

ALINA KOWALCZYK-JUŚKO, BOGDAN KOŚCIK, MONIKA KWAPISZ

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu
e-mail: ajusko@wnr.edu.pl, bkoscik@wnr.edu.pl, mkwapisz@wnr.edu.pl

MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA WYKORZYSTANIA ODPADÓW Z ROLNICTWA NA CELE ENERGETYCZNE

Nadmierne zagospodarowanie gruntów rolnych do produkcji roślin na cele energetyczne może doprowadzić do wzrostu cen żywności. Dlatego wskazane jest w pierwszej kolejności zagospodarowanie odpadów i pozostałości z produkcji rolniczej jako surowców energetycznych. Do produktów ubocznych, znajdujących wykorzystanie w energetyce, zalicza się słomę, gnojowicę, odpady roślinne i zwierzęce powstające w gospodarstwach i w przemyśle rolno-spożywczym. Surowce o dużej zawartości celulozy i hemicelulozy przydatne są do produkcji biopaliw stałych (zrębki, brykiety, pelety), pozostałe można wykorzystać w procesie fermentacji metanowej do produkcji biogazu. Szacuje się, że w Polsce w samym rolnictwie potencjał energetyczny niewykorzystanej biomasy wynosi 104 PJ rocznie.

Słowa kluczowe: odpady rolnicze, słoma, gnojowica

I. WSTĘP

Formalno-prawne podstawy rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce stworzyła przyjęta w 2001 roku „Strategia rozwoju energetyki odnawialnej”. Przyjęto w niej, że w bilansie energetycznym Polski udział energii odnawianej wzrośnie do 7,5% w 2010 roku, a w 2020 roku do 14%. Za najważniejsze odnawialne źródło energii w Polsce uważana jest biomasa. Obecnie biomasę stałą pozyskuje się głównie z leśnictwa i przemysłu drzewnego, jednak sytuacja ta powinna ulec zmianie, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki [7], w którym założono, że do 2017 roku udział biomasy innej niż leśna, bądź pochodząca z przemysłu przetwarzającego produkty leśne, powinien wynieść 60-100% w zależności od mocy jednostki wytwórczej oraz szczegółowych rozwiązań technologicznych. Przewidywano, że uzupełnieniem bilansu podaży biomasy może być jej pozyskiwanie z jednorocznych upraw roślin rolniczych lub celowych plantacji wieloletnich. Jednak wzrost cen żywności, jaki miał miejsce w ostatnim czasie spowodował, że zagospodarowywanie produktywnych gruntów pod uprawy energetyczne jest nieopłacalne i prowadzi do zachwiania bezpieczeństwa żywnościowego, szczególnie w skali globalnej.

*Pracę recenzował: dr hab. Krzysztof Jankowski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Dlatego należy zwrócić baczniejszą uwagę na możliwości zagospodarowania biomasy odpadowej jako surowca do produkcji energii.

Obserwuje się też zmianę podejścia do biomasy rolniczej na szczeblu Unii Europejskiej. Projekt Dyrektywy [6] w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych z dnia 23 stycznia 2008 r. wprowadza pewne obostrzenia, dotyczące pochodzenia biomasy z przeznaczeniem na cele energetyczne. Jednym z nich jest certyfikowanie surowców służących do produkcji biopaliw i biopłynów pod kątem pochodzenia. Celem tej regulacji ma być ograniczenie produkcji biopaliw na terenach przyrodniczo cennych, o dużej bioróżnorodności. Przewidywane jest również wprowadzenie takich ograniczeń dotyczących biomasy stałej. Ma to na celu dostosowanie bioenergetyki do zasad rozwoju zrównoważonego. Równocześnie niniejszy projekt zakłada wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych do 20% w 2020 r. w skali całej UE, przy dużym zróżnicowaniu dla poszczególnych państw członkowskich (dla Polski ma być to 15% w ostatecznym zużyciu energii). Projekt dyrektywy wzbudził wiele kontrowersji, dotyczących głównie wpływu zaproponowanych regulacji na wielkość produkcji rolnej, rynek żywności i środowisko.

Nadmierne zagospodarowanie gruntów na cele energetyczne może doprowadzić do zachwiania równowagi pomiędzy produkcją żywności, a wykorzystaniem płodów rolnych na cele nierolnicze. Obecny wzrost zainteresowania produkcją roślin energetycznych spowodował pojawienie się nowych uwarunkowań funkcjonowania rynku żywnościowego. Wzrost wykorzystania płodów rolnych do produkcji biopaliw, zmiany gospodarcze w niektórych krajach Azji, a także ocieplenie klimatu i inne czynniki mogą mieć wpływ na wzrost cen żywności.

