

Zbigniew Wasilewski, Jerzy Barszczewski
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach

STAN TRWAŁYCH UŻYTKÓW ZIELONYCH I MOŻLIWOŚĆ ICH WYKORZYSTANIA DO PRODUKCJI BIOGAZU

Streszczenie

Celem pracy jest ocena ilości biomasy pozyskiwanej z łąk i pastwisk, którą można przeznaczyć do produkcji biogazu. W opracowaniu wykorzystano dane GUS oraz wyniki badań własnych. Trwałe użytki zielone zajmują powierzchnię ponad 3,2 mln ha, z czego blisko 2,5 mln ha stanowią łąki i prawie 0,8 mln ha trwałe pastwiska. O ile powierzchnia łąk wykazuje dużą stabilność, o tyle powierzchnia pastwisk systematycznie się zmniejsza. Aktualny potencjał produkcyjny naszych łąk układa się na poziomie ok. 5, a pastwisk ok. 3,5 Mg·ha⁻¹ siana. Wielkość zbioru biomasy na cele energetyczne może wynieść od 3 120 tys. do 4 820 tys. Mg siana. Może to stanowić surowiec do produkcji biogazu w ilości od ok. 1 460 mln do 2 230 mln m³.

Słowa kluczowe: łąka, pastwisko, biomasa, plon, biogaz

Wstęp

Pod pojęciem biogazu rozumie się paliwo gazowe produkowane w procesie beztlenowej fermentacji biomasy, nawozów naturalnych lub innych odpadów, składające się głównie z metanu i dwutlenku węgla, które może być oczyszczone do poziomu jakości naturalnego gazu. W wyniku prawidłowo przebiegającego procesu fermentacji różnych rodzajów biomasy uzyskuje się biogaz, zawierający średnio ok. 65% metanu (CH₄) oraz ok. 35% CO₂ [Adamovics i in. 2009; Curkowski i in. 2009; Mikołajczak i in. 2009]. Biogaz pozyskiwany z runi łąkowej jest bogaty w metan, którego zawartość może wynosić nawet 85% [Kaca i in. 2008]. Resztę stanowi dwutlenek węgla (ok. 14%) z domieszką innych gazów (siarkowodor, wodór, tlenek węgla, azot).

Trwałe użytki zielone mogą stanowić znaczące źródło biomasy do produkcji biogazu, mimo że w Polsce, w zdecydowanej większości gospodarstw, stanowią i nadal stanowią główne źródło pasz objętościowych dla zwierząt przeżuwających [Barszczewski i in. 2009]. W ostatnich latach stanowią ok. 80% powierzchni paszowej, z czego 57% to łąki, a 23% pastwiska [GUS 2006; 2007; 2008; 2009; 2010]. Ich duża wartość paszowa wynika z faktu, że ukształtowały się na nich bogate, wielogatunkowe i trwałe zbiorowiska roślinne z przewagą traw, które są w stanie dostarczać duże ilości biomasy

nadziemnej, mającej nie tylko wysokie walory żywieniowe, ale również energetyczne.

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości pozyskania biomasy z łąk i pastwisk z jej przeznaczeniem do produkcji biogazu.

Założenia metodyczne

W analizie stanu łąk i pastwisk, stanowiących składnik użytków rolnych, wykorzystano dane GUS, dotyczące ich powierzchni oraz wielkości aktualnych plonów. Wielkość potencjalnych plonów z łąk przyjęto za Grzybem i Prończukiem [1994], a z pastwisk – za Wasilewskim [1999]. Produktyność biogazu z runi łąkowej i pastwiskowej przyjęto wg Kacy i in. [2008], Mikołajczaka i in. [2009] oraz Golińskiego i Joksia [2007]. Uwzględniono również dwa warianty użytkowania łąk – pierwszy ekstensywny, z których zbiera się tylko jeden pokos, a plony siana wynoszą $2,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, oraz wariant intensywny (jak średnio w kraju) – plony siana wynoszą $4,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Wyniki badań

Powierzchnia łąk i pastwisk w ostatnich latach powoli się stabilizuje (ok. 3,2 mln ha). Największą powierzchnię zajmują łąki (blisko 2,5 mln ha), a pozostałe prawie 0,8 mln ha zajmują pastwiska (tab. 1). O ile powierzchnia łąk wykazuje dużą stabilność, o tyle powierzchnia pastwisk systematycznie, mimo że coraz wolniej, ale się zmniejsza.

