

Joanna Szyszlak*, Wiesław Piekarski*, Paweł Krzaczek*, Halina Borkowska**

*Katedra Energetyki i Pojazdów

**Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza w Lublinie

OCENA WARTOŚCI ENERGETYCZNYCH ŚLAZOWCA PENSYLWAŃSKIEGO DLA RÓŻNYCH GRUBOŚCI PĘDÓW ROŚLINY

Streszczenie

Przedstawiona problematyka obejmuje analizę możliwości wykorzystania pędów ślazuwca pensylwańskiego jako odnawialnego źródła energii. Łodygi tej rośliny cechują się dużą zawartością suchej masy, którą można wykorzystać jako produkt do spalania bezpośrednio po zebraniu z pola. Przedstawiono wyniki badań ciepła spalania i wartości opałowej dla różnej grubości łodyg ślazuwca pensylwańskiego.

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, ślazuwiec pensylwański, ciepło spalania, wartość opałowa

Wprowadzenie

Wzrost zapotrzebowania na energię, spowodowany szybkim rozwojem gospodarczym, ograniczona ilość zasobów kopalnych, a także nadmierne zanieczyszczenie środowiska spowodowały wzrost zainteresowania niekonwencjonalnymi nośnikami energii w kraju, w tym spalaniem biomasy. Stopniowo poszerzają się poszukiwania kolejnych gatunków roślin, które mogłyby być wykorzystywane na cele energetyczne. Do grupy roślin „energetycznych”, które można rozpatrywać do powyższego wykorzystania, należy między innymi ślazuwiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby). Nieznany dotychczas w naszym kraju gatunek, został wprowadzony do Polski przez profesora Bolesława Styka i profesor Halinę Borkowską z Akademii Rolniczej w Lublinie [Antoniewicz 2005].

Spośród wielu kierunków wykorzystania tej rośliny, istotnym jest możliwość jej zastosowania jako źródła energii w przemyśle. Prof. B. Styk zapoczątkował badania ciepła spalania łodyg ślazuwca pensylwańskiego z uwzględnieniem różnic w ich grubości [Styk, Styk 1994; Borkowska, Styk 1997] i wraz z prof. H. Borkowską stali się inspiratorami dalszych prac badawczych, których wyniki

zaprezentowano w niniejszej publikacji. Łodygi ślazuwca pensylwańskiego cechują się dużą zawartością suchej masy pozyskiwanej z hektara uprawy, którą można wykorzystywać jako produkt do spalania. Należy nadmienić, że ich wilgotność jest zależna od terminu zbioru. Jak wykazują badania przeprowadzone w Akademii Rolniczej w Lublinie, zbierane łodygi w październiku zawierały średnio 43% wody, zaś średnia wilgotność w grudniu spadła do 28% [Kościk 2003]. W polskich warunkach przyjmuje się, że maksymalny plon z 1 ha dochodzić może do 18 ton.

Cel i zakres badań

Badania, o charakterze wstępnym, podjęte w Katedrze Energetyki i Pojazdów miały na celu określenie ciepła spalania łodyg ślazuwca pensylwańskiego dla wybranych próbek o różnej grubości pędów ślazuwca, przy różnej obsadzie roślin w rzędzie. Problemem badawczym jest wykazanie zależności między grubością łodyg rośliny a ciepłem spalania i wartością opałową. Materiał roślinny stanowiły rośliny dwuletnie, w pierwszym roku użytkowania (rok 2004) i pochodziły z eksperymentu prowadzonego w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin. Pomiarami objęto 10 reprezentatywnych próbek pędów ślazuwca, oznaczonymi zgodnie z numerem poletka oraz z symbolem roku zbioru. Próbkę zostały pobrane z grup poletek o trzech różnych obsadach pędów na jednostkę powierzchni: 26 szt./m² (3 próbki), 23 szt./m² (4 próbki), 19 szt./m² (3 próbki). Pędy z każdej grupy charakteryzowały się grubością, odpowiednio: $d < 10$ mm, $10 < d < 18$ mm, $d > 18$ mm.

Doświadczenie zostało założone przez wysiew nasion do gleby. Na zróżnicowanie obsady i grubości pędów roślin największy wpływ miało stanowisko oraz jakość zabiegów przeprowadzonych w trakcie dwóch lat uprawy. Zastosowano nawożenie jednakowe dla wszystkich poletek dopiero w drugim roku. Ciepło spalania i wartość opałową określono zgodnie z Polskimi Normami PN-81/G-04513 oraz PN-ISO 1928:2002 przy pomocy kalorymetru KL – 3. Pomiarów dokonano w 6 powtórzeniach dla każdego typu próbek, ciepło spalania wyrażono w kJ/kg. Badane próbki zostały wysuszone do tej samej wilgotności w celu otrzymania porównywalnych wielkości wartości opałowej, a przyjęta metoda badań ma posłużyć tylko do celów porównawczych uzyskanych wyników.

