

Michał Roman*, Kamil Roman**

*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,

**Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Warszawie

ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIE ODPADÓW DRZEWNYCH Z DRZEW OWOCOWYCH NA PRZYKŁADZIE GOSPODARSTWA AGROTURYSTYCZNEGO

*ENERGY USE OF WOOD WASTE FROM FRUIT TREES ON THE EXAMPLE
OF AN AGRITOURISM FARM*

Słowa kluczowe: gospodarstwo agroturystyczne, biomasa, odpady drzewne

Key words: agritourism farm, biomass, wood waste

JEL codes: Q12, Q13, Q17, Q42, Q47

Abstrakt. Celem artykułu jest zaprezentowanie energetycznego wykorzystania odpadów drzewnych z drzew owocowych na przykładzie gospodarstwa agroturystycznego. Biomasa z odpadów drzewnych może być wykorzystywana w gospodarstwach agroturystycznych jako paliwo stałe wykorzystywane do ogrzewania pomieszczeń i podgrzewania wody. Przeprowadzono badania dotyczące wykorzystania odpadów drzewnych drzew owocowych jako surowca energetycznego. Badany materiał pochodził z odpadów drzewnych pozyskanych z miejscowości Okopy (województwo podlaskie). W gospodarstwie agroturystycznym podczas cięć pielęgnacyjnych drzewostanu pozyskano około 100 kg biomasy o gęstości przestrzennej około 54 kg/m³.

Wstęp

Produkcja sadownicza owoców w głównej mierze przeznaczona jest do bezpośredniego spożycia lub do celów przetwórczo-spożywczych. Członkostwo Polski w Unii Europejskiej (UE) kładzie nacisk na działania producentów rolnych w kwestii podwyższenia konkurencyjności gospodarstw rolnych [Kowalczyk 2005, s. 361, Roman 2016b, s. 183]. Pomysłem pozwalającym pozyskać dodatkowe źródła oszczędności jest wykorzystanie biomasy odpadowej powstałej w trakcie corocznej pielęgnacji drzew (np. jabłoni, śliwki węgierka).

Duże możliwości opałowe skoncentrowane na powierzchniach sadowniczych, powstają w trakcie ścinki drzew, czyszczenia lub cięcia sanitarnego. Odpady drzewne mają określone możliwości dodatkowego wykorzystania jako zasoby alternatywnej energii, minimalizując niepożądane skutki wynikające z zastosowania paliw kopalnych. Biomasa do celów energetycznych i opałowych może występować w postaci polan, okrągłaków, zrębków, brykietów, peletów i innych pozostałości zrębowych [Berent-Kowalska i in. 2012, s. 13-14].

Zanieczyszczenie na obszarach wiejskich można ograniczyć, zastępując w gospodarstwie rolnym do ogrzewania pomieszczeń i podgrzewania wody paliwo kopalne biomasą z odpadów drzewnych. Biomasa tego typu powstaje jako produkt uboczny corocznej przycinki drzew lub całkowitego karczowania. Stanowi ona potencjalne źródło paliwa. Jej zastosowanie jest uzasadnione ekologicznie, ponieważ w trakcie bezpośredniego spalania pozwala na zmniejszenie zanieczyszczeń powietrza. W biomasie stałej oprócz pozostałości zrębowych, wyszczególnić można surowiec o podobnym składzie chemicznym, powstały w trakcie przetwórstwa surowca drzewnego. W dostępnej literaturze przedmiotu wydzielono z odpadów drzewnych takie grupy, jak [Skreća 2012, s. 3]:

- biomasa „czysta” – surowiec drzewny, który swoją nazwę zawdzięcza zawartości cennych składników w masie usypowej; jej skład nie zawiera igliwia i występuje ona najczęściej w formie zrębek tartacznych, zrębek papierniczych oraz zrzyn; z uwagi na jakość surowca materiał najczęściej wykorzystywany jest w komercyjnej produkcji przemysłowej;