Tabela 1. Powierzchnia trwałych użytków zielonych [tys. ha]
Table 1. Area of the permanent grasslands [thous. ha]

Wyszczególnienie Specification	Powierzchnia w latach Area in years					
	2005	2006	2007	2008	2009	średnio on average
Ogółem, w tym: In total, inclusive:	3 387,5	3 215,7	3 271,2	3 184,4	3 179,7	3 247,7
– łąki meadows	2 529,2	2 390,2	2 497,4	2 450,3	2 463,1	2 466,0
– pastwiska pastures	858,3	825,5	773,8	734,1	716,6	781,7

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2006; 2007; 2008; 2009; 2010].
Source: own elaboration based on the CSO data [2006, 2007, 2008, 2009, 2010].

Cechą charakterystyczną użytków zielonych w Polsce jest ich duże rozdrobnienie własnościowe (małe działki) oraz zróżnicowanie siedliskowe, wynikające z różnorodności i mozaikowatości występujących gleb, stopnia ich uwilgotnienia oraz konfiguracji terenu (przeważnie są to użytki dolinowe). Zróżnicowanie to w prostej linii przekłada się zarówno na zróżnicowanie gatunkowe pokrywającej je runi, jak i możliwy do wykorzystania potencjał produkcyjny.

Na większości niżowych użytków zielonych w runi dominują trawy (ok. 65% plonu), następnie rośliny dwuliścienne (ziola i chwasty – ok. 30%) oraz rośliny bobowate (ok. 5%). W runi użytków w siedliskach wilgotnych i mokrych znaczny udział mają gatunki zaliczane do roślinności szuwarowej (przeważnie turzyce). Bogactwo florystyczne występujących zbiorowisk roślinnych jest kształtowane zarówno warunkami siedliskowymi, jak i intensywnością użytkowania oraz nawożenia. Stwierdzono, że użytki ekstensywne (nawożone na niskim poziomie lub nienawożone oraz koszone 1 raz) charakteryzują się znacznie bogatszą szatą roślinną niż intensywne, co jednak nie przekłada się na ich większy potencjał energetyczny. Potencjał ten jest różnicowany przede wszystkim intensywnością użytkowania (więcej pokosów – większa jednostkowa wydajność biogazu), odpowiednim terminem zbioru oraz udziałem w runi poszczególnych grup i gatunków roślin, w tym zwłaszcza traw. Jak podają Mikołajczak i in. [2009] za Prochnov i in., największą wydajność metanu, w przeliczeniu na 1 tonę suchej masy z pierwszego pokosu, pozyskiwano z fermentacji: kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L. s.s.) – 456 m³, następnie kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis* Huds.) – 401, życicy trwałej (*Lolium perenne* L.) – 398, kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.) i tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) – po 366, wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis* L.) – 338 i kostrzewy trzcinowej (*Festuca arundinacea* Schreb.) – 329 m³. Na ilość metanu uzyskiwaną w wyniku fermentacji traw, oprócz zmienności gatunkowej, duży wpływ wywiera faza rozwojowa w czasie zbioru. Najwięcej uzyskuje się go, kiedy trawy znajdują się we wczesnych fazach rozwojowych – faza strzelania w źdźbło i kłoszenia.

Aktualny potencjał produkcyjny naszych łąk, w przeliczeniu na siano, wynosi ok. 4–5, a pastwisk ok. 3,5 Mg·ha⁻¹ (tab. 2). Potencjał możliwy do wykorzystania, w zależności od rodzaju siedliska, jest natomiast oceniany na łąkach od ok. 4 do 11 [Grzyb, Prończuk 1994], a na pastwiskach od ok. 2,5 do 8,0 Mg·ha⁻¹ w przeliczeniu na siano [Wasilewski 1999].

