

mgr inż. Anna SMURZYŃSKA¹, dr inż. Wojciech CZEKAŁA¹, mgr inż. Andrzej LEWICKI¹,
mgr inż. Marta CIEŚLIK², mgr inż. Kamil KOZŁOWSKI¹, dr inż. Damian JANCZAK¹

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Biosystemów

²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności

e-mail: anna.smurzynska@up.poznan.pl

WYDAJNOŚĆ BIOGAZOWA UTYLIZOWANYCH NADWYŻEK WARZYW POWSTAŁYCH NA POLSKIM RYNKU WSKUTEK WPROWADZONEGO EMBARGA ROSYJSKIEGO

Streszczenie

Wprowadzone przez władze Federacji Rosyjskiej embargo na produkty rolnicze wywarło istotny wpływ nie tylko na gospodarkę państw należących do UE, ale również Norwegii, USA, Kanady oraz Australii. Przed wprowadzeniem rosyjskich sankcji Polska była liderem w eksporcie owoców do Federacji Rosyjskiej. Odnotowywano wówczas również znaczną sprzedaż warzyw za granicę wschodnią. Dobrze prosperujący handel między Polską a Rosją spowodował rozwój polskiego rolnictwa. Import produktów w kierunku wschodniej Europy w sytuacji wprowadzenia embarga spowodował powstanie znacznego nadmiaru produktów rolnych w Polsce. Proponowane przez władze rozwiązanie nawiązania handlu zagranicznego z państwami trzecimi jest utrudnione, wymaga bowiem m.in. sprawnej logistyki w celu dostarczenia na rynki świeżych produktów. Rolnikom polskim pozostała możliwość skorzystania ze wsparcia UE, a mianowicie przyznanie rekompensat. Przyznawane są one tym, którzy plody rolne oddadzą organizacjom charytatywnym, zaprzestaną zbiorów bądź też zdecydują się na ich utylizację. Wobec powyższego w wyniku sytuacji jaka zaistniała na rynku polskim pojawiła się konieczność przebadania świeżych warzyw pod kątem ich wydajności biogazowej. W artykule przedstawiono możliwość utylizacji warzyw w biogazowniach. Badania przeprowadzono w Pracowni Ekotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Słowa kluczowe: embargo rosyjskie, energia odnawialna, fermentacja metanowa, produkcja biogazu

Wstęp

Embargo wprowadzone przez władze Federacji Rosyjskiej z dniem 01.08.2014 r. wpłynęło na pogorszenie sytuacji gospodarki rolnej obszarów objętych zakazem importu na teren państwa rosyjskiego [1]. Problem ten dotyczy państw Unii Europejskiej, Norwegii, USA, Kanady oraz Australii. Zaprzestanie przyjmowania produktów pochodzenia rolniczego, w tym warzyw i owoców, mięsa i przetworów, mleka i produktów mlecznych, ryb, mięczaków, skorupiaków, tłuszczów roślinnych oraz wszystkich półproduktów spożywczych spowodowało powstanie nadmiaru podaży żywności na rynku [3]. Dodatkowo ze względu na fakt, że obszary objęte embargiem sąsiadują ze sobą sprawił, że rozwinięcie handlu zagranicznego pomiędzy tymi państwami zostało również utrudnione. Nałożenie embarga przez władze Federacji Rosyjskiej spowodowało przesylenie rynków lokalnych produktami rolnymi, które nieodpowiednio zagospodarowane i przechowywane (m.in. wskutek braku odpowiednio rozbudowanej infrastruktury) stają się odpadami, wymagającymi utylizacji. Warto dodać, że problem ograniczonego handlu jest trudny do rozwiązania, ponieważ obejmuje świeże produkty rolne, które wymagają zagospodarowania w krótkim okresie po dokonaniu zbioru. Należy również podkreślić, że wraz z nałożeniem zakazu importu do Federacji Rosyjskiej złamane zostały zasady Światowej Organizacji Handlu (WTO) [10].

