

Jakub SIKORA¹, Anna SZELAĞ-SIKORA¹, Michał CUPIAŁ¹, Marcin NIEMIEC²
i Anna KLIMAS³

MOŻLIWOŚĆ WYTWARZANIA BIOGAZU NA CELE ENERGETYCZNE W GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH

BIOGAS PRODUCTION POTENTIAL FOR ENERGY PURPOSES IN ECOLOGICAL FARMS

Abstrakt: Celem pracy było wykazanie możliwości zastosowania małych biogazowni rolniczych w gospodarstwach ekologicznych na przykładzie gospodarstw zlokalizowanych na terenie gmin powiatu staszowskiego. Gospodarstwa te ukierunkowały się na ekologię jeszcze w latach 90. ubiegłego wieku. Rolnictwo ekologiczne oznacza system gospodarowania o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej w obrębie gospodarstwa oparty na środkach pochodzenia biologicznego i mineralnego, nieprzetworzonych technologicznie. Większość gospodarstw konwencjonalnych na terenie powiatu staszowskiego posiada słabo rozwinięte zaplecze techniczne i prowadzi gospodarkę ekstensywną, co ułatwia ich przestawienie na produkcję ekologiczną. Zasadniczą przyczyną w gospodarstwach ekologicznych zubażania gleby w składniki pokarmowe jest ich „wywożenie” z gospodarstwa wraz ze sprzedawanymi płodami rolnymi. Poza wywożeniem składników pokarmowych z płodami rolnymi następują ich straty poprzez wymywanie. Nawożenie w gospodarstwach ekologicznych oparte jest na masach odpadowych z produkcji zwierzęcej (obornik, gnojówka, gnojowica). Problemem podczas nawożenia nawozami naturalnymi w gospodarstwach ekologicznych jest wprowadzanie w obieg nasion chwastów, które występują w tych masach.

Słowa kluczowe: gospodarstwo ekologiczne, energia odnawialna, biogaz

Walka z chwastami w gospodarstwach ekologicznych jest uciążliwa i pracochłonna, co podnosi koszty produkcji. Tym samym uzasadnione wydaje się być stosowanie mineralizacji nawozów naturalnych w procesie fermentacji metanowej. Po fermentacji aerobowej otrzymujemy pełnowartościowy nawóz biologiczny niezawierający nasion chwastów. W procesie fermentacji metanowej można osiągnąć rozkład masy organicznej nawet do 90%. Proces zgazowywania powoduje koncentrację składników mineralnych w masie nawozowej, która jest niezbędna w stosowanych technologiach uprawy roślin w gospodarstwach ekologicznych. Wielu autorów zajmujących się fermentacją beztlenową podkreśla znaczenie mineralizacji masy podczas tego procesu zwłaszcza w osadach ściekowych przeznaczonych do nawożenia lub kompostowania [1, 2].

Dodatkowym aspektem są korzyści ekonomiczne, bowiem dochody ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej wytworzonej w biogazowni spowodują dywersyfikację dochodów w gospodarstwach ekologicznych.

Praca przedstawia skalę rozwoju rolnictwa ekologicznego w powiecie staszowskim i możliwość wykorzystania mas odpadowych w biogazowniach. W roku 2011 w powiecie staszowskim było 131 gospodarstw ekologicznych, co stanowi 0,92% wszystkich

¹ Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, ul. Balicka 116b, 30-149 Kraków, tel. 12 662 46 60, email: Jakub.Sikora@ur.krakow.pl

² Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Wydział Rolno-Ekonomiczny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, tel./fax 12 662 43 41

³ TÜV Rheinland Polska Sp. z o.o., Park Kingi 1, 32-020 Wieliczka, tel. 12 288 30 90, email: anna.klimas@pl.tuv.com

* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'12, Zakopane, 10-13.10.2012

gospodarstw na tym terenie. W 2006 roku było ich 63, a zatem wskaźnik wzrostu tych gospodarstw w powiecie wynosił 107,9%. Dla porównania w kraju kształtował się na poziomie 15%.

