TERESA BANASZKIEWICZ, JAKUB WYSMYK
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

Ekologiczny aspekt wykorzystania substratów rolniczych

Wprowadzenie

Wzrastająca liczba ludności na świecie oraz postępująca mechanizacja wymagają dostępu do coraz większej ilości energii. Źródła, z których można ją pozyskiwać, dzieli się na dwie grupy: nieodnawialne i odnawialne. Udział energii z poszczególnych źródeł w skali światowej w 2000 roku, jak podaje Jabłoński i Wnuk (2004), kształtował się następująco: ropa naftowa 32%; gaz ziemny 22%; węgiel 21%, energia jądrowa 6%, energia odnawialna 19%. Nieodnawialne źródła energii to takie, których w krótkim czasie nie można odtworzyć. Do nich zaliczane są: węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, łupki bitumiczne, uran. Na świecie coraz częściej zaczyna być dostrzegany problem wyczerpywania się węgla, ropy, gazu ziemnego itp., a ich eksploatacja dodatkowo wpływa negatywnie na środowisko, ponieważ w trakcie pozyskiwania energii z tych źródeł do atmosfery dostaje się coraz więcej CO₂, siarki i azotu (Jeżowski 2001). Związki te zanieczyszczają glebę, powietrze, wodę i naturalne ekosystemy, a skutki tych zanieczyszczeń stanowią zagrożenie dla człowieka (Sadowski i in. 2008).

Celem opracowania jest charakterystyka substratów rolniczych w aspekcie wykorzystania do produkcji biogazu. W artykule zastosowano metodę opisową i przedstawiono wybrane dane pochodzące z literatury przedmiotu.

1. Odnawialne źródła energii

W związku z wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych wiele państw promuje wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Odnawialne źródła energii to te, których zasoby odnawiają się w krótkim czasie, a ich używanie nie wiąże się z długotrwałym deficytem. Zalicza się do nich energię słoneczną, wiatrową, wodną, energię z biomasy (biogaz), geotermalną czy jądrową. Energia ze źródeł odnawialnych jest na bieżąco uzupełniana w procesach naturalnych. Wzrastający udział odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym przyczynia się do oszczędzania surowców energetycznych, poprawienia stanu środowiska poprzez ograniczenie zanieczyszczenia wód i atmosfery, obniżenia emisji gazów cieplarnianych (GHS) oraz ograniczenia ilości odpadów (Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej 2000). Rozwijanie odnawialnych źródeł energii staje się wyzwaniem dla wielu państw, dążących do lepszego rozwiązywania problemów energetycznych (Jeżowski 2002). Pozwala również na realizację strategii przeciwdziałania zmianom klimatycznym poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Według raportu stowarzyszenia Compassion in World Farming (2006) za 18% światowej emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności człowieka, mierzonych za pomocą ilości CO₂, jest odpowiedzialna hodowla zwierząt. Większość z emitowanych gazów stanowią: podtlenek azotu i metan z nawozów odzwierzęcych (5,5% ogólnej emisji gazów cieplarnianych), metan z procesów trawiennych zwierząt oraz podtlenek azotu z nawozów mineralnych stosowanych w uprawie pasz.

Udział produkcji zwierzęcej w ogólnej emisji gazów cieplarnianych jako równoważnik CO₂ według Steinfeld i in. (2006) przedstawia się następująco:

- w emisji CO₂ – 38%,
- w emisji CH₄ – 31%,
- w emisji podtlenku azotu (N₂O) – 31%.

Dane zawarte w raporcie CWF (2006) wskazują, że emisja gazów cieplarnianych (GHS) związanych z produkcją hodowlaną należy do najważniejszych potencjalnych przyczyn globalnego ocieplenia wynikających z działalności człowieka. Pod względem skali emisji GHS, źródło hodowlane jest porównywalne z transportem, jednak poświęca się mu zbyt mało uwagi przy planach redukcji, chociaż - jak twierdzą niektórzy - powinien być to jeden z wiodących obszarów zainteresowania polityki ochrony środowiska.