- biomasa „typowo” leśna – określana jako „zielona” biomasa leśna; stanowi ona pozostałość zrębową (sortyment M1 i M2), występując w formie gałęziówki, balotów i drobnych zrębków; biomasa oprócz drewna i kory może zawierać igliwie i domieszki piasku;
- M2Z – drobnica opałowa na zrębki energetyczne (tzw. drobnica gałęziowo-chrystowa z przeznaczeniem na zrębki energetyczne) jest sortymentem, który został stworzony przez Lasy Państwowe, specjalnie dla kontrahentów wyrabiających biomasę energetyczną;
- M2 BE – drobnica opałowa w formie balotów, która jest wykorzystywana w energetyce odnawialnej;
- S2ac – drewno wyodrębnione z sortymentu S2a z przeznaczeniem na cele energetyczne;
- S4 – drewno opałowe, w większości wyrabiane przez indywidualnych odbiorców z przeznaczeniem na cele grzewcze.

Biomasa z odpadów drzewnych może być również pozyskiwana w gospodarstwach agroturystycznych do ogrzewania budynków jako opał [M. Roman, K. Roman 2016, s. 33-34]. W 2015 roku działalność agroturystyczną w Polsce prowadziło 7700 usługodawców [GUS 2015].

Material i metodyka badań

Celem artykułu jest zaprezentowanie energetycznego wykorzystania odpadów drzewnych z drzew owocowych na przykładzie gospodarstwa agroturystycznego. Charakterystykę materiału badawczego rozpoczęto od zbadania jego podstawowych cech fizycznych. Wstępne analizy wskazywały na znaczne różnice w składzie biomasy pochodzącej z odpadów sadowniczych w porównaniu do drewna małowymiarowego na cele energetyczne. Zawierała ona więcej kory i liści. Do zbadania możliwości wykorzystania biomasy odpadowej z sadów jako surowca energetycznego konieczne było przeprowadzenie wielu badań zmierzających w końcowym efekcie do określenia potencjału jego wykorzystania jako paliwa stałego. Wykorzystano metodę studium przypadku.

Badany materiał w postaci drewna (jabłoni i śliwa węgierka) pochodził z sadów w miejscowości Okopy (gospodarstwo agroturystyczne w gminie Suchowola, województwo podlaskie). Kolejnym etapem prac badawczych było określenie objętości stosu surowca o wymiarach 38 x 40 x 14 cm. Objętość stosu odpadów drzewnych zmierzono zgodnie z obowiązującą normą PN-D-95000:2002/Az1:2005.

Wyniki badań

Pomiar objętości stosu polegał na określeniu zawartości usypowej (V_m) zgromadzonego materiału odpadowego według wzoru (1) [Norma PN-EN 1309-2:2006]:

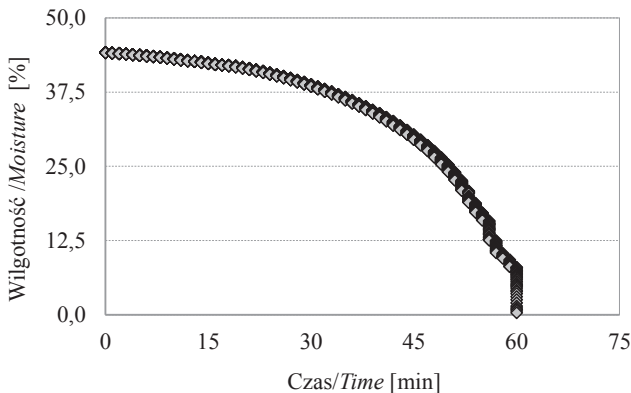
$$V_m = \frac{1}{3} \cdot a \cdot b \cdot h_o \cdot x \quad (1)$$

gdzie: V_m – objętość usypowa badanego materiału (m^3), a – długość podstawy usypanego ostrosłupa (m), b – szerokość podstawy usypanego ostrosłupa (m), h_o – wysokość usypanego ostrosłupa (m), x – współczynnik wypełnienia.