Handel Polski z Federacją Rosyjską wyspecjalizowany został między innymi w sektorze owoców (550 tys. ton jabłek, gruszek), gdzie straty kształtują się na poziomie 7% rosyjskiego importu. Wyższy udział importu rosyjskiego z UE dotyczył sektora warzyw, gdzie największą stratę odnotowano w Holandii (10%) i Hiszpanii (8%) ale również w Polsce (9%) [8]. Eksport produktów rolno-spożywczych do Rosji od momentu wstąpienia Polski do UE wzrósł ponad trzykrotnie, do 1257,8 mln euro. Rozwój handlu polsko-rosyjskiego

sprawił, że Polska była trzecim dostawcą żywności spośród państw UE [19].

Mimo zainteresowania polskimi produktami rolnymi ze strony krajów arabskich i Północnej Afryki, rozwój tego handlu jest również utrudniony [12]. Jest on związany z nakładami inwestycyjnymi, chociażby w opracowaniu sprawnego systemu logistycznego, zapewniającego wysoką jakość przesyłanych produktów. Innym alternatywnym rozwiązaniem jakie proponuje się rolnikom to skorzystanie ze wsparcia, które oferuje Komisja Unii Europejskiej. Mowa o rekompensacie, na którą przewidziano początkowo 125 mln euro, a następnie dodano 165 mln euro (co było spowodowane dużą ilością złożonych wniosków i z niedoszacowaniem produkcji rolnej nie uwzględniającej rozwój handlu polsko-rosyjskiego) [6,11]. Skorzystanie ze wsparcia unijnego zobowiązuje rolników do przeznaczania produktów rolnych organizacjom charytatywnym, zaprzestania zbioru bądź jej utylizacji [5]. Najmniej rozsądne rozwiązanie, a mianowicie utylizacja produktu, okazuje się w wielu przypadkach koniecznością, ze względu na fakt, że świeże produkty rolne wymagają odpowiednich warunków przechowywania. Gospodarstwa rolne najczęściej pozbawione są takich możliwości, wobec czego produkt pozostaje u rolnika, będąc dla niego uciążliwym odpadem. Nienadające się do spożycia biodegradowalne odpady w pierwszej kolejności powinny zostać poddane recyklingowi. Proponuje się więc zagospodarowanie odpadów jako substratu do kompostowni lub biogazowni, co przyniesie dodatkowo zysk ekonomiczny [9].

Wprowadzony przez Federację Rosyjską zakaz importu w 2014 r. sprawił, że pojawiła się konieczność poszukiwania alternatywnych do eksportu rozwiązań zagospodarowania warzyw objętych embargiem. Zatem podjęto się badań nad określeniem wydajności biogazowej, biometanowej, jak i również dynamiki przebiegu procesu fermentacji dla wybranych warzyw objętych embargiem, które stały się odpadem dla wielu

rolników. Badania zrealizowano w Pracowni Ekotechnologii Instytutu Inżynierii Biosystemu na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu. Warto podkreślić, że w literaturze przedmiotu niewiele jest opisanych badań dotyczących fermentacji warzyw o dobrej jakości, gdyż wykorzystanie tych warzyw do produkcji biogazu jest po prostu ekonomicznie bezzasadne, i gdyby nie rosyjskie embargo, taka sytuacja by nie zaistniała.

Material i metody

Substraty wykorzystane w doświadczeniu

Materiałem badawczym były wybrane warzywa, których eksport załamał się szczególnie mocno w wyniku wprowadzenia embarga przez Federację Rosyjską. Badanie wydajności biogazowej i metanowej przeprowadzono dla następujących warzyw: bakłażany, dynie, kalafior, kapusta, papryka, pomidory, ogórki.