Strategia Polski dotycząca rozwoju sektora energetycznego wskazuje, że do końca 2020 roku Polska powinna osiągnąć produkcję energii ze źródeł odnawialnych na poziomie 15% (Wiśniewski i wsp. 2007), a podstawowym kierunkiem zgodnie z „Polityką energetyczną Polski do roku 2030” ma być wykorzystanie biomasy do produkcji biogazu.

Celem procesu technologicznego, podczas którego pozyskuje się biogaz, jest utylizacja odpadów i redukcja emisji metanu do atmosfery, a następnie produkcja energii elektrycznej i ciepłej, tzw. „zielonej energii”.

Ze względu na źródło substratu i sposób pozyskiwania biogazu wyróżnia się według Hałoń (2009):

- biogaz wysypiskowy,
- biogaz z osadów ściekowych,
- biogaz otrzymywany z beztlenowej fermentacji odchodów zwierzęcych, odpadów z rzeźni, browarów, gorzelni i z innej działalności w przetwórstwie rolno-spożywczym.

2. Charakterystyka biogazu jako odnawialnego źródła energii

Produkcja energii elektrycznej z biogazu w Polsce w okresie od 2000 do 2006 roku wzrosła z 31 do 160,1 GWh, z tego biogaz uzyskany z wysypisk wynosił 92,0, z oczyszczalni ścieków 66,7, a z pozostałych źródeł 1,5 GWh (GUS, 2012). W 2007 roku Polska produkowała 1% biogazu w skali europejskiej, ale w okresie od 2000 do 2006 produkcja biogazu wzrosła ponad dwukrotnie.

Biogaz to gaz składający się głównie z metanu i ditlenku węgla uzyskiwany w procesie beztlenowej fermentacji biomasy.

Zawartość składników w biogazie według Oleszkiewicz (1999) jest następująca:

- metan – 50–75%,
- CO₂ – 25–45%,
- H₂O – 2–7%,
- Siarkowódór – 20–20000 ppm,
- N – < 2%,
- O₂ – < 1%,
- H₂ – < 1%,
- merkaptany, składniki śladowe – < 1%

Podstawowym składnikiem biogazu jest więc metan. W warunkach naturalnych metan powstaje w dnach zbiorników wodnych (oceany, jeziora), podczas erupcji wulkanów, w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy, podczas rozkładu nawozów organicznych (obornik, gnojowica).

Do antropogenicznych źródeł metanu, z których trafia on do atmosfery, można zaliczyć:

- wydobywanie węgla, gazu ziemnego i ropy naftowej,
- przetwórstwo bogactw naturalnych,
- zalane pola ryżowe – 25% globalnej emisji metanu,
- hodowla zwierząt domowych – metan powstający podczas rozkładu szczątków zwierzęcych czy roślinnych,
- składowiska odpadów i oczyszczalnie ścieków.

Ilość i skład biogazu zależy głównie od składu chemicznego poddanych fermentacji związków organicznych (tab. 1), temperatury prowadzenia procesu i czasu przetrzymywania substratów w reaktorze.

Tabela 1

Produkcja oraz zawartość podstawowych składników biogazu w zależności od składnika pokarmowego

Substrat	Produkcja biogazu $\text{dm}^3\text{kg}^{-1}$	Zawartość metanu %	Zawartość CO_2 %
Węglowodany	790	50	50
Tłuszcze	1250	68	32
Białka	700	71	29

Źródło: J. Cebula, L. Latocha, *Biogazownie rolnicze elementem gospodarczego wykorzystania pozostałości z produkcji rolniczej oraz rozwoju rozproszonej energetyki odnawialnej*. Mat. Sem. „Biogazownie rolnicze elementem gospodarczego wykorzystania biomasy w produkcji rolniczej, ochrony środowiska naturalnego oraz rozproszonej energetyki odnawialnej”, Mikołów, czerwiec 2005, s. 25–26.