Aktualny i przyszły rozwój rolnictwa ekologicznego jest ściśle związany z jego konkurencyjnością wobec innych systemów rolniczych. Produkcja ekologiczna w gospodarstwach średnich i małych na badanym terenie wydaje się być alternatywą, jak również szansą na przetrwanie tych jednostek jako producentów rolnych. Ostatnie lata w rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce charakteryzują się stałą dynamiką wzrostu liczby gospodarstw ekologicznych, powierzchni upraw, a także liczby przetwórci. W 2008 roku liczba producentów w rolnictwie „Eko” wynosiła 14 896, co stanowi w porównaniu do 2007 roku wzrost o około 28%, zaś liczba przetwórci ekologicznych wynosiła 236. Znacząco wzrosła powierzchnia upraw ekologicznych, osiągając w 2008 roku poziom 314 848 ha, co stanowi w porównaniu z 2007 rokiem wzrost o prawie 30%. Ostatnie dostępne dane wskazują, że w 2012 roku liczba gospodarstw ekologicznych wynosiła 25 944, z czego najwięcej ekologicznych gospodarstw rolnych było w województwach: warmińsko-mazurskim (3793), zachodniopomorskim (3579) i podlaskim (2924). Ze względu na liczbę przetwórci dominują natomiast województwa mazowieckie (59), wielkopolskie (42) oraz lubelskie (36). Największa powierzchnia użytkowana ekologicznie w 2012 roku znajdowała się w województwach: zachodniopomorskim (135 366,80 ha), warmińsko-mazurskim (112 945,30 ha) oraz podlaskim (55 804,15 ha). Powierzchnia upraw użytkowanych zgodnie z przepisami o rolnictwie ekologicznym wyniosła w 2012 roku w sumie ponad 661 687 ha. Jest to 10% wzrost w odniesieniu do 2011 roku [3].

Produkcja ekologiczna w Polsce skupia się przede wszystkim na produkcji roślinnej. Głównym produktem „Eko” są warzywa, owoce oraz zboża. W produkcji zwierzęcej pierwsze miejsce zajmuje drób nieśny, dalej rzeźny oraz bydło mleczne i mięsno-mleczne, owce i trzoda chlewna. W przypadku produktów pochodzenia zwierzęcego większość stanowi produkcja mleka, która wynosi średnio 3,5-4 tys. litrów rocznie od jednej krowy. Rynek produktów ekologicznych w Polsce ciągle rośnie. Rolnicy dostarczają na rynek szereg gatunków owoców i warzyw wyprodukowanych metodami ekologicznymi. Ekologiczne sery i produkowane wędliny również charakteryzują się niepowtarzalnymi walorami smakowymi.

W województwie świętokrzyskim produkcję metodami ekologicznymi prowadzi 1197 gospodarstw, z czego blisko 700 posiada certyfikat zgodności produkcji z zasadami rolnictwa ekologicznego. Produkcja ekologiczna jest prowadzona na powierzchni 10 646 ha użytków rolnych. Rolnicy, aby ułatwić sobie możliwość zbytu produktów, łączą swoje działania, tworząc grupy producentów rolnych. Na terenie województwa świętokrzyskiego działają dwie takie grupy w Kijach i Ostrowcu Świętokrzyskim. Skupiają one głównie producentów warzyw i owoców. Choć na terenie powiatu staszowskiego takich grup nie utworzono, to chętni rolnicy mogą być członkami istniejących. Obszarem działania stowarzyszeń jest teren całego kraju oraz zagranica. Współpraca w ramach grup producenckich jest jedyną szansą zaistnienia świętokrzyskich rolników na rynku krajowym i europejskim [3].

W ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 rolnictwo ekologiczne jest wspierane formą płatności rolno-środowiskowych, jak też poprzez działanie: „Działania informacyjne i promocyjne”, a także „Uczestnictwo rolników

w systemach jakości żywności”. W ramach drugiego z wymienionych działań zwracane są producentowi rolnemu (rolnikowi) „koszty stałe” związane z uczestnictwem w systemie, tj. koszty poniesione na wprowadzenie wspieranego systemu jakości żywności, roczna składka za udział w tym systemie oraz koszty związane z wydatkami na wymagane kontrole sprawdzenia zgodności z wymaganiami systemu. W ramach działania wsparcie przysługuje wyłącznie producentom rolnym wytwarzającym produkty rolne przeznaczone do spożycia przez ludzi. Odchodzi się zatem od wspierania producentów rolnych, którzy nie wytwarzają produktów w celu wprowadzenia ich do obrotu. W przypadku rolnictwa ekologicznego maksymalne wsparcie dla producenta zostało określone na poziomie 996 zł/rok przez pięć lat. W dniu 7 grudnia 2011 r. Komisja Europejska wyraziła zgodę na podniesienie maksymalnej kwoty wsparcia dla producentów rolnych w przypadku wspólnotowego systemu jakości żywności - rolnictwo ekologiczne do wysokości 3000 zł. Zwiększona stawka wsparcia będzie obowiązywała od momentu wprowadzenia zmiany do treści PROW 2007-2013 oraz rozporządzenia wykonawczego dla działania „Uczestnictwo rolników w systemach jakości żywności”. Przewidywany budżet działania w ramach PROW 2007-2013 wynosi 30 mln euro [3].