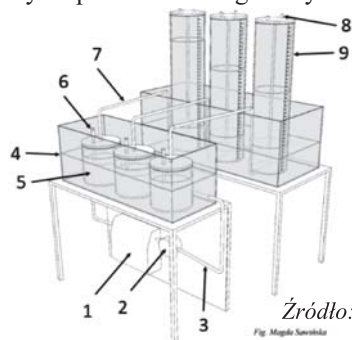
Aby zbadać wydajność biogazową oraz metanową substratów, niezbędna była zaszczepka fermentacyjna zawierająca pożądane grupy organizmów anaerobowych. W przeprowadzonym doświadczeniu była to odseparowana frakcja ciekłej pulpy pofermentacyjnej pochodzącej z wybranej, prawidłowo funkcjonującej biogazowni rolniczej.

Substraty zbadano również pod kątem analiz fizycznych i chemicznych. Określono poziom pH i konduktywności za pomocą laboratoryjnego urządzenia CP 411 (Elmetron). Wykorzystane substraty do badań poddano analizie na zawartość suchej masy, suchej masy organicznej, dzięki której można było dobrać odpowiednie proporcje mieszaniny do procesu fermentacji metanowej.

Podczas badań korzystano z następującej metodologii ustanowionej przez Polskie Normy (PN): do oznaczania pH: PN-90 C-04540/01, konduktywności: PN-EN 27888:1999, suchej masy: PN-75 C-04616/01 i suchej masy organicznej: PN-Z-15011-3.

Miejsce prowadzenia badań i stanowisko badawcze

Sposób prowadzenia fermentacji metanowej oparty był na zmodyfikowanej niemieckiej normie DIN 38 414/S8 oraz znormalizowanym poradniku biogazowym Stowarzyszenia



Źródło: [2] / Source: [2]

Rys. 1. Schemat 3-komorowego biofermentatora do produkcji biogazu: 1 - podgrzewacz wody z regulatorem temperatury, 2 - pompa obiegowa wody, 3 - izolowane przewody cieczy ogrzewającej, 4 - płaszcz wodny o temp. 39°C, 5 - biofermentator o pojemności 2 dm³, 6 - zawory do pobierania próbek, 7 - przewód transportujący biogaz, 8 - zawór do pomiaru stężenia biogazu, 9 - skala objętości zebranego biogazu

Fig. 1. Scheme of 3-chamber section biofermentor for biogas production: 1 - Water heater with temperature regulator, 2 - Water circulation pump, 3 - Insulated conductors of calefaction liquid, 4 - Water coat with temp. 35-42°C, 5 - Biofermentor with charge capacity 2 dm³, 6 Valves for sample collection, 7 - Biogas reservoir, 8 - Valves for biogas concentration measurement, 9 - Recording central station

Inżynierów Niemieckich w Dreźnie VDI 4630. Metodyka badań w zakresie bioodpadów została opracowana podczas grantów realizowanych w trakcie 6. Projektu Ramowego UE oraz Polskiego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2006-2012 [17].

Badanie nad wydajnością biogazową oraz metanową przeprowadzono wykorzystując stanowisko badawcze wykonane w Pracowni Ekotechnologii, które składa się z 21-komorowych biofermentatorów, cylindrycznych tub oraz zbiornika, w którym umieszczono bioreaktory (rys. 1).

Proces fermentacji metanowej substancji organicznych użytych substratów z dodatkiem zaszczepki zachodził w szklanych reaktorach, o pojemności 2 dm³, w których panowały warunki beztlenowe. Komory biofermentacyjne, w których znajdowały się przygotowane próbki, umieszczone zostały dodatkowo w zbiorniku wypełnionym wodą o temperaturze 39°C±1°C, co odpowiadało warunkom mezofilnym. Z każdego biofermentatora odprowadzono do cylindrycznych tub wyprodukowany w procesie fermentacji biogaz w sposób ciągły. Pełniły one funkcję zbiornika wyrównawczego, wypełnionego wodą, na powierzchni której zastosowano zapórę, chroniącą przed rozpuszczaniem gazów w wodzie.