W procesie fermentacji beztlenowej nawet 60% substancji organicznej (węglowodany, białka i tłuszcze) zawartej w substratach może być zamienione na biogaz, jednak z poszczególnych składników pokarmowych w przeliczeniu na metan (podstawowy składnik biogazu), powstaje różna jego ilość. Z 1kg węglowodanów uzyskuje się średnio $0,42\text{m}^3$ metanu, z 1kg białek – $0,47\text{m}^3$, a z 1kg tłuszczów – $0,75\text{m}^3$ metanu.

Biogaz najszybciej wytwarza się z surowców zawierających polisacharydy, natomiast tłuszcze charakteryzują się długim czasem rozkładu (Szewczyk, 2006). Końcowa więc wydajność biogazu jest największa w przypadku surowców tłuszczowych, a mniejsza węglowodanowych. Jednak dla krótkich czasów prowadzenia fermentacji najwięcej biogazu uzyskuje się w przypadku surowców węglowodanowych.

Polska zaliczana jest do krajów o dużym potencjale uzyskiwania biogazu z produkcji rolniczej. Realnie dostępny potencjał surowcowy produkcji biogazu w produktach ubocznych rolnictwa oszacowany został na poziomie ok. 1,7 mld m³ biogazu rocznie. Ta ilość biogazu mogłaby pokryć potrzeby odbiorców wiejskich na gaz i dodatkowo dostarczyć energię elektryczną i ciepłą.

3. Charakterystyka odchodów zwierzęcych jako potencjalne źródło produkcji biogazu rolniczego

Do naturalnych źródeł biogazu rolniczego należą odchody zwierzęce (obornik, gnojowica, pomiot kurzy), z których uwalniany do atmosfery biogaz ma negatywny wpływ na środowisko (Kowalczyk-Juśko 2009). Znaczne ilości odchodów produkują farmy wielkotowarowe w tym drobiarskie, które często nie posiadają żadnych gruntów, na których te odchody mogłyby być zagospodarowane. Wykorzystanie odchodów w procesie fermentacji do biogazu może być racjonalnym sposobem ich utylizacji, a poprzez to prowadzić do zmniejszenia obciążenia środowiska. Jest to szczególnie istotne w przypadku intensywnej produkcji drobiarskiej, gdyż odchody z ferm drobiu, ze względu na swój skład chemiczny, należą do szczególnie uciążliwych dla środowiska.

Tabela 2

Masa odchodów uzyskiwana od różnych gatunków drobiu

Gatunek drobiu	Ilość odchodów na 1 szt.(g/dobę)	Masa 1m ³ odchodów (kg)	Zawartość wody w odchodach (%)
Brojlery	65	622	68
Indyki	260	600	64
Gęsi	392	750	82
Kaczki	340	730	80

Źródło: A. Kowalczyk-Juśko, *Odchody przynoszą dochody*, „Aeroenergetyka” 2010, nr 2, s. 6.

Podstawowymi substratami do produkcji biogazu są związki organiczne. Odchody drobiowe zawierają znaczne ilości wody (64-82%), zatem udział związków organicznych jest niezbyt wysoki. Jak wynika z tabeli 2, udział wody jest zróżnicowany w zależności od gatunku drobiu. Najwięcej suchej masy zawierają odchody indyków, natomiast pomiot gęsi i kaczek zawiera znacznie więcej wody.

Podstawowym substratem, o którym wspomniano wcześniej, a który można wykorzystać w biogazowniach rolniczych, są odchody zwierząt. Chcąc zagospodarować tworzący się biogaz z odchodów zwierząt, a także ograniczyć jego niekorzystne oddziaływanie na środowisko, pierwsze biogazownie lokalizowane były przy dużych gospodarstwach hodowlanych.

