$). Jednak procentowa zawartość metanu w próbce była wyższa niż w kiszonce z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N i z N (62% CH_4).

Reasumując, najwyższą stabilnością procesu w trzech powtórzeniach charakteryzowała się kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm. Wykazywała najwyższą lub wysoką wydajność biogazu, metanu a także procentową zawartość metanu w biogazie. Najniższą wydajnością biogazu i metanu (w dwóch powtórzeniach z trzech) cechowała się kiszonka z sorgo o długości siewki do 4 mm. Jednocześnie wykazywała bardzo wysoką procentową zawartość metanu w biogazie. Taki stan rzeczy mógł być spowodowany dużym rozdrobieniem kiszonki. Podkówka (red.) (2012) oraz Węglarzy, Podkówka (red.) (2010) wskazują, iż z kiszonki o długości cięcia 4 mm można uzyskać o 12% więcej biogazu niż z kiszonki o długości siewki 20 mm. Natomiast Leonhartsberger i in. (2009); Amon i in. (2007) oraz Oslaj i in. (2010), Vindis i in. (2009a), a także Vindis i in. (2009b) wskazują na niższy uzysk biogazu z kiszonki z kukurydzy o długości siewki do 4 mm. Tendencja ta potwierdziła się również w przypadku kiszonki z sorgo.

W tabeli 2 przedstawiono wartości średnie wydajności biogazu oraz metanu, a także procentową zawartość metanu w biogazie z kiszonki z sorgo o różnej długości siewki.

Tabela 2

Wartości średnie wydajności biogazu i metanu z sorgo cukrowego

Table 2

Average values of biogas and methane efficiency from sorghum bicolor

Długość siewki	Wyszczególnienie	Jednostka	Średnia
do 4 mm	Wydajność biogazu (WB)	$\text{Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	248,19
	Wydajność metanu (WM)	$\text{Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	143,47
	Procentowa zawartość metanu (% CH_4)	%	59,36
do 10 mm bez N	Wydajność biogazu (WB)	$\text{Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	277,17
	Wydajność metanu (WM)	$\text{Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	149,87
	Procentowa zawartość metanu (% CH_4)	%	55,72
do 10 mm z N	Wydajność biogazu (WB)	$\text{Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	315,41
	Wydajność metanu (WM)	$\text{Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	174,41
	Procentowa zawartość metanu (% CH_4)	%	56,98
25-30 mm	Wydajność biogazu (WB)	$\text{Ndm}^3 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	327,92
	Wydajność metanu (WM)	$\text{Ndm}^3 \text{ CH}_4 \cdot \text{kg smo}^{-1}$	200,14
	Procentowa zawartość metanu (% CH_4)	%	61,50

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 2, najwyższą średnią wydajnością biogazu, metanu oraz procentową zawartością metanu charakteryzowała się kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm. Natomiast najniższą średnią wydajność biogazu oraz metanu odnotowano w próbach z kiszonką z sorgo o długości siewki do 4 mm. Kiszonka ta cechowała się relatywnie wysoką średnią procentową zawartością metanu w biogazie (59% CH₄). Średnia wydajność biogazu z kiszonki z sorgo o długości siewki do 10 mm z N była o 38 Ndm³·kg smo⁻¹ wyższa niż w próbie bez N (315,41 Ndm³·kg smo⁻¹ i 277,17 Ndm³·kg smo⁻¹). Natomiast średnia procentowa zawartość metanu w biogazie kształtowała się na podobnym poziomie, 55,72% CH₄ z kiszonki z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N i 56,98% CH₄ dla wariantu z N.

Wnioski

1. Przebieg fermentacji metanowej kiszonki z sorgo o długości siewki 25-30 mm wykazywał się większą stabilnością, w porównaniu z pozostałymi wariantami użytymi w doświadczeniu.
2. Kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm oraz do 10 mm z N dały najwyższy uzysk biogazu (327,92 Ndm³·kg smo⁻¹ oraz 315,41 Ndm³·kg smo⁻¹)
3. Kiszonka z sorgo o długości siewki 25-30 mm wykazała się najwyższą wydajnością metanu (200,14 Ndm³ CH₄·kg smo⁻¹), a także charakteryzowała się najwyższą procentową zawartością metanu w biogazie (61,5%).
4. Z kiszonki z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N uzyskano porównywalną zawartość metanu z kiszonką z sorgo o długości siewki do 10 mm z N (55,72% oraz 56,98%).
5. Najniższym uzyskiem biogazu charakteryzowała się kiszonka z sorgo o długości siewki do 4 mm (248,19 Ndm³·kg smo⁻¹), natomiast uzysk metanu był na porównywalnym poziomie z kiszonką z sorgo o długości siewki do 10 mm bez N (143,47 Ndm³ CH₄·kg smo⁻¹ oraz 149,87 Ndm³ CH₄·kg smo⁻¹).
6. W odniesieniu do danych literaturowych i badań własnych dalsze badania nad fermentacją metanową kiszonki z sorgo o długości siewki 25-30 mm są uzasadnione.
7. W odniesieniu do badań własnych oraz danych zawartych w literaturze nie ma podstaw do dalszych badań laboratoryjnych nad kiszonką z sorgo odmiany ród J1052 o długości siewki do 4 mm.