Masę analizowanego surowca określono wykorzystując wagę najazdową WPT42000 o dokładności 0,1 g. Masę surowca (m), która wynosiła 1,15 kg gęstości usypowej (ρ_o) ustalono stosunkiem masy badanego materiału do jego objętości rzeczywistej surowca, powiększonego o współczynnik wypełnienia [Roman 2016a, s. 85]. Gęstość usypową próbki określono na podstawie wzoru (2) [Norma PN-EN 1309-2:2006]:

$$\rho_o = \frac{m}{V_m} \cdot x \cdot \frac{1,15}{0,02128} = 54,041 \text{ kg} \cdot m^{-3} \quad (2)$$

gdzie: ρ_o – gęstość, m – masa surowca (kg), V_m – objętość usypowa badanego materiału (m^3).



Rysunek 1. Spadek wilgotności materiału w trakcie procesu suszenia (krzywa suszenia)
Figure 1. Material moisture decrease during the drying process (drying curve)
 Źródło: opracowanie własne
Source: own study

Założenia badawcze dotyczyły także określenia wilgotności analizowanego materiału. Charakterystykę jego wilgotności określono wyznaczając funkcję jego spadku w czasie. Badany surowiec ułożony na półkach i/lub tacach był ogrzewany w zamkniętej komorze suszarniczej. Wyposażono ją w automatyczny regulator temperatury zapewniający stały dopływ ciepłego powietrza o temperaturze nieprzekraczającej 105°C. Do regulacji służył zespół sterowników i termopar nastawiany na określoną temperaturę. Z analizy wynika, że wilgotność materiału wynosiła 42%. Spadek wilgotności w trakcie procesu suszenia zaprezentowano na rysunku 1.

W trakcie suszenia masa materiału nie ulegała zmianom ($m = \text{const}$), a zatem wysoka temperatura spowodowała odparowanie wody. Dopasowanie linii trendu do krzywej suszenia pozwoliło wyznaczyć przebieg zależności stochastycznej ($y = -0,014x^2 + 0,343x + 41,72$), odpowiadającej spadkowi wilgotności materiału w trakcie procesu suszenia. Współczynnik determinacji R^2 dopasowania linii trendu wynosił 0,974. Chwilowy odczyt wilgotności w suszonym materiale można odczytać podstawiając za wartość rzędnych czas – wyrażony w minutach. Niezbędną wartością jest wstępna wilgotność materiału W_0 , która w tym przypadku wynosiła 41,72%. W celu określenia wstępnej wartości wilgotności (W) analizowanego materiału w danym czasie (t) opracowano formułę, którą zaprezentowano w postaci wzoru (3):

$$W = -0,014t^2 + 0,343t + W_0 \quad (3)$$

gdzie: W – wilgotność materiału (%), W_0 – wstępna wilgotność materiału (%), t – czas (min).

Wnioski

Paliwo kopalne można zastąpić drzewnymi odpadami z drzew owocowych. Na terenie gospodarstwa agroturystycznego podczas cięć pielęgnacyjnych drzewostanu otrzymano około 100 kg biomasy o gęstości przestrzennej około 54 kg/m³. Pozyskane drewno nie miało wysokiej wartości produkcyjnej i w całości zostało użyte jako materiał opałowy. Przeprowadzone obliczenia dotyczyły wybranego gospodarstwa modelowego. Do korzyści, które może osiągnąć gospodarstwo agroturystyczne przy ogrzewaniu drewnem pochodzącym z odpadów drzewnych w porównaniu do ogrzewania surowcami kopalnymi należy aspekt środowiskowy (ochrona środowiska).

Przy założeniu, że wartość opałowa pozyskanego materiału wynosiła około 18 MJ/kg [Gorzelański, Matłok 2013, s. 77-83], a gęstość 54 kg/m³, można uzyskać na badanym obszarze 1800 MJ czystej energii. Uzyskaną energię można pomnożyć przez liczbę gospodarstw agroturystycznych (7700 obiektów w 2015 roku), co daje wartość energii wynoszącą 13 860 000 MJ rocznie (przy założeniu, że pozyskuje się 100 kg odpadów drzewnych rocznie). W założeniach tych uwzględniono, że każde z prowadzonych gospodarstw agroturystycznych może pozyskać 100 kg biomasy rocznie.