W Polsce przyjmuje się, że można produkować biogaz z odchodów zwierzęcych, ale racjonalne jest to w przypadku gospodarstw rolnych o obsadzie zwierząt powyżej 100 SD. Ilość gospodarstw utrzymujących zwierzęta o obsadzie odpowiadającej 100 SD w Polsce jest znaczna i w zależności od utrzymwanego gatunku zwierząt przedstawia się następująco: utrzymujące bydło – 1300 gospodarstw; trzodę chlewną – 3000; drób – 3500 gospodarstw. Łączną ilość gospodarstw o obsadzie zwierząt powyżej 100 SD szacuje się na 7800.

Tabela 3

Charakterystyka odchodów wybranych gatunków zwierząt jako substratów do potencjalnej produkcji biogazu

Nazwa substratu	Zawartość suchej masy w t substratu (%)	Zawartość substancji organicznej, % suchej masy	Produkcja metanu m ³ /t suchej masy organicznej
Odpady z hodowli zwierzęcej			
Gnojowica bydlęca	9,5	77,4	222,5
Gnojowica świńska	6,6	76,1	301,0
Odchody drobiowe mokre ze ściółką	15,1	75,6	320,0
Odchody drobiowe podsuszone	30,0	72,7	230,0
Odchody indycze	15,1	75,6	320,0
Gnojowica krów mlecznych	8,5	85,5	154,0
Gnojówka	2,1	60,0	222,5

Źródło: A. Curkowski, A. Oniszk-Popławska, P. Mroczkowski, M. Owsik, G. Wiśniewski, *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, EC BREC IEO, Warszawa 2011.

Całkowity potencjał techniczny do produkcji biogazu rolniczego z odchodów zwierząt w Polsce szacowany jest na 674 mln m³, tj. 26,2 PJ (1PJ – odpowiada energii zawartej w ok. 23 tonach ropy naftowej), co stanowi 21% całkowitego potencjału teoretycznego.

Ilość energii uzyskanej z biogazu w zależności od gatunku zwierząt może być różna. Wpływa na to skład uzyskiwanego biogazu, który z kolei zależy od zawartości związków organicznych w substratach wykorzystywanych podczas fermentacji (tabela 3).

4. Charakterystyka odpadów przemysłu rolno-spożywczego wykorzystywanych do produkcji biogazu

W zależności od prowadzonej produkcji rolnej, do produkcji biogazu można wykorzystać oprócz nawozów zwierzęcych naturalnych, jak gnojowica, obornik czy pomiot, odpady rolne poprodukcyjne (np. odpady przetwarzania zbóż), a w razie potrzeby również rośliny energetyczne.

Bardzo wysoką wydajnością biogazu w procesie fermentacji metanowej cechują się resztki pozyskiwane z rzeźni (tabela 4). Z odchodów zwierzęcych można uzyskać ok. 40–90 m³ biogazu na tonę substratu, ze zbóż 170–220 m³/t, a z odpadów z ubojni aż 250–480 m³/t. Wykorzystanie tych odpadów w biogazowniach rozwiązuje jednocześnie problem niebezpiecznych dla zdrowia ludzkiego odpadów.

Ze względu na zwiększenie różnorodności substratów do produkcji biogazu jak również zabezpieczenie ciągłości dostaw surowca oraz wysoką wydajność biogazu z odpadów przemysłu rolno-spożywczego, inwestorzy coraz częściej zaczęli lokalizować biogazownie rolnicze przy zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego.

W tabeli 4 przedstawiono potencjalną produkcję biogazu, z substratów pochodzących z przemysłu rolno-spożywczego oraz zawartość substancji organicznej, z której uzyskiwany jest biogaz.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 4, produkcja biogazu w zależności od rodzaju produktu ulegającego fermentacji jest zróżnicowana. Największą ilość biogazu w przeliczeniu na metan można uzyskać z odseparowanej tkanki tłuszczowej oraz odpadów poflotacyjnych z rzeźni, a następnie z odpadów przy produkcji serów i oleju.

Do fermentacji metanowej wykorzystane mogą być niemal wszystkie substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, jednak, aby był to proces efektywny, ważne jest ich odpowiednie dobranie.