Wierność plonowania, określana stosunkiem wielkości plonu największego do najmniejszego w analizowanym okresie (5 lat), wynosiła 1,3. Oznacza to, że zróżnicowanie wielkości plonów w omawianych latach dochodziło do 30%, przy czym było ono najmniejsze w przypadku plonów I pokosu (różnica ok. 10%), następnie III (różnica ok. 50%) i najgorsze z II pokosu (zmienność ponad dwukrotna – różnica ok. 130%) – tabela 2. Na taki rozkład i wierność plonowania w II pokosie wpłynęły głównie, występujące w czasie tworzenia się plonu tego pokosu, bardzo zmienne warunki meteorologiczne, w tym zwłaszcza okresowy brak opadów lub występowanie długotrwałych okresów posusznych, a nie czynniki intensyfikujące produkcję (w omawianych latach stwierdzono nieznacznie zmienny poziom nawożenia). Wierność plonowania w poszczególnych latach i równomierność plonowania w sezonie wegetacyjnym wskazują na występowanie zjawiska znacznej nierównomierności podaży biomasy, przeznaczanej do fermentacji.

Tabela 2. Plony z łąk i pastwisk trwałych, wyrażone w $Mg \cdot ha^{-1}$ siana
 Table 2. Yields from the permanent meadows and pastures expressed in $Mg \text{ hay} \cdot ha^{-1}$

Wyszczególnienie Specification	Plon w latach Yield in years						Wierność plonowania Yielding efficiency
	2005	2006	2007	2008	2009	średnio on average	
Łąki ogółem, w tym: Meadows in total, inclusive:	4,28	3,85	5,18	4,84	4,92	4,61	1,3
– I pokos I _{st} cut	2,39	2,40	2,64	2,62	2,38	2,49	1,1
– II pokos II _{nd} cut	1,33	0,74	1,72	1,46	1,72	1,39	2,3
– III pokos III _{rd} cut	0,56	0,71	0,82	0,76	0,82	0,73	1,5
Pastwiska ¹⁾ Pastures ¹⁾	3,12	2,76	3,56	3,48	4,08	3,40	1,5

¹⁾ Zielona masa przeliczona na siano – współczynnik 0,2.

¹⁾ Green matter converted into hay – coefficient 0.2.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2006; 2007; 2008; 2009; 2010].

Source: own elaboration based on CSO data [2006, 2007, 2008, 2009, 2010].

Do celów energetycznych może być wykorzystywana zarówno ruń łąkowa (w zdecydowanej przewadze), pastwiskowa oraz z tzw. niedojadów pastwiskowych [Barszczewski, Gutkowska 2010; Wasilewski, Gutkowska 2009].

Dane liczbowe, charakteryzujące strukturę użytkowania łąk w ostatnich pięciu latach (2005–2009), przedstawiono w tabeli 3. Wynika z nich, że w zdecydowanej większości ruń łąkową pozyskiwano na pasze (łąki dwu- i trzykosne) – 67,3% ich powierzchni (ze zróżnicowaniem w latach od 50,3 do 76,3%) oraz na inne cele (kompost, ściółka itp. – łąki jednokosne) – 20,3% (ze zróżnicowaniem w latach od 12,8 do 34,3%). Łąki nieużytkowane (odłogowane) zajmują 12,4% powierzchni ogólnej (ze zróżnicowaniem od 8,6 do 16,0%). Zwraca uwagę polepszające się w ostatnich trzech latach wykorzystanie łąk na pasze, które zbiera się z ok. 3/4 powierzchni ogólnej łąk (tab. 3).

Tabela 3. Struktura użytkowania łąk

Table 3. Structure of the meadows' use

Wykorzystanie Use	Udział [%] w powierzchni ogólnej w latach Percentage of total area in years					
	2005	2006	2007	2008	2009	średnio on average
Produkcja pasz Feed cropping	60,8	50,3	76,3	74,4	74,6	67,3
Inne cele Other purposes	23,2	34,3	12,8	17,0	14,1	20,3
Brak użytkowania Not utilized	16,0	15,4	10,9	8,6	11,3	12,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2006; 2007; 2008; 2009; 2010].

Source: own elaboration based on CSO data [2006, 2007, 2008, 2009, 2010].

Biorąc za podstawę powierzchnię łąk trwałych, można oceniać, że bez uszczerbku dla bilansu paszowego, czyli z ok. 32,7% ich powierzchni (łąki użytkowane na inne cele i nieużytkowane), które zajmują ok. 800 tys. ha, pozyskiwana biomasa może być przeznaczona do produkcji energii odnawialnej (biogazu). Z tej powierzchni możliwe jest pozyskanie:

- w wariacie ekstensywnym ok. 1 990 tys. Mg biomasy w przeliczeniu na siano, z założeniem utrzymania dotychczasowego średniego poziomu plonowania w I pokosie oraz sprzętu tylko jednego pokosu;
- w wariacie intensywnym, w przypadku zbioru dwóch lub trzech pokosów jak na łąkach dostarczających pasze, możliwe jest pozyskanie 3 690 tys. Mg siana.