Prowadzenie pomiarów biogazu

Objętość wytwarzanego biogazu odczytywano w równych, 24-godzinnych, odstępach czasowych. Z każdej próbki, która wyprodukowała biogaz w ilości 0,6 dm³ dokonywano pomiarów stężenia metanu, dwutlenku węgla, siarkowodoru, amoniaku i tlenu.

Pomiary wykonywano za pomocą certyfikowanego analizatora gazu GA5000 firmy Geotech. Zakresy wykrywanych przez analizator gazów były następujące: 0÷100% CH₄, 0÷100% CO₂, 0÷25% O₂, 0÷10000 ppm H₂S i 0÷1000 ppm NH₃. Dzięki analizatorowi gazowemu możliwa była analiza składu dziennej produkcji tych gazów.

Produkcję biogazu, w tym metanu, obliczono za pomocą formuł matematycznych stworzonych w arkuszu kalkulacyjnym programu Excel. Dodatkowo analizator poddawano kalibracji raz w tygodniu, stosując następujące stężenia: 65% CH₄, 35% CO₂, 500 ppm H₂S i 100 ppm NH₃. Do kalibracji czujnika O₂, w celu kontroli warunków tlenowych użyto sprężonego powietrza atmosferycznego.

Wyniki i dyskusja

Przygotowanie mieszanek fermentacyjnych

Badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego analizowanego warzywa. Przygotowano mieszanki fermentacji zgodnie z danymi znajdującymi się w tab. 1, z obciążeniem reaktora fermentacyjnego ładunkiem związków organicznych na poziomie 15%.

Tab. 1. Proporcje mieszaniny fermentacyjnej

Tab. 1. The proportions of the fermentation mixture

Próbka	Substrat [g]	Zaszczepka [g]
Bakłażan	255,89	944,14
Dynia	132,03	1067,97
Kalafior	186,97	1013,03
Kapusta	197,36	1002,64
Papryka	301,85	898,15
Pomidor	355,23	844,77
Ogórek	387,14	812,86

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Dobór ilości substratów dodanych do reaktora fermentacyjnego poprzedzony został analizą parametrów fizycznych i chemicznych badanych warzyw (tab. 2). Na podstawie otrzymanych wyników ustalono proporcje dla fermentowanych warzyw i zaszczepki zgodnie z metodyką.

Tab. 2. Wybrane parametry fizyczne i chemiczne badanych substratów

Tab. 2. Selected physical and chemical parameters of tested substrates

Substrat	Parametry			
	pH [-]	Konduktywność [mS]	s.m. [%]	s.m.o. [%]
Bakłażan	4,73	0,842	6,44	90,75
Dynia	6,61	0,652	12,57	91,39
Kalafior	5,95	0,322	8,82	90,80
Kapusta	6,02	0,637	8,30	91,34
Papryka	5,52	0,620	5,45	91,75
Pomidor	4,36	0,742	4,69	89,40
Ogórek	6,41	0,726	4,43	87,48

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Niskie pH warzyw spowodowane jest wysoką zawartością kwasów organicznych o krótkich łańcuchach. Warzywa zawierają również znaczną ilość wielocukrów, będącymi ważnymi składnikami w procesie fermentacji metanowej [4].

Obecność monosacharydów oraz szybko rozkładalnych polisacharydów w warzywach wpływa na wydajność i czas trwania procesu fermentacji [15, 18]. Z kolei obecność związków lignocelulozowych w warzywach przyczynia się do ograniczenia produkcji biogazu. Lignina i celuloza występująca w większej ilości m.in. w bakłażanie i dyni w porównaniu do pozostałych badanych warzyw powodują trudności procesu fermentacji na etapie hydrolizy wspomnianych polimerów [7]. Rozkład tych substancji jest utrudniony, podobnie jak uwalnianie zgromadzonej w niej energii [13].