Tabela 4

Charakterystyka wybranych substratów z przetwórstwa rolno-spożywczego i potencjalna produkcja biogazu

Nazwa substratu	Procentowa zawartość suchej masy w t substratu	Procentowa zawartość substancji organicznej w suchej masie	Produkcja biogazu w przeliczeniu na metan, m ³ /t s. m. o.
Odpady poubojowe			
Osady po flotacji z rzeźni	14,6	90,6	680,0
Zawartość żołądków bydłych	15,0	84,0	264,0
Odseparowana tkanka tłuszczowa	34,3	49,1	700,0
Przetwórstwo spożywcze			
Odpady i resztki owoców	45,0	61,5	400,0
Odpady i pozostałości warzyw	13,6	80,2	370,0
Melasa	81,7	92,5	301,6
Wysłodziny browarnicze	20,5	81,2	545,1
Wywar gorzelniany ziemniaczany	13,6	89,5	387,7
Odpady przy produkcji oleju	78,8	97,0	600,0
Serwatka	5,4	86,0	383,3
Odpady z produkcji serów	79,3	94,0	610,2
Odpady piekarnicze	87,7	97,1	403,4

Źródło: A. Curkowski, A. Oniszk-Popławska, P. Mroczkowski, M. Owsik, G. Wiśniewski, *Prze-wodnik...*

Generalnie świeże odchody zwierząt zawierają niskie stężenie substancji organicznej, dlatego też mogą być uzupełniane innymi produktami odpadowymi dostępnymi na lokalnym rynku. W Austrii jako substrat najczęściej stosuje się kombinacje roślin (63% wsadu), odchodów zwierzęcych (31%) i odpadów organicznych (6%). Mogą to być odpady z rzeźni, pozostałości przy przetwarzaniu surowców roślinnych czy biomasa z celowo prowadzonych upraw polowych.

Obecnie istnieją już technologie, w których do produkcji biogazu można wykorzystywać różne substraty, jednak należy pamiętać, aby zmiany substratu w czasie dokonywać stopniowo. Do produkcji biogazu można wykorzystać praktycznie każdy rodzaj biomasy, pod warunkiem, że nie zawiera substancji toksycznych.

5. Technologiczny aspekt uzyskiwania biogazu z odpadów rolniczych

Podstawowymi substratami w fermentatorach (zbiornikach) są substancje organiczne, ale poza nimi do wzrostu mikroorganizmów w komorze fermentacyjnej potrzebne są również tzw. podłoża (pożywki), które zawierają rozpuszczalne formy potasu, sodu, żelaza, magnezu i wapnia oraz takie pierwiastki śladowe jak: molibden, mangan, Cu, Co, Zn, Ni, Se, W (Lewandowski, 2006; Grzesik, 2006).

O szybkości wytwarzania biogazu decyduje etap metanogenezy. Jedną z przyczyn opóźnień w przebiegu powstawania metanu mogą być inhibitory powstawania biogazu, czyli substancje, które już w niewielkich ilościach działają toksycznie na bakterie i zakłócają proces rozkładu. Mogą one pochodzić z pożywki lub powstawać na poszczególnych etapach rozkładu masy organicznej. Należą do nich antybiotyki, środki dezynfekcyjne, rozpuszczalniki, środki chwastobójcze, sole i metale ciężkie. Również zbyt duża ilość określonych związków chemicznych może hamować proces fermentacji.

W całym procesie technologicznym produkcji biogazu w biogazowni rolniczej można wyróżnić następujące etapy:

1. Dostarczenie, składowanie i przygotowanie substratów.
2. Wprowadzenie substratów (wsadu) do komory fermentacyjnej.
3. Uzyskiwanie biogazu.
4. Uzdatnianie i zagospodarowanie odpadów pofermentacyjnych.
5. Uzdatnianie i wykorzystanie biogazu.

Odpady na początku cyklu technologicznego zostają poddane mechanicznej obróbce z udziałem wody. Tak przygotowany wsad poddawany jest higienizacji termicznej, a następnie kierowany do bioreaktora, gdzie zachodzi proces fermentacji metanowej (Kujawski, 2009).