Jak podają Curkowski i in. [2009], z Mg suchej masy organicznej kiszonki z traw można uzyskać 396 m³ biogazu, z traw 587, a z siana 418 m³. Inni autorzy [Goliński, Joks 2007; Kaca i in. 2008; Mikołajczak i in. 2009] podają, że produktywność biogazu z runi łąkowej zawiera się w dość szerokich granicach – od 280 aż do 550 m³ z Mg suchej masy, czyli 240–470 m³ z Mg siana, gdy przyjmie się zawartość suchej masy w sianie równą 85%. Z uzyskanej z łąk biomasy można zatem uzyskać ok. 480–930 mln m³ biogazu w wariacie ekstensywnym oraz ok. 880–1 700 mln m³ w wariacie intensywnym (tab. 4).

Tabela 4. Możliwa produkcja biogazu z użytków zielonych [mln m³]
Table 4. Possible biogas production from the grasslands [mln m³]

Rodzaj biomasy Kind of biomass	Ilość w wariacie Amount in variant	
	ekstensywnym extensive	intensywnym intensive
Ruń łąkowa Meadow greenness growth	480–930	880–1 700
Ruń pastwiskowa Pasture greenness growth	210–410	210–410
Niedojady Crop residues	60–120	60–120
Ogółem In total	750–1 460	115 –2 230

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Mimo malejącej powierzchni pastwisk, można z nich pozyskać znaczne ilości biomasy do produkcji biogazu. Szacuje się, że obecnie (w 2009 r.) wypas zwierząt jest prowadzony na ok. 70% ich powierzchni (z uwagi na zmniejszającą się powierzchnię pastwisk w omawianym pięcioleciu posłużono się danymi z 2009 r.). Wobec powyższego, biomasa do produkcji biogazu może być pozyskiwana z powierzchni ok. 215 tys. ha, z której zbior może wynieść ok. 880 tys. Mg w przeliczeniu na siano. Stwarza to możliwość uzyskania ok. 210–410 mln m³ biogazu. Do powyższych danych można włączyć biomasę, którą można pozyskać ze skoszonych pozostałości niezjedzonej przez zwierzęta runi (tzw. niedojadów), z powierzchni ok. 500 tys. ha. Wielkość zbiorów niedojadów może wynieść ok. 250 tys. Mg siana, co oznacza możliwość wytworzenia ok. 60–120 mln m³ biogazu. Pastwiska ogółem mogą dostarczyć biomasę do produkcji 270–530 mln m³ biogazu (tab. 4).

Pozapaszowe wykorzystanie łąk i pastwisk, w tym na cele energetyczne, może przynieść również wiele dodatkowych korzyści, z których na wyróżnienie zasługują:

- przywrócenie użytkowania łąk i pastwisk porzuconych na skutek wyzbycia się przeżuwaczy (użytki te ulegają degradacji i tracą swoje niezwykle cenne funkcje, w tym zwłaszcza pozaprodukcyjne;
- utrzymanie, a nawet zwiększenie coraz mocniej akcentowanej różnorodności biologicznej;
- ilościowe i jakościowe wzbogacenie materiału roślinnego, przeznaczonego do wykorzystania w biogazowniach, zwłaszcza w połączeniu z gnojowicą;
- zachowanie, a nawet poprawa cennych wartości krajobrazu obszarów wiejskich;
- umożliwienie większej liczbie rolników spełnienia wymogu uzyskania dopłat bezpośrednich (konieczność użytkowania).

Oprócz użytków zielonych, stanowiących użytki rolne, występują również tzw. użytki przyrodnicze (rolnicze nieużytki), z których możliwe jest dodatkowe pozyskiwanie biomasy i których potencjał produkcyjny jest duży. Biomasa na nich wyprodukowana, z racji małej wartości paszowej może być wykorzystana na cele energetyczne. W większości są to jednak tereny mokradłowe i bagienne, w związku z czym ich wykorzystanie jest bardzo trudne i ma ograniczony zasięg.