Problematykę potencjału rolniczych surowców w aspekcie produkcji biogazu, pochodzących z gospodarstw ekologicznych, porusza w swych pracach wielu autorów [4, 5], wskazując równocześnie na istotność i aktualność omawianego zagadnienia. Ostateczna ilość metanu, dająca się uzyskać z używanych podłoży rolniczych, jest określona poprzez zawartości białek, węglowodanów i tłuszczów. Przykładowo, z 1 kg suchej masy organicznej w wyniku anaerobowej fermentacji białka uzyskuje się od 0,6 do 0,7 m³ biogazu, w przypadku węglowodanów jest to 0,8-0,9 m³, a tłuszczów - od 1,2 do 1,5 m³ [6]. Ponadto o stabilnym przebiegu procesu decyduje również stosunek C:N w używanym podłożu. Jeśli ten stosunek jest za wysoki, nie może dojść do całkowitej przemiany węgla, a tym samym nie można uzyskać właściwej wydajności procesu. W odwrotnym przypadku, przy nadmiarze azotu może dojść do powstania amoniaku (NH₃), który już w niewielkich stężeniach hamuje wzrost bakterii i może doprowadzić nawet do zniszczenia całej populacji. Do prawidłowego przebiegu procesu stosunek węgla do azotu (C:N) powinien kształtować się w zakresie od 10 do 40. Aby bakterie otrzymywały z podłoża dostateczną porcję substancji pokarmowych, optymalny stosunek węgla, azotu, fosforu i siarki (C:N:P:S) powinien wynosić 600:15:5:1 [7-10].

Mimo wyraźnej tendencji zwiększenia zainteresowania produkcją biogazu, w rolnictwie nadal często brakuje odpowiedniej wiedzy i technologii. Wiedza z zakresu instalacji biogazowych oparta jest głównie na doświadczeniach niemieckich, gdzie znaczenie wcześniej wdrożono szereg procedur do praktyki [11, 12]. Udana wdrożenie jak największej ilości projektów związanych z instalacjami odzysku biogazu wymagać będzie przynajmniej ich wdrożeniowego przeprowadzenia i przekazywania informacji na drodze od rolnictwa do technologii energetycznych wraz z wszystkimi aspektami prawnymi, ekologicznymi, administracyjnymi, organizacyjnymi i logistycznymi [13].

Biogazownie rolnicze wykorzystują jako substraty między innymi produkty upraw, np. kukurydzy czy buraków cukrowych. Sprzedaż tych produktów może być dla rolników źródłem dochodu alternatywnym dla sprzedaży roślinności do przemysłu spożywczego. Biogazownie utylizacyjne i rolniczo-utylizacyjne mogą jako substrat wykorzystywać m.in. odpady poubojowe kategorii K2 i K3. Utylizacja odpadów tego typu wiąże się

z poniesieniem nakładów przez ubojnię. Nakłady te mogą być dodatkowym źródłem przychodu dla biogazowni.

Substratami dla biogazowni może być zdecydowana większość substancji organicznych. Pozwala to na produkcję biogazu z uciążliwych odpadów. Trzeba jednak pamiętać o tym, że poddane procesowi fermentacji odpady zanieczyszczone zbyt dużą ilością antybiotyków, środków dezynfekujących, rozpuszczalników, pestycydów, soli lub metali ciężkich mogą znacznie zakłócić proces powstawania metanu i/lub sprawić, że pulpa pofermentacyjna nie będzie się nadawała do nawożenia. W tym kontekście pozyskiwanie wsadu z produkcji ekologicznych eliminuje niebezpieczeństwo występowania wyżej wymienionych szkodliwych czynników [6].