Wyniki badań

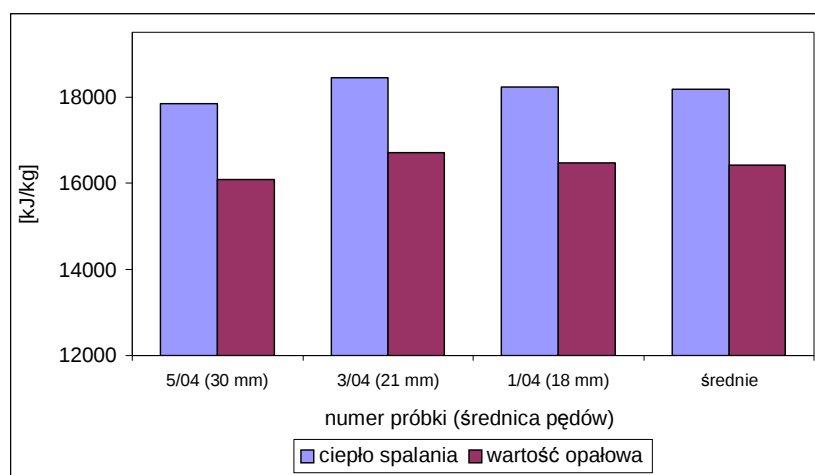
Uzyskane wyniki badań (tab. 1) wskazują na zróżnicowanie wartości ciepła spalania względem grubości łodyg ślazuwca. Średnia wartość ciepła spalania wynosi 18 398 kJ/kg a wartość opałowa 16 627 kJ/kg. Rozrzut mierzonych wartości ciepła spalania mieści się w przedziale od 17 840 do 19 215 kJ/kg, co stanowi poniżej 7,5% wartości średniej. Wartość mediany dla badanych wielkości to odpowiednio 18 336 kJ/kg oraz 16 581 kJ/kg.

Tabela 1. Wyniki pomiarów ciepła spalania i wartości opałowej ślazuwa pensylwańskiego

Table 1. Results of gross and net calorific value measurement of Virginia mallow

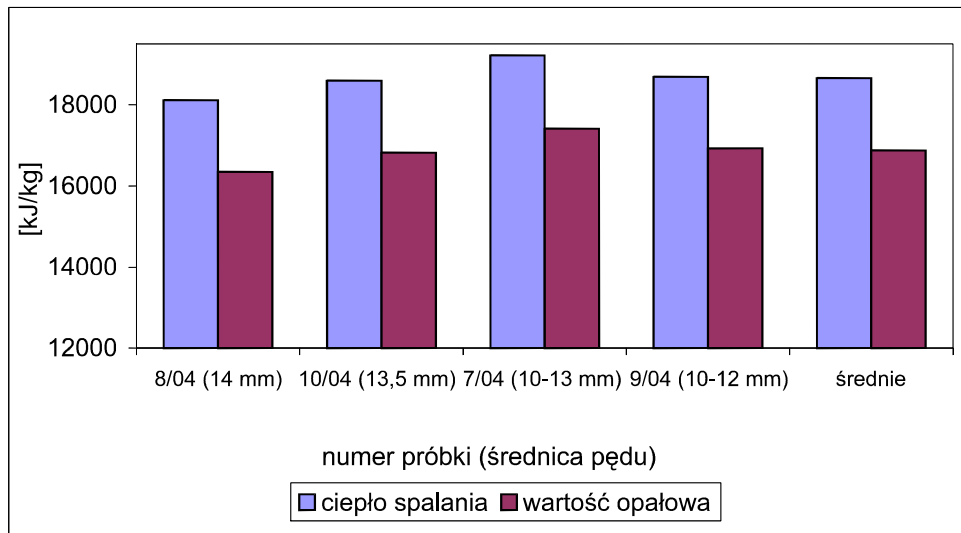
Numer próbki	Grubość łodyg [mm]	Wilgotność próbki [%]	Ciepło spalania [kJ / kg]	Wartość opałowa [kJ / kg]
5/04	30	7,41	17 840	16 077
3/04	21	6,80	18 448	16 700
1/04	18	7,38	18 224	16 462
8/04	14	7,41	18 111	16 347
10/04	13,5	7,60	18 588	16 820
7/04	10-13	7,38	19 215	17 409
9/04	10-12	7,41	18 689	16 926
6/04	4,6-8,5	7,28	18 529	16 769
2/04	1,5-10	7,88	18 193	16 419
4/04	1,8-8	9,10	18 142	16 337
		Średnia:	18 398	16 627