Zmiany parametrów chemicznych

Na początku doświadczenia dokonano pomiarów wartości pH dla przygotowanych mieszanin fermentacyjnych (tab. 3). Dobrane proporcje badanych warzyw i zaszczepki pozwoliły na uzyskanie optymalnej wartości pH dla przebiegu procesu fermentacji [14, 16]. Po zakończeniu doświadczenia zauważono, że wartość pH w każdym badanym substracie wzrosła. Oznacza to rozkład LKT do m.in. metanu, co stanowi ostatnią fazę procesu fermentacji (metanogenezę).

Tab. 3 Zmiana pH podczas fermentacji metanowej

Tab. 3. Change in pH during methane fermentation

Próbka	pH [-]	
	początek doświadczenia	koniec doświadczenia
Bakłażan	7,35	7,53
Dynia	7,68	7,82
Kalafior	7,61	7,62
Kapusta	7,59	7,78
Papryka	7,47	7,61
Pomidor	7,16	7,52
Ogórek	7,53	7,60

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Kolejnym badanym parametrem była konduktywność. Parametr ten został zbadany na początku i na końcu doświadczenia (tab. 4). W każdej badanej mieszance fermentacyjnej zauważono wzrost jej wartości. Najwyższą zmianę wynoszącą

7,41 mS·cm⁻¹ odnotowano dla kalafiora. Konduktywność świadczy o intensywności zachodzących przemian materii mineralnej w formę organiczną, co jest zgodne z procesami zachodzącymi podczas fermentacji metanowej.

Tab. 4. Zmiana konduktywności podczas fermentacji metanowej

Tab. 4. Change in conductivity during methane fermentation

Próbka	Konduktywność [mS·cm ⁻¹]	
	początek doświadczenia	koniec doświadczenia
Bakłażan	12,09	16,69
Dynia	13,29	19,75
Kalafior	10,98	18,39
Kapusta	12,43	16,69
Papryka	11,88	16,08
Pomidor	10,94	16,21
Ogórek	10,12	16,78

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Najintensywniejsze zmiany zarówno pH, jak i konduktywności określono dla pomidora, co świadczy o intensywnym rozkładzie zawartych w nim substancji.

Fermentacja metanowa

Proces fermentacji dla wszystkich analizowanych substratów przebiegł bez zakłóceń. Nie zauważono żadnych czynników inhibujących fermentację metanową. Skumulowaną produkcję metanu w przeliczeniu na świeżą masę zestawiono w tab. 5.

Tab. 5. Skumulowana produkcja metanu [m³/Mg św. m.]

Tab. 5. Accumulated production of methane [m³/Mg FM]

Substrat	Skumulowana produkcja	
	metanu [m ³ /Mg św. m.]	biogazu [m ³ /Mg św. m.]
Bakłażan	19,96	39,91
Dynia	42,77	75,63
Kalafior	30,07	57,39
Kapusta	28,10	56,36
Papryka	18,97	35,71
Pomidor	16,78	32,41
Ogórek	14,94	27,91

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Przeliczając produkcję biogazu i metanu na zawartość świeżej masy różnice w wydajności dla wybranych warzyw były bardzo zróżnicowane. Najwydajniejszym substratem spośród wszystkich badanych warzyw okazała się dynia, której skumulowana produkcja biogazu wynosiła 42,77 m³/Mg św.m. Z kolei najmniej wydajnym substratem był ogórek, którego wydajność biogazowa kształtowała się na poziomie 14,94 m³/Mg św.m. Jest to spowodowane niższą zawartością suchej masy, a większą zasobnością w wodę.

Dla lepszego zobrazowania produkcji biogazu oraz metanu ilość powstałego gazu przeliczono na zawartość suchej masy organicznej, co przedstawiono w tab. 6.