Po uzyskaniu biogazu pozostają odpady pofermentacyjne, które należy zagospodarować. Pozostałości po fermentacji następczą jednak znacznie mniej problemów niż odchody świeże, ponieważ następuje zmiana ich właściwości: brak zapachu, obniżona emisja amoniaku, lepsza przyswajalność składników (Dach, 2009). Odpady pofermentacyjne mogą być suszone, w wyniku czego uzyskuje się nawóz, który z powodzeniem może zastąpić nawozy mineralne stosowane w rolnictwie.

Przed podjęciem decyzji co do instalowania biogazowni rolniczej w gospodarstwach należy jednak dokonać rozpoznania dotyczącego ilości surowca do zagospodarowania, zapewnić ciągły dostęp do substratów oraz zaplanować tryb dostarczania ich do instalacji biogazowni.

6. Perspektywy rozwoju biogazowni w Polsce

Według Instytutu Energetyki Odnawialnej przy systemie wspierania małych biogazowni należy uwzględnić następujące czynniki decydujące o opłacalności: wielkość areалу pod uprawy, wielkość pól do nawożenia pozostałością pofermentacyjną oraz pogłowie zwierząt, których odchody będą wykorzystane jako wsad.

W 2007 roku powstał w Polsce plan wspierania biogazowni mający na celu budowę 1000 obiektów biogazowych w Polsce, zaś od 2008 roku powstaje program, według którego ilość biogazowni ma wynosić około 2500.

W 2010 roku Rada Ministrów na podstawie potencjału teoretycznego naszego rolnictwa odnośnie do produkcji biogazu (5 mld m³) przyjęła program „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce” i założyła w nim, że w każdej gminie do 2020 roku powstanie przeciętnie jedna biogazownia rolnicza. Program ten zakłada wykorzystanie jako substratów dla biogazowni rolniczych w pierwszej kolejności płynnych i stałych odchodów zwierzęcych oraz produktów ubocznych i pozostałości przemysłu rolno-spożywczego (Kupczyk, 2009). Według tych założeń pełne wykorzystanie odpadów rolno-spożywczych w Polsce mogłoby ograniczyć import gazu ziemnego o ok. 35% (Kotowski, 2006). Produkcja energii elektrycznej z biogazu uzyskanego z odpadów odzwierzęcych w gospodarstwach rolnych mogłaby obniżyć ilość zużywanej energii z sieci zewnętrznych oraz zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych. Uzyskiwane nadwyżki energii użytkownicy biogazowni mogliby odsprzedać, przez co koszty eksploatacji urządzeń mogłyby być mniejsze.

Produkcja energii z biogazu przyczyniłaby się do tworzenia nowych miejsc pracy w środowisku lokalnym związanych z eksploatacją instalacji i urządzeń, a także do wykorzystania obszarów o niskiej użyteczności rolnej lub nieuprawianych rolniczo.

Jednak biogazownie są to inwestycje drogie i potrzebują odpowiedniego wsparcia finansowego. Koszt uruchomienia 1 biogazowni to 10–15 mln złotych plus 15–20%. Gdyby przyjąć publiczne wsparcie rządu 50%, to i tak są to bardzo duże koszty. Również utrzymanie biogazowni rolniczej nie jest obecnie zbyt rentowne. Jak wynika z obliczeń przeprowadzonych przez Szwarc i in. (2013) okres zwrotu kosztów zainwestowanych w biogazownię może wynosić od kilku do kilkunastu lat.

Zgodnie z założeniami programu „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce” ilość produkowanego biogazu rolniczego w 2013 roku miała wynieść około 1mld m³. Okazało się jednak, że faktyczna produkcja była zaledwie na poziomie 130 mln m³, czyli 1/5 tego, co zakładano. Wynikło to prawdopodobnie z tego, że w tym czasie pogorszyły się warunki rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce, a inwestowanie w biogazownie, w tym rolnicze, napotkało wiele przeszkód, do których ogólnie zaliczyć należy bariery prawne, uwarunkowania społeczne, a także problemy z finansowaniem inwestycji.