Literatura

- Amon, T.; Amon, B.; Kryvoruchko, V.; Zollitsch, W.; Mauer, K.; Gruber, L. (2007). Biogas production from maize and dairy cattle manure – Influence of biomass composition on the methane yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (2007) 173-182.
- Clement, S.; Quisenberry, S. (1999). *Global plant genetic resources for insect-resistant crops*. CRC, Boca Raton, Florida, ISBN 0-8493-2695-8
- DIN 38 414-S8: 1985. *Określenie charakterystyki fermentacji*.
- Fragaria, N.; Baligar, V.; Jones, C. (2011). *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. CRC, Boca Raton, Florida, ISBN 978-1-4398-1695-0
- Gressel, J. (2005). *Crop Fertility and Volunteerism*. CRC, Boca Raton, Florida, ISBN: 978-0-8493-2895-4, ss. 448
- Holubowicz-Kliza, G. (2007). *Uprawa sorga cukrowego w technologii „mix cropping”*. Puławy, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy, ISBN-978-83-89576-83-X
- Leonhartsberger, C.; Bauer, A.; Machmüller, A.; Kryvoruchko, V.; Bodiroza, V.; Milovanovic, D.; Hrbek, R.; Amon, B.; Amon, T. (2009). *Sustainable crop rotation and their potential for biogas production*. Pozyskano z: http://www.ramiran.net/doc08/RAMIRAN_2008/Leonhartsberger.pdf
- Myczko, A. (red.) (2011). *Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych. Poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*. Wydawnictwo ITP, Warszawa – Poznań.
- Oslaj, M.; Mursec, B.; Vindis, P. (2010). Biogas production from maize hybrids. *Biomass and bio-energy* 34 (2010) 1538-1545.
- PN-EN 12879:2000. *Charakterystyka osadów ściekowych – oznaczanie straty przy prażeniu suchej masy osadu*.
- PN-EN 12880:2000. *Charakterystyka osadów ściekowych – Oznaczanie suchej pozostałości i zawartości wody*.
- PN-EN 13342:2002. *Charakterystyka osadów ściekowych. Oznaczanie azotu Kjeldahla*.
- PN-EN 14672:2005. *Charakterystyka osadów ściekowych – oznaczanie fosforu ogólnego*.
- PN-ISO 9964-2:1994. *Oznaczanie potasu metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej*.
- Podkówka, W. (red.) (2012). *Biogaz rolniczy odnawialne źródło energii. Teoria i praktyczne zastosowanie*. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 256. ISBN 978-83-09-01089-0
- Sałagan, P.; Dobek, T.; Kołosowski, P.; Wieliczko P. (2012b). Biogas yield from sorghum bicolor of Biomass 140 variety. *Inżynieria Rolnicza*, 4(140) T.2, s 107-116. ISSN 1429-7264
- Sałagan, P.; Dobek, T.; Wieliczko, P. (2012a). Rozdrobnienie substratów wykorzystywanych do produkcji biogazu. *Inżynieria Rolnicza*, 2(137) T.2, s 279-286. ISSN 1429-7264
- Vindis, P.; Mursec, B.; Janzekovic, M.; Cus, F. (2009a). The impact of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion on biogas production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Volume 36, Issue 2, 192- 198.
- Vindis, P.; Mursec, B.; Rozman, C.; Janzekovic, M.; Cus, F. (2009b). Mini digester and biogas production from plant biomass. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, Volume 35, Issue 2, 191 – 196.
- Węglarzy, K.; Podkówka, W. (red.) (2010). *Agrobiogazownia*. Instytut Zootechniki, Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny, Instytutu Zootechniki PIB, Grodziec Śląski, ss.156. ISBN 978-83-7607-100-8

POTENTIAL OF BIOGAS YIELD FROM SORGHUM BICOLOR (*SORGHUM BICOLOR*) OF RÓD J1052 CULTIVAR

Abstract. The paper presents the research results concerning efficiency of biogas and methane production from sorghum bicolor of ród J1052 cultivar with different length of chaff. Silage from sorghum of a varied length of chaff (to 4 mm, to 10 mm, 25-30 mm) and pigs manure constituted a research material. Laboratory tests on static methane fermentation was carried out in three replicate tests, pursuant to the guidelines of the German standard DIN 38 414 – S8. Anaerobic digestion in laboratory conditions lasted 58 days for each test in one repeat. The course of methane digestion of sorghum silage of the chaff length 25-30 mm showed higher stability in comparison to the remaining variants used in the experiment. Sorghum silage of 25-30 mm chaff length and to 10 mm with N (nitrogen used for uplift pressure of air from digestion bottle) gave the highest biogas yield (327.92 and 315.41 Ndm³·kg smo⁻¹). The lowest biogas and methane yield was reported in tests with sorghum silage of the chaff length up to 4 mm. This silage was characterized with relatively high percentage content of methane in biogas (59% CH₄).

Key words: sorghum bicolor, biogas, methane fermentation, biogas production efficiency, methane production efficiency, laboratory research

Adres do korespondencji:

Patrycja Sałagan; e-mail: patrycja.salagan@zut.edu.pl
Katedra Budowy i Użytkowania Urządzeń Technicznych
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Papieża Pawła VI/3
71-459 Szczecin