Na rysunkach 1 – 3 przedstawiono rozkłady wartości ciepła spalania i wartości opałowych dla uzyskanych z poletek przedziałów grubości pędów. Średnie wartości ciepła spalania łodyg grubych ($d > 18$ mm) wynoszą około 18 171 kJ/kg, natomiast cienkich ($d < 10$ mm) 18 288 kJ/kg. Dla łodyg o średnicy w przedziale od 10 do 18 mm wartość jest najwyższa i wynosi 18 651 kJ/kg.



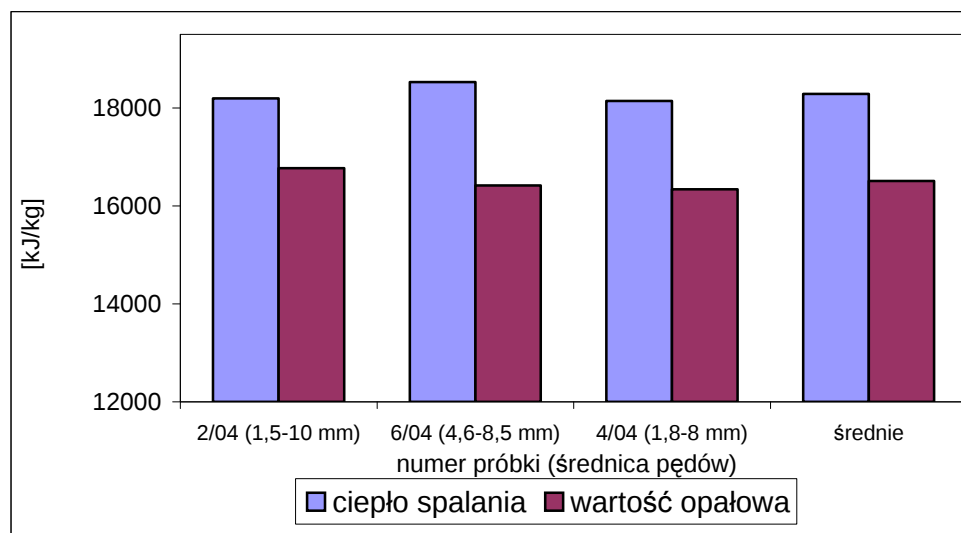
Rys. 1. Rozkład wartości ciepła spalania i wartości opałowych grubych ($d > 18$ mm) pędów ślazuwa pensylwańskiego

Fig. 1. Distribution of gross and net calorific value of thick ($d > 18$ mm) Virginia mallow sprouts



Rys. 2. Rozkład wartości ciepła spalania i wartości opałowych średnich ($10 < d < 18\text{mm}$) pędów ślazuwca pensylwańskiego

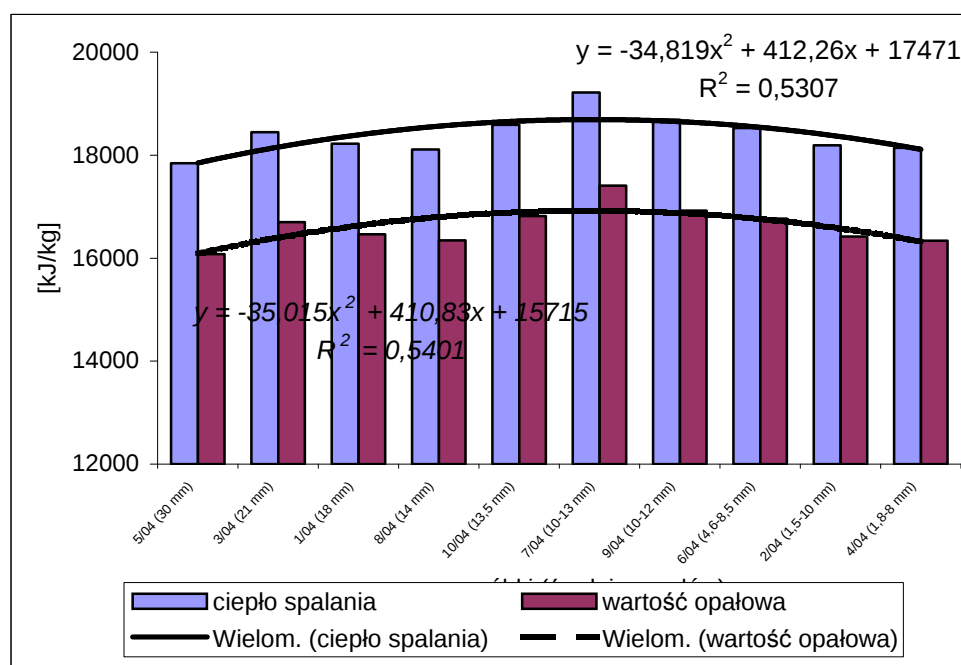
Fig. 2. Distribution of gross and net calorific value of medium ($10 < d < 18\text{mm}$) Virginia mallow sprouts