Podstawową biomasą uprawianą dla potrzeb biogazowni jest kukurydza. Zwiększenie zapotrzebowania na rośliny, które mogą być substratem dla biogazowni, zwiększa możliwości wykorzystania gruntów rolnych, które nie są wykorzystywane ze względu na sytuację na rynku spożywczym. W okresie wegetacji, po rozdrobieniu, może być stosowana bezpośrednio. Dla zapewnienia ciągłości technologicznego funkcjonowania biogazowni niezbędne jest zakonserwowanie biomasy poprzez kiszenie. Plony kukurydzy zbierane z hektara są różne, ale średnio wynoszą 75 t świeżej masy. Hodowla kukurydzy ukierunkowana jest między innymi na selekcję odmian gwarantujących lepszy plon biogazu z 1 ha i większą produkcję gazu na kg substratu. Odmiany te powinny być odpowiednio wczesne, tak, żeby w latach chłodnych można osiągnąć 30% s.m. Zapobiega się wówczas stratom spowodowanym wyciekaniem soku i nieproduktywnemu transportowi wody. Przechowywanie kiszonki kukurydzy odbywa się w silosie przejazdowym pod przykryciem folii plastikowej. Po zakończeniu fazy kiszenia (od 4 do 6 tygodni) kiszonka nadaje się bezpośrednio do użytku w instalacji biogazowej. Warunkiem w produkcji kiszonek jest właściwy czas zbioru, który powinien być przeprowadzony przy zawartości suchej masy 28-30%. Mniejsza zawartość suchej masy przyczynia się do zwiększonych strat w gospodarce wodą, a większa uniemożliwia prawidłowe ugniecenie. Istotną dla procesu kiszenia jest również długość siewki (4-6 mm) oraz warstwowe ugniecenie. Wyboru odmian do produkcji biogazu dokonuje się, uwzględniając produkcję wysokich plonów strawnej suchej masy na określonym stanowisku. Zalecenia uprawowe dla kukurydzy w wilgotnych i chłodnych warunkach Polski do produkcji biogazu to: zwiększona obsada (+10%), opóźniony siew zgodny z miejscowymi warunkami, dobór odmian wczesnych, tolerancyjnych na chłód, stabilnych. Perspektywy rozwoju rynku biogazowego to również produkcja wyselekcjonowanych roślin, tzw. energetycznych, w systemie rotacyjnym bez konkurencji z uprawami na cele produkcji żywności i pasz. Rośliny uprawiane na biomasę w celach energetycznych to między innymi miskant olbrzymi, ślaziovec pensylwański, topinambur. Rośliny te budzą zainteresowanie ze względu na wydajność biomasy z hektara oraz porównywalną do kukurydzy wydajność biogazową z jednostki masy. Prowadzone szeroko w wielu krajach badania pozwolą wkrótce odpowiedzieć, które z upraw przeznaczonych na biogaz są optymalne na danym stanowisku pod względem ekonomicznym i ekologicznym, biorąc pod uwagę indywidualne uwarunkowania gospodarstw. W przypadku nowych, alternatywnych upraw z przeznaczeniem na produkcję biogazu zapoczątkowana została hodowla odmian specjalnie przystosowanych do tego typu produkcji. Kompromisowym rozwiązaniem jest uprawa tradycyjnych odmian tych gatunków i wykorzystanie do produkcji biogazu kiszonki z całych roślin przy zastosowaniu

biomasy z nawozów naturalnych, gdzie zostaje zachowane pH i optymalny stosunek C:N. Wydaje się, że w gospodarstwach ekologicznych można prowadzić pozyskiwanie energii z biomasy przy zachowaniu równowagi biologicznej. W obiektach Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki UR w Krakowie znajdują się doświadczalne poletka roślin energetycznych.

Ze względu na wartość energetyczną biogaz może być wykorzystywany wielokierunkowo: do wytwarzania energii cieplnej, energii elektrycznej oraz do skojarzenia produkcji energii elektrycznej i cieplnej. Z kolei wytworzone ciepło może służyć do ogrzewania komór fermentacyjnych oraz pomieszczeń produkcyjnych i budynków mieszkalnych. Ciepło odzyskane z gazów w procesie spalania biogazu może znaleźć zastosowanie w operacjach suszenia różnych surowców. Biogaz sprężony w butlach może być stosowany jako paliwo do traktorów. Technologie produkcji ciepła i elektryczności, które wykorzystują odpady organiczne i specjalnie uprawiane rośliny energetyczne, należą na chwilę obecną do jednych z najtańszych i przyjaznych dla środowiska naturalnego form wytwarzania energii. Produkowany w ten sposób biogaz może być źródłem energii dla wodnych kotłów gazowych lub jako paliwo stosowane w spalinowych silnikach pracujących w układach kogeneracyjnych, a więc w systemach pośrednich w produkcji energii elektrycznej. Produkowany biogaz w części przeznaczony może być również na produkcję ciepła i utrzymanie odpowiednich warunków termicznych, w których zachodzi proces fermentacji.