Produkcja energii z biomasy powinna odbywać się bez szkody dla produkcji żywności. W związku z powyższym zalecane jest w pierwszej kolejności energetyczne zagospodarowanie odpadów i pozostałości z produkcji rolniczej. Do produktów ubocznych powszechnie występujących w rolnictwie, znajdujących wykorzystanie jako surowce energetyczne, zalicza się słomę, gnojowicę, odpady roślinne i zwierzęce powstające w gospodarstwach i w przemyśle rolno-spożywczym. Istnieją różne technologie konwersji tych substratów na energię (spalanie, fermentacja metanowa itp.).

II. CEL I METODYKA BADAŃ

Celem niniejszego opracowania jest ocena możliwości i ograniczeń wykorzystania pozostałości z produkcji rolniczej na cele energetyczne. Analiza została przeprowadzona w oparciu o dane literaturowe oraz wyniki wcześniej opublikowanych badań własnych.

III. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Nadmierne zagospodarowanie gruntów rolnych do produkcji roślin na cele energetyczne może doprowadzić do zachwiania równowagi pomiędzy tradycyjną produkcją rolniczą a wykorzystaniem płodów rolnych na cele nierolnicze. W Polsce szacuje się [5], że w samym rolnictwie potencjał całkowity możliwej do zagospodarowania biomasy wynosi ok. 407,5 PJ (rolnictwo 195 PJ, leśnictwo 101 PJ, sadownictwo 57,6 PJ i przemysł drzewny 53,9 PJ), natomiast potencjał energetyczny niewykorzystanej biomasy odpadowej wynosi 104 PJ rocznie. W związku z powyższym wskazane wydaje się promowanie wykorzystania odpadów i pozostałości z produkcji rolniczej do produkcji energii. Do produktów ubocznych, które powszechnie występują w rolnictwie należy zaliczyć słomę i gnojowicę.

Słoma jako paliwo jest coraz częściej stosowana w kotłowniach w gospodarstwach wiejskich oraz ciepłowniach osiedlowych w postaci sprasowanych balotów, służy też go produkcji granulatów: brykietów i peletów. Możliwości alternatywnego wykorzystania słomy, muszą uwzględniać poziom jej zużycia w rolnictwie (na cele żywieniowe, ściółkowe i do przyorania). Zachowanie określonych rygorów jakościowych, w szczególności zaś nie przekraczanie wilgotności roboczej 20÷25%, jest podstawowym warunkiem jej efektywnego użytkowania energetycznego. W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii, słoma może wydawać się dość uciążliwym surowcem. Stanowi materiał niejednorodny, o stosunkowo niskiej wartości energetycznej w odniesieniu do jednostki objętości, szczególnie w porównaniu do konwencjonalnych nośników energii. Jednak powszechność jej występowania i dostępność powodują, że stanowi coraz częściej wykorzystywane źródło energii odnawialnej.

Wartość opałowa słomy suchej zawiera się w stosunkowo wąskim przedziale (14-15 MJ/kg) i zależy przede wszystkim od gatunku rośliny, zaś wartość opałowa węgla waha się od 18,8 do 29,3 MJ/kg. W związku z tym przyjmuje się, że pod względem energetycznym 1,5 tony słomy odpowiada jednej tonie węgla kamiennego średniej jakości [3]. Porównanie właściwości słomy z innymi paliwami przedstawia tabela 1.

Tabela 1 – Table 1

Porównanie właściwości poszczególnych paliw
Characteristics of various fuels comparison

Cechy charakterystyczne <i>Parameters</i>	Słoma żółta <i>Yellow straw</i>	Słoma szara <i>Grey straw</i>	Węgiel <i>Coal</i>	Gaz <i>Gas</i>	Zrębki drzewne <i>Wood cuttings</i>
Wilgotność [%] <i>Humidity [%]</i>	15	15	12	0,0	40
Zawartość popiołu [%] <i>Ashes [%]</i>	4	3	12	0,0	0,6-1,5
Zawartość węgla [%] <i>Carbon [%]</i>	42	43	59	75	50
Zawartość tlenu [%] <i>Oxygen [%]</i>	37	38	7,3	0,9	43
Zawartość wodoru [%] <i>Hydrogen [%]</i>	5,0	5,2	3,5	24	6
Zawartość chloru [%] <i>Chlorine [%]</i>	0,75	0,20	0,08	-	0,02
Zawartość azotu [%] <i>Nitrogen [%]</i>	0,35	0,41	1,0	0,9	0,3
Zawartość siarki [%] <i>Sulphur [%]</i>	0,16	0,13	0,8	0,0	0,05
Składniki lotne [%] <i>Volatile components [%]</i>	70	73	25	100	70
Wartość opałowa [MJ/kg] <i>Calorific effect [MJ/kg]</i>	14,4	15	25	48	10,4
Ciepło spalania [MJ/kg] <i>Burning heat [MJ/kg]</i>	18,2	18,7	32	48	19,4