Najwydajniejszym substratem, po przeliczeniu na suchą masę organiczną jeśli chodzi o skumulowaną produkcję biogazu i metanu, okazują się pomidory, podczas gdy pozostałe warzywa wykazują mniejszą, choć bardzo zbliżoną ilość produkowanego biogazu i metanu. Większa wydajność pomidorów pod względem ilości produkowanego biogazu i metanu w porównaniu do wydajności pozostałych warzyw spowodowana jest obecnością większej ilości cukrów prostych oraz

występowaniem w mniejszej ilości substancji lignocelulozowych.

Największą procentową zawartość metanu odnotowano dla dyni na poziomie 56,55%, co świadczy o wysokiej jakości powstałego biogazu z badanego surowca.

Określając wydajność biogazową i metanową biodegradowalnych substratów istotną informacją są również hydrauliczne dni retencji (HRT). Jest to informacja o czasie rozkładu danego substratu. W przypadku badanych warzyw wynosił on w granicach od 12 do 18 dni. Jest to stosunkowo krótki okres wykorzystania substratu do produkcji biogazu, który wynika z właściwości analizowanych warzyw.

Tab. 6. Skumulowana produkcja metanu i biogazu [m³/Mg s.m.o.], zawartość metanu [%] oraz hydrauliczny czas retencji

Tab. 6. Accumulated production of methane and biogas [m³/Mg VS], percentage content of methane [%] and HRT

Substrat	Skumulowana produkcja		Zawartość metanu [%]	HRT [dni]
	metanu [m ³ /Mg s.m.o.]	biogazu [m ³ /Mg s.m.o.]		
Bakłażan	341,45	682,64	50,02	13
Dynia	372,41	658,54	56,55	18
Kalafior	375,49	716,61	52,40	13
Kapusta	370,84	743,75	49,86	12
Papryka	379,19	713,74	53,13	17
Pomidor	400,42	773,49	51,77	14
Ogórek	385,93	720,93	53,53	14

Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że świeże warzywa niebędące przedmiotem handlu w pełni nadają się do produkcji biogazu. Proces fermentacji metanowej warzyw nie został zaburzony żadnymi czynnikami inhibicyjnymi. Dodatkowo badane substraty zawierały dużą ilość polisacharydów, co spowodowało krótki, ale intensywny proces produkcji biogazu. Pozwoliło to na szybszą wymianę materiału w fermentorze, ograniczając tym samym jego pojemność. Wydajność biogazowa badanych warzyw była zbliżona. Niewiele bardziej wydajnym substratem okazały się pomidory w porównaniu z pozostałymi badanymi warzywami. Z kolei najwyższą zawartość metanu odnotowano dla biogazu powstałego z dyni. Można stwierdzić, że fermentacja metanowa jest jednym z alternatywnych rozwiązań chroniących gospodarkę przed nagłymi obniżkami cen produktów rolnych.