Materiał i metody

Dane zawarte w analizach pracy pozyskano z materiałów i opracowań empirycznych Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, opracowań GUS oraz z wywiadu bezpośrednio przeprowadzonego u rolnika. Dane dotyczące ilości obiektów na terenie gmin powiatu staszowskiego pozyskano w Ośrodkach Doradztwa Rolniczego w Modliszewicach i Staszowie. Pozyskane dane w postaci analogowej wprowadzono do arkusza kalkulacyjnego i przeprowadzono analizę w przyjętym okresie czasu. Wywiady były przeprowadzone bezpośrednio z właścicielami gospodarstw, którzy na potrzeby realizacji badań udostępniłi m.in. swoje wnioski o przyznanie płatności bezpośrednich i płatności z tytułu prowadzenia produkcji rolniczej zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego oraz tzw. plany rolno-środowiskowe. Wspomniane dokumenty składane są do Agencji Rozwoju i Modernizacji Rolnictwa. Zebrane informacje dotyczyły okresu 2006-2010, jak również opinii na temat lat poprzednich.

Merytoryczny zakres pytań zamieszczonych w opracowanym arkuszu, który był wykorzystywany w trakcie badań terenowych, pozwolił ustalić kierunki działalności, główne źródła dochodu i problematykę związane z prowadzeniem gospodarstw ekologicznych w kontekście produkcji biogazu. Podjęta tematyka badań wpisuje się w politykę Polski w zakresie wzmocnienia potencjału odnawialnych źródeł energii. Główne cele wyznaczone w projekcie Polityki energetycznej Polski do 2030 r. w zakresie rozwoju wykorzystania OZE obejmują m.in. wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii do poziomu 15% w 2020 r. oraz do 20% w 2030 r., ochronę lasów przed nadmiernym eksploatowaniem w celu pozyskiwania biomasy oraz zrównoważone wykorzystanie obszarów rolniczych na cele OZE, w tym biopaliw, tak aby

nie doprowadzić do konkurencji pomiędzy energetyką odnawialną i rolnictwem. W dniu 13 lipca 2010 r. Rada Ministrów przyjęła opracowany przez Ministerstwo Gospodarki we współpracy z Ministerstwem Rolnictwa i Rozwoju Wsi dokument „Kierunki rozwoju biogazowni rolniczych w Polsce w latach 2010-2020”. Dokument zakłada, że w każdej polskiej gminie do 2020 r. powstanie średnio jedna biogazownia, wykorzystująca biomasę pochodzenia rolniczego przy założeniu posiadania przez gminę odpowiednich warunków do uruchomienia takiego przedsięwzięcia. Dokument opracowano w celu stworzenia optymalnych warunków do rozwoju instalacji wytwarzających biogaz rolniczy, wskazania możliwości współfinansowania tego typu instalacji ze środków publicznych oraz przeprowadzenia stosownych działań edukacyjno-promocyjnych w zakresie budowy i eksploatacji biogazowni rolniczych. Przewiduje się, że biogazownie będą powstawać w tych gminach, w których występują duże zasoby areалу, z którego można pozyskiwać biomasę, co jest swego rodzaju harmonizacją działań krajowych z priorytetami Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej [14].

Wyniki i dyskusja

Jak podkreślają rolnicy, głównym problemem wzrostu efektywności prowadzenia ekologicznej produkcji żywności jest niska świadomość konsumentów, trudności z zaopatrzeniem w środki do produkcji ekologicznej, niska opłacalność, duże nakłady. Różnorodna działalność w gospodarstwie wymaga dużej wiedzy przyrodniczej, stałej obserwacji przyrody, dobrej organizacji pracy oraz dużego zaangażowania. Zdaniem rolników, jest to dziedzina dla pasjonatów, którzy rozumieją zasady ekologii, znają jakość produktów ekologicznych, ich skład, tj. zawartość suchej masy, witamin, składników mineralnych, lepszy smak, zapach oraz brak pozostałości substancji szkodliwych. Wydaje się, że poszukiwanie alternatywy w postaci dywersyfikacji przychodów w gospodarstwach ekologicznych, zakładając mikrobiogazownie rolnicze, daje podwójne korzyści z wprowadzania tego typu rozwiązań. Z jednej strony gospodarstwa otrzymają cenny nawóz organiczny w postaci pofermentu, zaś z drugiej pozwoli zwiększyć dochodowość produkcji rolniczej.