Wnioski

1. Przeprowadzona analiza i ocena stanu łąk i pastwisk trwałych wykazała, że mogą one stanowić znaczące źródło biomasy, możliwej do wykorzystania na cele energetyczne.
2. Wykazane ilości biomasy możliwej do energetycznego wykorzystania nie stanowią zagrożenia dla zapotrzebowania przeżuwaczy na pasze z tych użytków.
3. Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne z ekstensywnych i porzuconych użytków zielonych korzystnie wpłynie na ich wartość przyrodniczą, ochronną i krajobrazową.

Bibliografia

Adamovics A., Dubrovskis V., Plume I. 2009. Biogas production from energy grasses. *Grassland Science in Europe*. Vol. 14 s. 339–341.

Barszczewski J., Wasilewski Z., Jankowska-Huflejt H., Wróbel B. 2009. Stan i perspektywy wykorzystania trwałych użytków zielonych w Polsce. *Studia i raporty IUNG-PIB*. Nr 17 s. 59–71.

- Barszczewski J., Gutkowska A. 2010. Potencjalne możliwości pozyskania energii odnawialnej z nadwyżek w produkcji roślinnej. W: Bioróżnorodność produktów Kurpiowszczyzny. Monografia. Ostrołęka. Ostrołęckie Towarzystwo Naukowe s. 53–67.
- Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszak-Popławska A., Wiśniewski G. 2009. Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie. Warszawa. Mazowiecka Agencja Energetyczna Sp. z o.o. ss. 64.
- Goliński P., Jokś W. 2007. Właściwości chemiczne i biologiczne traw a produkcja biogazu. Łąkarstwo w Polsce. Nr 10 s. 37–47.
- Grzyb S., Prończuk J. 1994. Podział i waloryzacja siedlisk łąkowych oraz ocena ich potencjału produkcyjnego. W: Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Mater. Ogólnopolskiej Konf. Łąkarskiej. Warszawa 27–28 września 1994 r. Warszawa. Wydaw. SGGW s. 51–63.
- GUS. 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2005, 2006, 2007, 2008 i 2009 r. [CD-ROM]. Warszawa.
- Kaca E., Wasilewski Z., Barszczewski J. 2008. Potencjał energetyczny trwałych użytków zielonych (wg IMUZ). Opinia opracowana dla MRiRW. Maszynopis. Falenty. IMUZ ss. 63.
- Mikołajczak J., Wróbel B., Jurkowski A. 2009. Możliwości i bariery w produkcji biogazu z biomasy trwałych użytków zielonych w Polsce. Woda Środowisko Obszary Wiejskie. T. 9 z. 2 s. 139–155.
- Wasilewski Z. 1999. Wpływ długotrwałego i zróżnicowanego nawożenia azotem na produktywność pastwisk łąkowych. Rozprawy Habilitacyjne. Falenty. Wydaw. IMUZ ss. 94.
- Wasilewski Z., Gutkowska A. 2009. Grasslands in Poland and their potential for use for biogas production. Grassland Science in Europe. Vol. 14 s. 464–467.

STATE OF THE PERMANENT GRASSLANDS AND POSSIBILITIES OF THEIR USE TO BIOGAS PRODUCTION

Summary

The studies aimed at evaluating the quantity of biomass to be obtained from the meadows and pastures and utilized for biogas generation. Elaboration was based on the data of GUS (Main Statistical Office) and the results of own research. Permanent grasslands cover the area of above 3.2 mln ha; 2.5 mln ha of this consist of the meadows and almost 0.8 mln ha of the permanent pastures. As far as the area of meadows reveals considerable stability, the area of pastures is systematically decreasing. Actual production potential of the hay on Polish meadows places itself on the level of about

5 Mg·ha⁻¹, whereas on the pastures – 3.5 Mg·ha⁻¹. The amount of biomass yield for energy purposes may reach from 3 120 to 4 820 thousand Mg of hay. This may ensure the raw material for biogas generation in quantities from 1 460 mln up to 2 230 mln m³.

Key words: meadows, pastures, biomass, yield, biogas generation

Praca wpłynęła do Redakcji: 14.01.2011 r.

*Recenzenci: prof. dr. hab. Aleksander Lisowski
prof. dr hab. Andrzej Roszkowski*

Adres do korespondencji:

doc dr hab. Zbigniew Wasilewski
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Falenty, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn
tel. 22 720-05-31 wew. 214; e-mail: z.wasilewski@itep.edu.pl