Źródło / Source: Grzybek i in. 2001 [3]

Wyniki badań własnych przeprowadzonych w 2006 r. w Zamościu, dotyczących wartości energetycznej słomy owsa uprawianego na glebie kompleksu żytniego dobrego

wykazały, że wartość energetyczna pozyskanej słomy (3,0 t/ha) przy wilgotności 18,6% wyniosła 43,2 GJ/ha. Zawartość pierwiastków niepożądanych z punktu widzenia energetyki, powodujących korozję urządzeń grzewczych, była typowa dla surowców roślinnych. Udział siarki całkowitej w słomie owsa (stan roboczy) wyniósł 0,085% a chloru 0,411%. Przedstawiona charakterystyka słomy owsa, może mieć istotne znaczenie w procesie pozyskiwania energii [4]. Pomimo wszelkich niedogodności, słoma to surowiec, który przy zachowaniu pewnej staranności pozwala corocznie uzyskać znaczne ilości odnawialnej energii.

Innym powszechnie występującym w rolnictwie produktem ubocznym jest gnojowica. Rozwój przemysłowych systemów chowu zwierząt (m.in. metodami bezściółowymi) powoduje wzrost produkcji odchodów w postaci płynnej. Gnojowica, jak i gnojówka czy obornik, mogą być poddane procesowi fermentacji beztlenowej (metanowej), dzięki temu stanowią źródło energii, a równocześnie poprawia się ich jakość jako nawozu organicznego. Z powstałego biogazu można wytworzyć energię elektryczną i ciepło np. do ogrzewania budynków mieszkalnych czy gospodarczych. Dotychczas gnojowica była podstawowym surowcem do produkcji biometanu na większą skalę w Danii, Austrii i Niemczech; w ostatnim czasie obserwuje się wzrost zainteresowania tą technologią również w Polsce. Fermentacja samej gnojowicy okazuje się mniej wydajna niż poprowadzenie tego procesu z dodatkiem biomasy roślinnej lub zwierzęcej (odpadów poubojowych, treści żwaczy bydła, krwi), a także odpadów z przemysłu rolno-spożywczego (melasy, wywaru, wyłoków owocowych i warzywnych, serwatki itp.). Wykorzystanie biogazu powstałego w wyniku fermentacji biomasy ma przed sobą przyszłość. Jest to cenne paliwo gazowe, które zawiera 50-70% metanu, 30-50% dwutlenku węgla oraz niewielkie ilości azotu, wodoru i pary wodnej. Wydajność procesu fermentacji zależy głównie od warunków prowadzenia procesu (temperatury, odczynu itp.) oraz składu substratu.

W tabeli 2 przedstawiono potencjał produkcji biogazu z różnych surowców odpadowych i celowych powstających w rolnictwie. Jak wynika z prezentowanych danych, istnieje możliwość pozyskania znaczącej ilości energii z surowców odpadowych, które można – w miarę potrzeb – uzupełniać biomasą pochodzącą z celowych plantacji. Najczęściej wykorzystywanym celowym substratem w rolniczych biogazowniach są kiszonki z kukurydzy, żyta, traw.

Inną zaletą fermentacji odpadów rolniczych jest poprawa jakości nawozu organicznego, jakim jest odpad pofermentacyjny. Typowe wykorzystanie gnojowicy poprzez rozlewanie na powierzchni gleby w celu jej użyźnienia niesie za sobą zagrożenia z tytułu nadmiernego jego zastosowania, jak też spływów do wód powierzchniowych i podziemnych, a także wprowadzania do gleby czynników chorobotwórczych (bakterie, wirusy). Wykorzystanie przefermentowanego odpadu z beztlenowego rozkładu odpadów zwierzęcych i roślinnych nie wywołuje w środowisku negatywnych skutków jak w przypadku stosowania gnojowicy surowej. Podstawowa różnica wynika z przeprowadzenia procesu higienizacji substratów w temp. 70°C, która niszczy większość patogenów [1].