Trudne warunki prowadzenia ekologicznej produkcji rolnej są w jakimś stopniu rekompensowane szansą dodatkowych dopłat do produkcji. Dopłaty wprawdzie nie pokrywają całości trudów związanych z ekologicznym prowadzeniem gospodarstw, ale w wielu wypadkach są znaczącym aspektem przemawiającym za zmianą systemu przestawienia całości lub wydzielonej części gospodarstwa z produkcji konwencjonalnej na ekologiczną. Tak właśnie postępuje wielu rolników posiadających duże gospodarstwa, szczególnie w początkowym okresie, bądź dysponujących większymi powierzchniami użytków zielonych. Przykładem może tu być jedno z gospodarstw zlokalizowanych na terenie badań (w gminie Łubnica), gdzie w systemie ekologicznym prowadzone były trwałe użytki zielone na powierzchni 95 ha z całości gospodarstwa o powierzchni 300 ha.

Najczęściej na terenie Polski w przypadku biogazowni rolniczych można spotkać rozwiązania, które wytwarzają biogaz z odpadów produkcji zwierzęcej (gnojówka, gnojowica i rzadziej obornik). Drugim rozwiązaniem jest produkcja biogazu z płodów rolnych, a zwłaszcza z kiszonki kukurydzianej. Takie podejście do zagospodarowania nadwyżek biomasy w gospodarstwie prowadzi do uprawy monokulturowej, co jest

niepożądane zwłaszcza w gospodarstwach o zróżnicowanym kierunku produkcji. Dotyczy to wymagań standardowego równoważenia produkcji wg zasad Kodeksu Dobrych Praktyk Rolniczych (KDPR) oraz wymagań wprowadzania coraz mniejszej chemizacji rolnictwa.

Liczba gospodarstw ekologicznych w powiecie staszowskim

Tabela 1

Number of organic farms in the county Staszów

Table 1

Lp.	Nazwa	Liczba gospodarstw ekologicznych	
		2006 rok	2010 rok
1	Bogoria	9	18
2	Łubnice	12	32
3	Oleśnica	5	17
4	Osiek	12	17
5	Połaniec	3	6
6	Rytwiany	1	3
7	Staszów	15	32
8	Szydłów	6	6
Suma		63	131

Potencjał rozwoju produkcji ekologicznej w powiecie staszowskim odzwierciedla wzrost liczby gospodarstw w latach 2006-2010 produkujących zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego (tab. 1). W ciągu czterech lat liczba gospodarstw wzrosła ponad 2-krotnie z 63 w 2006 r. do 131 w 2010 r. Dynamika wzrostu cechowała każdą z gmin z wyjątkiem gminy Szydłów. W powiecie staszowskim warunki klimatyczne są nieco gorsze z uwagi na wpływ Gór Świętokrzyskich. Okres wegetacji jest krótszy niż w pozostałej części woj. świętokrzyskiego o około 2 tygodnie. Krótszy okres wegetacji nie ma wpływu na tradycyjne uprawy zbożowe i okopowe na terenie badanych gmin, problem skróconego okresu wegetacji pojawia się przy uprawach warzywnych i sadowniczych. Gospodarstwa są tu niewielkie, większość z nich mieści się w przedziale od 1 do 5 ha, ale ich powierzchnia systematycznie rośnie. Proces ten jest korzystny, bowiem poprawia się struktura agrarna, a tylko duże, towarowe gospodarstwa są w stanie zapewnić minimum wystarczające do utrzymania rodziny. Właściciele mniejszych muszą poszukiwać zatrudnienia w sektorach pozarolniczych. Obok problemów z niekorzystną strukturą agrarną często w polskim rolnictwie mamy bowiem do czynienia z tzw. przeludnieniem agrarnym w gospodarstwach rolnych.

W badanych gospodarstwach ekologicznych poza uprawami głównymi uprawiane są poplony ścierniskowe i ozime oraz wsiewki poplonowe. Zabiegi te mają na celu ochronę gleby przed erozją i ograniczają straty materii organicznej gleby. Powstała w tym procesie nadwyżka biomasy w perspektywie funkcjonowania biogazowni może stanowić wartościowy materiał wsadowy.