Główną przyczyną istniejącego stanu jest zapewne brak ustawy o OZE. W grudniu 2013 roku Ministerstwo Gospodarki przedstawiło co prawda kolejny już projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii, jednak nadal ustawa nie jest uchwalona. Skomplikowany proces pozyskiwania pozwoleń na prowadzenie biogazowni, kłopoty z przyłączeniem do sieci energetycznej, brak lokalnych programów obejmujących dostawy substratów do produkcji biogazu to następne ograniczenia rozwoju biogazowni w Polsce. Kolejnym bardzo ważnym problemem jest brak dostatecznej świadomości i wiedzy w społeczeństwie na temat odnawialnych źródeł energii, ich wpływu na życie i zdrowie ludzi. Następną barierą jest duża niepewność co do systemu wsparcia powstających inwestycji. Na nowe przepisy dotyczące finansowania inwestycji związanych z odnawialnymi źródłami energii czekają banki, w związku z czym istnieje mała szansa na pozyskiwanie odpowiednich funduszy na ten cel.

Biogazownie do niedawna były wspierane zielonymi i żółtymi certyfikatami. Obecnie wygasł system żółtych certyfikatów, który wspomagał wytwarzanie prądu i ciepła, natomiast wsparcie zielonymi certyfikatami spadło o połowę. Inwestorzy czekają więc na stabilizację i na jasne reguły gry.

W chwili obecnej kładziony jest nacisk na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, jednak w praktyce bardzo trudno jest wytwarzać tzw. zieloną energię i zarobić na tym pieniądze. Szybszy rozwój biogazowni w Polsce może nastąpić po usunięciu barier instytucjonalno-prawnych oraz zastosowaniu odpowiednio dobranych bodźców ekonomicznych, które wpływają na powstanie rynku usług i zaplecza technicznego dla instalacji biogazowych. W celu skutecznej realizacji rozwoju biogazowni muszą zostać wprowadzone zmiany w przepisach prawa związanych z określeniem parametrów jakościowych biogazu rolniczego wprowadzanego do sieci, sposobu przeliczania ilości wytworzonego biogazu na ilość energii elektrycznej, zmiany dotyczące nawozów i nawożenia z wykorzystaniem pozostałości pofermentacyjnych z biogazowni rolniczych i inne.

Podsumowanie

Wysokie koszty przygotowania inwestycji oraz wysokie początkowe nakłady na inwestycje hamują co prawda rozwój biogazowni rolniczych, jednak mimo różnych niekorzystnych czynników wydaje się, że rozwój produkcji biogazu w Polsce będzie postępował. Podstawą do tego wydaje się chociażby fakt związany ze znacznymi stratami energii elektrycznej i ciepłej podczas przesyłania ich na duże odległości. Energia zmagazynowana w związkach chemicznych wchodzących w skład biogazu nie podlega tak dużym stratom i podobnie jak gaz może być przesyłana na duże odległości.

Doprecyzowanie więc przepisów dotyczących warunków technicznych, usytuowania biogazowni, wsparcia finansowego rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce wpłynie korzystnie na rozwój biogazowni, w tym rolniczych.

Pozostaje więc czekać na zmianę przepisów, aby biogazownie rolnicze w Polsce mogły się szybciej rozwijać.