Beztlenowa fermentacja metanowa jest procesem perspektywnym, przykładem jest rozwój biogazowni w Niemczech, gdzie w ciągu kilku lat powstało ponad 4 tysiące biogazowni rolniczych. W związku z kurczącymi się zasobami surowców w tym kraju, niemieccy producenci biogazu podpisują umowy kontraktacyjne z polskimi rolnikami na dostawę kiszonek. W tej sytuacji wskazana jest intensyfikacja prac nad budową biogazowni w Polsce (obecnie funkcjonują tu zaledwie 2 jednostki produkujące biogaz rolniczy). Ograniczeniem tego typu inwestycji jest mniejsza opłacalność produkcji, gdyż niemieckie

regulacje prawne szczególnie sprzyjają producentom energii z odnawialnych źródeł. Ponadto polskie ustawodawstwo jest ciągle niejasne, skomplikowane, a sytuacja formalno-prawna jest niestabilna. Biogazownia rolnicza jest inwestycją kosztowną (kilka do kilkunastu mln. PLN, w zależności od skali produkcji), wymaga więc zewnętrznego dofinansowania i wieloletnich gwarancji dotyczących cen energii, a także przewidywalnych cen surowców rolniczych.

Tabela 2 – Table 2

Teoretyczna wydajność biogazu z różnych substratów

Theoretically efficiency of biogas production from different substrates

Substrat <i>Substrate</i>	Zawartość suchej masy [%] <i>Dry matter content [%]</i>	Zawartość suchej masy organicznej [%] <i>Organic dry matter content [%]</i>	Objętość biogazu z 1 kg masy organicznej [dm ³] <i>Volume of biogas from 1 kg organic dry matter [dm³]</i>	Objętość biogazu z 1000 kg świeżej masy [m ³] <i>Volume of biogas from 1000 kg fresh weight [m³]</i>	Zawartość metanu [%] <i>Content of methane [%]</i>
Gnojowica bydlęca / <i>Cattle slurry</i>	10,0	68,5	801	55	55
Gnojowica świńska / <i>Pig slurry</i>	7,5	82,0	815	50	58
Słoma jęczmienna / <i>Barley straw</i>	86,0	93,7	427	344	52
Odpady ziemniaczane / <i>Potato waste</i>	88,3	94,2	732	609	52
Koniczyna I pokos (kwitnienie) <i>Clover first crop (flowering)</i>	17,0	90,7	579	89	55
Odpady lnu / <i>Flax waste</i>	88,6	93,4	681	563	59
Kiszonka z kukurydzy (ziarno woskowe) / <i>Silage maize (dough stage)</i>	32,0	95,0	611	186	53
Melasa / <i>Molasses</i>	77,0	93,0	600	514	58
Pozostałość po ekstrakcji rzepaku <i>Residues of rape extraction</i>	88,6	92,1	633	516	61
Trawa łąkowa I pokos (kwitnienie) <i>Meadow grasses first crop (flowering)</i>	20,0	91,7	614	113	54
Trawa łąkowa II pokos (kwitnienie) <i>Meadow grasses II crop (flowering)</i>	20,0	90,8	604	110	55
Siano I pokos po przekwitnięciu <i>Meadow hay first crop (blossom fall)</i>	86,0	92,9	512	409	53
Siano II pokos (ziarno dojrzałe) <i>Meadow hay II crop (full maturity)</i>	86,0	90,4	583	453	55
Kiszonka z buraków cukrowych <i>Silage of sugar beet</i>	18,0	80,5	675	98	55

Źródło / Source: Cebula, Latocha 2005 [2]

IV. LITERATURA

1. Buraczewski G.: Fermentacja metanowa. PWN Warszawa. 1989.
2. 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 z produkcji rolniczej, ochrony środowiska naturalnego oraz rozwoju rozproszonej energetyki odnawialnej”. Mikołów. 2005.

3. Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K.: Słoma energetyczne paliwo. Wyd. Wieś Jutra. Warszawa. 2001.
4. Kościk B.: Surowce energetyczne pochodzenia rolniczego. PWSZ Jarosław. 2007.
5. Lewandowski W. M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii. WNT Warszawa. 2006.
6. Projekt Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych z dnia 23 stycznia 2008 roku. KOM (2008) 30.
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 roku w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii. Dz. U. Nr 156. poz. 969.

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF AGRICULTURAL RESIDUE UTILIZATION FOR ENERGY PURPOSES

Summary

Excessively development of agricultural lands for energy crop production can lead to food price increase. Therefore it's recommended to use first of all residues from agricultural production like energy raw material. Agricultural residues are considered: straw, slurry, vegetable and animal residues obtained in farms and also in food industry. Raw materials with high cellulose content useful for solid biomass production like chips, briquettes pellet. Other residues with low level of dry matter content can be used for biogas production in methane fermentation process. It's estimated that in Poland only in the agricultural sector, energy potential of unused biomass amounts to 104 PJ yearly.

Key words: agriculture wastes and residues, straw, slurry