W tabeli 2 dokonano zestawienia możliwości produkcji biogazu w gospodarstwach ekologicznych powiatu staszewskiego. Wyznaczając wielkości produkcyjne biogazowni rolniczych w gospodarstwach, oparto się na masach odpadowych z produkcji zwierzęcej. Ilość uzyskanych nawozów naturalnych w gospodarstwach wyznaczono na podstawie dużej jednostki przeliczeniowej (DJP - ang. *LU*, *LSU* - *Livestock Unit* - umowna jednostka liczebności zwierząt hodowlanych w gospodarstwie) inwentarza utrzymywanego

w gospodarstwie. Na podstawie średniej uzyskanej od jednej DJP ilości nawozów naturalnych przyjętej zgodnie z norami na poziomie 10 t obornika oraz 7 m³ na jeden cykl produkcji rocznej obliczono średnią ilość możliwości produkcji biogazu.

Najwyższy potencjał produkcji biometanu cechował gminę Rytwiany, w której znajdowały się gospodarstwa posiadające największe pogłowie inwentarza żywego. Obowiązujące zasady rolnictwa ekologicznego mają charakter ekstensyfikacji produkcji rolniczej, dla przykładu w produkcji zwierzęcej zakłada się, że samowystarczalność paszowo-nawozową umożliwia obsada zwierząt 0,5-1,5 DJP/ha. Dopuszczalna obsada to 2 DJP/ha, co w skali roku daje rocznie 170 kg azotu zawartego w odchodach zwierząt. Tym samym, aby zapewnić opłacalność funkcjonowania biogazowni, należy przeprowadzić bilans w zakresie dostępności poszczególnych rodziców wsadu. Celem takiego podejścia jest również uzyskanie dobrze zmineralizowanego nawozu naturalnego, gdzie zostały wyeliminowane nasiona chwastów, które są bardzo uciążliwe w produkcji ekologicznej. Brak bowiem możliwości stosowania chemicznych środków ochrony roślin zwiększa pracochłonność produkcji, może również niekorzystnie wpływać na wielkość uzyskiwanych plonów. Dodatkowo jako wsad do biogazowni współpracujących z gospodarstwami ekologicznymi można rozpatrywać plon z poplonów ścierniskowych i pokosy niedojadów na trwałych użytkach zielonych.

Możliwość produkcji biogazu w gospodarstwach ekologicznych

Tabela 2

The possibility of biogas production in organic farms

Table 2

Lp.	Gmina	Średnia wielkość gospodarstwa w hektarach	Średnia liczba DJP w gospodarstwie	Ilość produkcji biogazu średnio w gospodarstwie [m ³]	Ilość energii [MWh] - średnio w gospodarstwie/rok
1	Bogoria	6,40	9,60	4320,00	38,40
2	Łubnice	7,60	13,68	6156,00	45,60
3	Oleśnica	5,30	6,36	2862,00	31,80
4	Osiek	6,80	9,52	4284,00	40,80
5	Połaniec	9,70	15,52	6984,00	49,80
6	Rytwiany	8,30	17,43	7843,50	58,20
7	Staszów	7,50	8,25	3712,50	45,00
8	Szydłów	6,20	8,06	3627,00	37,20

Struktura użytkowania gruntów zmienia się z różnych powodów. Zmniejsza się również pogłowie zwierząt gospodarskich. Nie każdy użytek zielony nadaje się do zmiany użytkowania na grunty orne. Przy braku możliwości spasaniania traw pozostaje problem zagospodarowania biomasy z użytków zielonych. Prosty sposóbem, w pewnym stopniu niezależnym od warunków pogodowych, jest przygotowanie sianokiszzonek. Ilość biomasy i wydajność biogazowa uzasadnia uwzględnienie tego substratu w procesie fermentacji metanowej. Ze względu na dopłaty do poplonów, ale również strukturotwórcze i ochronne znaczenie dla gleby rolnicy są zainteresowani uprawą poplonów z roślin motylkowatych. Część tej biomasy wytwarzanej w gospodarstwie może być ważna w doborze komponentów do fermentacji ze względu na możliwość korekty stosunku składników, w tym głównie C:N.