Bibliografia

- [1] Ambroziak Ł., Szczepaniak I.: Skutki rosyjskiego embarga na import produktów rolno-spożywczych. Przemysł Spożywczy, 2014, 9, 2-8.
- [2] Cieślak M., Dach J., Lewicki A., Smurzyńska A., Janczak D., Pawlicka-Kaczorowska J., Boniecki P., Cyplik P., Czekala W., Józwiakowski K.: Methane fermentation of the maize straw silage under meso- and thermophilic conditions. Energy, 2016, 1-8.
- [3] Dekret prezydenta Federacji Rosyjskiej z dnia 6 sierpnia 2014 № 560 "W sprawie stosowania niektórych specjalnych środków gospodarczych w celu zapewnienia bezpieczeństwa Federacji Rosyjskiej".
- [4] Dong L., Zhenhong Y., Yongming S., Xiaoying K., Yu Z.: Hydrogen production characteristics of organic fraction of municipal solid wastes by anaerobic mixed culture pofermentation. Int. J. Hydr. Energy, 2009, vol. 34, 812-820.
- [5] Dz. U. UEL 259 z 30.08.2014 r., 2.
- [6] Dz. Urz. UEL 284 z 30.09.2014 r., 22.
- [7] Eastman J. A., Ferguson J. F.: Solubility of particulate organic carbon during the acid phase of anaerobic digestion. J. Wat. Poll. Control. Fed., 1981, vol. 53, 352-366.
- [8] EUROSTAT. 2014. strona internetowa dostępna na d.: 30.11.2014 r. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>.
- [9] Hryb W.: Recykling odpadów komunalnych w Polsce - stan obecny i perspektywy rozwoju. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 2015, vol. 17, 1, 9-16.
- [10] Kaczurba J., Kawecka-Wyrzykowska E.: Polska w WTO. Wyd. II. Instytut Koniunktur i Cen Handlu Zagranicznego, Warszawa, 2002.
- [11] Kancelaria Sejmu, Biuro Komisji Sejmowych, pełny zapis przebiegu posiedzenia Komisji Rolnictwa i Rozwoju Wsi (nr 208) z dnia 25 września 2014 r.
- [12] Makosz E.: Skazani na wysoki eksport jabłek. Twój Rynek, 2014, 8, 25-32.
- [13] Michalska K., Ledakowicz S.: Degradacja struktur lignocelulozowych oraz produktów ich hydrolizy, Inż. Ap. Chem., 2012, 51, 4, 157-159.
- [14] Mikołajczyk J., Wróbel B., Jurkowski A.: Możliwości i bariery w produkcji biogazu z biomasy trwałych użytków zielonych w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2009, t. 9 z. 2(26), 139-155.
- [15] Pająk T.: Substraty do produkcji biogazu rolniczego. Biogazownie rolnicze, 2010, Kraków, 120 135.
- [16] Sitorus B., Sukandar Panjaitan S. D.: Biogas recovery from anaerobic digestion process of mixed fruit-vegetable wastes. Energy Procedia, 2013, vol. 32, 176-182.
- [17] Stachowiak B., Piotrowska-Cyplik A., Dach J.: Assessing the fungi static activity of a compost prepared from plant biomass with the addition of tobacco waste. Ochrona Środowiska, 2008, vol. 30, issue 3, 27-29.
- [18] Szewczyk K. W.: Produkcja metanu z surowców roślinnych. Przemysł Chemiczny, 2006, 85. 1321-1323.
- [19] Szymańska A.: Konsekwencje rosyjskiego embarga. Rolniczy Magazyn Elektroniczny, Centralna Biblioteka Rolnicza im. Michała Oczapowskiego, 2015, nr 6; strona internetowa dostępna na dzień: 02.05.2015 r. <http://rme.cbr.net.pl/rolnictwo-w-unii-europejskiej/746-konsekwencje-rosyjskiego-embarga.html>.

THE BIOGAS OUTPUT OF VEGETABLES UTILIZED IN THE POLISH MARKET DUE TO THE INTRODUCTION OF THE RUSSIAN EMBARGO

Summary

Embargo on agricultural products introduced by the Russian authorities, had a significant influence not only on the economy of the EU countries, but also on the American, Australian, Canadian and Norwegian economy. Before the implementation of the sanctions Poland was the leader in the export of fruit to the Russian Federation. High levels were also for selling vegetables for eastern border. Thriving Polish-Russian trade caused the development of Polish agriculture. It was focused on exchanging goods with Russia. Currently, there is a significant excess in the amount of agricultural products. The authorities suggest to establish a foreign trade with the EU third countries. However, this is not the simplest solution because it requires the efficient logistics, in order to provide fresh fruit to the markets. Farmers still have the opportunity to benefit from the EU support, which is the compensation. These compensations were conferred to those, who would give their produce to charity, cease the harvest or opt for their disposal. In the situation, which arose in the Polish market, it is necessary to conduct a research in order to establish the biogas output of fresh vegetables. The research presents the possibility of utilization of vegetables in biogas plants.

Key words: Russian embargo, renewable energy, methan fermentation, biogas production