Bibliografia

- Cebula J., Latocha L., *Biogazownie rolnicze elementem gospodarczego wykorzystania pozostałości z produkcji rolniczej oraz rozwoju rozproszonej energetyki odnawialnej*, Mat. Sem. „Biogazownie rolnicze elementem gospodarczego wykorzystania biomasy w produkcji rolniczej, ochrony środowiska naturalnego oraz rozproszonej energetyki odnawialnej”. Mikołów, 25–26 czerwca 2005.
- Curkowski A., Oniszk-Popławska A., Mroczkowski P., Owsik M., Wiśniewski G., *Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych*, EC BREC IEO, Warszawa 2011.
- Dach J., *Możliwości i problemy przy wykorzystaniu pomiotu kurzego do produkcji biogazu*, Spotkanie Hodowców Drobiu, Przysiek 2009.
- Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych (Dz. Urz. L283/33 z dnia 27.09.2001).
- Grzesik K., *Wykorzystanie biogazu jako źródła energii*, www.zielone-prady/referaty. K.Grzesik pdf, 2006.
- GUS, *Energia ze źródeł odnawialnych w 2011 r*, Warszawa 2012.
- Hałoń P., *Rynek energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej WSE w Tarnowie 2009, 2 (13), 1,35–51.
- Jabłoński W., Wnuk J., *Źródła energii w polityce energetycznej Unii Europejskiej i Polski*. Wyższa Szkoła Zarządzania i Marketingu w Sosnowcu, Sosnowiec 2004.

- Jeżowski S., *Rośliny energetyczne – produktywność oraz aspekt ekonomiczny, środowiskowy i socjalny ich wykorzystania jako ekobiopaliwa*, „Postępy Nauk Rolniczych” 2001, 3, 61–73.
- Jeżowski S., *Surowce odnawialne to ważny obiekt zainteresowania dla agrofizyki u progu XXI wieku*, „Acta Agrophysica” 2002, 60, 91–98.
- Kotowski W., *Biogazownia i elektrociepłownia nawet przy gorzelni*, Gigawat Energia 2006, 12.
- Kowalczyk-Juśko A., *Energia ze śmieci*, „Agroenergetyka” 2009, 1, 6.
- Kowalczyk-Juśko A., *Odchody przynoszą dochody*, „Agroenergetyka” 2010, 2, 6.
- Kujawski O., *„Przegląd technologii produkcji biogazu”, Cz.II*, LinnoTec Burgdorf. „Czysta energia” 2009, 12.
- Kupczyk A., *Odnawialne źródła energii na trudne i zmienne czasy w mleczarstwie*. XXVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Problemy gospodarki energią i środowiskiem w przemyśle mleczarskim”, Stryków k. Łodzi 1–4 września 2009, 1–11.
- Lewandowski W., *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2006.
- Oleszkiewicz J.A., *Eksploatacja składowiska odpadów. Poradnik decydenta*, Lem PROJEKT s.c., Kraków 1999.
- Pierścieniak M., Bartkiewicz B., *Zagospodarowanie biogazu powstającego w procesie fermentacji metanowej w oczyszczalniach ścieków*, Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych 2011, 47, 47–61.
- Raport Stowarzyszenia Compassion in World Farming. Climate change in farm animal welfare. River Court, Mill Lane Godalming surrey GU7 1EZ, UK 2006.
- Sadowski T., Świdorski G., Lewandowski W., *Wykorzystanie odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii w Polsce i w krajach UE*, „Energetyka i Ekologia” 2008, 04, 289–295.
- Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej*, Warszawa 2000.
- Szewczyk A., *Wpływ składu substratów na ilość i skład biogazu*, Agroenergetyka.pl. 2006.
- Szwarc M., Będkowski W., Kupczyk A., *Biogazownia rolnicza – czy to się opłaca*, „Przegląd Hodowlany” 2013, 4, 30–32.
- Wiśniewski G., Kassenberg A., Ruciński D., *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020*, opracowanie IEO/INE dla Ministerstwa Gospodarki 2007.
- Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r. „Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku”.

Ecological aspect of utilization of agricultural feedstock**Summary**

To the end of 2020, Poland should reach production of energy from renewable sources at level of 15% and the basic direction is to be the use of biomass for biogas production. Whereas livestock production is responsible for 18% of greenhouse gas emission (GHG) which are a major contribution to climate change, therefore development of biogas derived from excreta and by-products from the agro-food industry is very important for dissolution energy problems as well as preventing changes climate scenario. In order to develop agricultural biogas production must be overcome many barriers which make difficult of biogas production.

Translated by: *Teresa Banaszkiewicz*