Wnioski

1. Biorąc pod uwagę tylko nawozy naturalne w gospodarstwach jako wsad do procesu fermentacji metanowej, gminy Połaniec i Rytwiany mają możliwość zainstalowania największej biogazowni o łącznej produkcji biogazu 7843,50 m³.
2. W gminie Rytwiany jest zlokalizowane duże gospodarstwo ekologiczne, które prowadzi uprawę ekologiczną na powierzchni 95 ha jako trwałe użytki, natomiast całość stanowi 300 ha. W tym gospodarstwie utrzymuje jest stado bizonów i w gospodarstwach tego typu upatruje się wprowadzania bioenergii w ekologiczną uprawę.
3. Poferment z biogazowni rolniczych jest dobrym nawozem naturalnym, ponieważ proces fermentacji mineralizuje biomasę w 90% i z powodzeniem może być stosowany w gospodarstwach ekologicznych.

Podziękowania

Pracę wykonano w ramach grantu rozwojowego NR 12 0165 10.

Literatura

- [1] Appels L, Baeyens J, Degreve J, Dewil R. Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Prog Energy Combust Sci.* 2008;34:755-781. DOI: 10.1016/j.pecs.2008.06.002.
- [2] Barański M, Zawieja I, Wolny L. Effect of thermo-ultrasonic disintegration of excess sludge on the effectiveness of anaerobic stabilization process. *Proc ECOpole.* 2012;6(1):21-29. DOI: 10.2429/proc.2012.6(1)002.
- [3] Nachtman G. Rolnictwo ekologiczne w Polsce w 2008 r. Warszawa: Wydawnictwo IERiGŻ-PIB; 2011;7-43.
- [4] Pawlik A, Skarpa P. Copper and zinc concentrations in soil, pasture sward and blood plasma of beef cattle. *Ecol Chem Eng A.* 2012;19(4-5):495-498.
- [5] Zamorska-Wojdyła D, Gaj K, Holtra A, Sitarska M. Quality evaluation of biogas and selected methods of its analysis. *Ecol Chem Eng S.* 2012;19(1):77-87. DOI: 10.2478/v10216-011-0008-9.
- [6] Masarovičová E, Kráľová K, Peško M. Energetic plant species that not compete with conventional agriculture. *Proc ECOpole.* 2010;4(2):235-240.
- [7] Jędrzak A. Biologiczne przetwarzanie odpadów. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2007:85-100.
- [8] Kacprzak A, Matyka M, Krzystek L, Ledakowicz S. Evaluation of biogas collection from reed canary grass, depending on nitrogen fertilisation levels. *Chemical and Process Engineering.* 2012;33(4):697-701. DOI: 10.2478/v10176-012-0059-1.
- [9] Weiland P. Biogas als regenerative Energie - Stand und Perspektiven. *Grundlagen der Methangärung - Biologie und Substrate. VDI-Berichte.* 2001;1620:19-32.
- [10] Ceotto E, Di Candilo M. Sustainable bioenergy production, land and nitrogen use. In: Lichtfouse E, editor. Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture. *Sustainable Agriculture Reviews.* 2011;5:101-22. DOI: 10.1007/978-90-481-9513-8_3.
- [11] Ledakowicz S, Krzyste L. Wykorzystanie fermentacji metanowej w utylizacji odpadów przemysłu rolno-spożywczego. *Biotechnologia.* 2005;3(70):165-183.
- [12] Sikora J. Badanie efektywności produkcji biogazu z frakcji organicznej odpadów komunalnych zmieszanej z biomasą pochodzenia rolniczego. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich.* 2012;2(IV):89-98. www.infraeco.pl.
- [13] Ministerstwo Środowiska Departament Gospodarki Odpadami. Wytyczne dotyczące wymagań dla procesów kompostowania, fermentacji i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (według stanu prawnego na dzień 15 grudnia 2008 r.) Warszawa: grudzień 2008.
- [14] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady. W sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Nr 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009.

PROBLEM OF MANAGEMENT OF NUTRIENTS IN ORGAIC FARMS

Institute of Agricultural Engineering and Computer Science, University of Agriculture in Krakow

Abstract: Ecological farming is a system of farming characterized by sustainable plant and animal production within a farm, based on biological and mineral products that are not technologically processed. A majority of conventional farms in Staszów District has a weakly developed technical infrastructure and is engaged in extensive farming, which facilitates adapting to ecological farming. The fundamental reason for soil impoverishment in nutrients in ecological farms is their transfer from the farms while selling crops. The removal of nutrients due to crop selling is followed by their loss through leaching. Fertilizing in ecological farms is based on animal production wastes (manure, liquid manure, slurry). Fertilizing with natural fertilizers is problematic due to introducing into the object weed kernels which are found in these masses.

Keywords: ecological farm, renewable energy, biogas