W celu zwiększenia wartości opałowej pozyskany materiał o wilgotności 42% należy poddać procesowi podsuszenia [Niedziółka, Zuchniarz 2006, s. 232-233]. Czas uzyskania wilgotności w granicach 10-15% wynosi około 56 minut. Wymaganą wartością podczas pomiaru jest wstępna wilgotność materiału W_o , która dla drewna liściastego z jabłoni i śliw węgierek pozyskanego w miejscowości Okopy wynosiła 42%.

Literatura/Bibliography

- Berent-Kowalska Grażyna, Joanna Kacprowska, Iwona Gogacz, Aureliusz Jurgaś. 2012. *Energia ze źródeł odnawialnych 2011 roku* (Energy from renewable sources in 2011). GUS: Warszawa 2012.
- Gorzelański Józef, Natalia Matłok. 2013. Analiza energetyczna biomasy odpadowej z produkcji drzewek owocowych na terenie województwa podkarpackiego (Energy analysis of waste biomass from production of fruit trees on the territory of Podkarpackie Voivodeship). *Inżynieria Rolnicza* 3 (2): 77-83.
- GUS. 2015. Turystyka. Informacje i opracowania statystyczne (Tourism. Statistical information and studies). GUS: Warszawa.
- Kowalczyk Zbigniew. 2005. Intensywność produkcji a poziom techniki rolniczej w gospodarstwach sadowniczych (Production intensity vs. agricultural technology level in fruit farms). *Inżynieria Rolnicza* 6: 361.
- Niedziółka Ignacy, Andrzej Zuchniarz. 2006. Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy pochodzenia roślinnego (An energetic analysis of selected plant biomass samples). *MOTROL* 8A: 232-237.
- Norma PN-EN 1309-2:2006. Drewno okrągłe i tarcica. Metoda oznaczania wymiarów. Część 2: Drewno okrągłe - Wymagania dotyczące pomiarów i zasad obliczania miąższości (Roundwood and lumber. Dimensioning method. Part 2: Roundwood - Requirements for measurements and rules for thickness calculation).
- Norma PN-D-95000:2002/Az1:2005. Surowiec drzewny. Pomiar, obliczanie miąższości i cechowanie (Wood raw material. Measurement, thickness calculation and stamping).
- Roman Kamil. 2016a. Gęstość właściwa cząstek biomasy pochodzenia leśnego o różnych wymiarach i wilgotności pomniejszona o objętość porów wewnętrznych (Specific density of forest biomass for different particle size and moisture content). *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2 (92): 85-92.
- Roman Michał. 2016b. Znaczenie przedsiębiorczości i innowacyjności w kształtowaniu przewagi konkurencyjnej gospodarstw agroturystycznych (Entrepreneurship and innovation as factors determining the competitiveness of agritourism enterprises). *Journal of Agribusiness and Rural Development* 1 (39): 183-189.
- Roman Michał, Kamil Roman. 2016. *Innowacyjne wykorzystanie biomasy stałej w gospodarstwach agroturystycznych* (Innovative use of solid biomass in agritourism farms). *Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN CLXXIII*: 33-40.
- Skrepta Magdalena. 2012. *Zasady obrotu biomasą leśną w Polsce*. [W] Materiały Konferencyjne "Biomasa leśna: produkcja – dystrybucja – konsumpcja" (Rules for trading in forest biomass in Poland. [In] Conference Materials „Forest biomass: production – distribution – consumption). Łągowo 05-06.06.2012.

Summary

The aim of the article is to present the energetic use of wood waste from fruit trees on the example of an agritourism farm. Biomass from wood waste can be obtained in agritourism farms for heating buildings as fuel. The authors of the study conducted research on the use of wood waste from fruit trees as an energy source. The examined material in the form of wood came from the Okopy – Podlasie province. In an agritourism farm, about 100 kg of biomass with a spatial density of about 54 kg/m³ were acquired during the forest stand maintenance cuts.

Adres do korespondencji

dr Michał Roman

orcid.org/0000-0003-3596-2587

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk Ekonomicznych, Katedra Ekonomiki Edukacji,

Komunikowania i Doradztwa

ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa,

tel. + 48 (22) 5934161

e-mail: michal_roman@sggw.pl

dr inż. Kamil Roman

orcid.org/0000-0001-7455-2789

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Warszawie

ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa

e-mail: k.roman@itp.edu.pl