Rys. 3. Rozkład wartości ciepła spalania i wartości opałowych cienkich ($d < 10\text{mm}$) pędów ślazuwca pensylwańskiego

Fig. 3. Distribution of gross and net calorific value of thin ($d < 10\text{mm}$) Virginia mallow sprouts

Na rysunku 4 przedstawiono zestawienie wyników pomiaru ciepła spalania i wartości opałowej dla całego zakresu grubości łodyg ślazuwca. Po zastosowaniu analizy regresji można wyznaczyć przebiegi krzywych, z prawdopodobieństwem dopasowania $R^2=0,5307$ (ciepło spalania) oraz $R^2=0,5401$ (wartość opałowa), które pozwalają zauważyć, że istnieje zależność badanych wielkości od grubości łodyg rośliny, co jest pochodną ich obsady. Najkorzystniejszy, pod względem energetycznym, przedział stanowią pędy o grubości od 10 do 18 mm, pochodzące z poletek o obsadzie pędów 23 szt./m². Należy zwrócić uwagę, że szczególnie korzystne wartości energetyczne pędów, zostały uzyskane w przedziale o grubości pędów 10 do 13 mm.



Rys. 4. Rozkład wartości ciepła spalania i wartości opałowych pędów ślazuwca pensylwańskiego o różnej grubości

Fig. 4. Distribution of gross and net calorific value of Virginia mallow sprouts with different thickness

Porównane zostały także wartości ciepła spalania i wartości opałowej ślazuwca oraz paliw tradycyjnych (tab. 2). Widać, że ślazuwiec charakteryzuje się zbliżoną wartością tych parametrów w stosunku do paliw tradycyjnych, np. drewna, czy

węgla brunatnego. Wynika z tego, że ślázowiec może być paliwem alternatywnym, tym bardziej cennym, że stanowi odnawialne źródło energii.

Tabela 2. Wartości ciepła spalania i wartości opałowej paliw wybranych stałych [opracowane na podstawie: Kotlewski, Mieszkowski 1974; Orłowski, Dobrzański, Szwarc 1979, Kubik, Żuchowski 2002 i badań własnych]

Table 2. Gross and net calorific values of selected solid fuels [elaborated based on: Kotlewski, Mieszkowski 1974; Orłowski, Dobrzański, Szwarc 1979; Kubik, Żuchowski 2002 and own studies]

Paliwo	Ciepło spalania [kJ / kg]	Wartość opałowa [kJ / kg]
Węgiel kamienny	31 270 – 32 400	16 700 – 29 300
Węgiel brunatny	12 420 – 22 000	7 500 – 20 900
Drewno bukowe	18 860	17 480
Ślázowiec pensylwański	18 398	16 581

Podsumowanie i wnioski

Uzyskane wyniki badań wskazują, że grubość łodyg rośliny ma wpływ na wielkość wartości energetycznych. Uwzględniając charakter badań, wiek rośliny oraz czas użytkowania plantacji wskazane są dalsze badania, które pozwolą odpowiedzieć czy ta zależność potwierdzi się w kolejnych latach hodowli rośliny. Należy nadmienić, że rośliny wyhodowane z siewu uzyskują największy potencjał dopiero w trzecim roku życia, a drugim użytkowania.

Na podstawie przeprowadzonych badań wartości energetycznej łodyg ślázowca i ich analizy, można sformułować następujące wnioski:

1. Wartość opałowa i ciepło spalania są zależne od grubości łodygi ślázowca, co jest ściśle związane z obsadą roślin na 1 m².
2. Najkorzystniejsze wartości ciepła spalania i wartości opałowej uzyskano dla grubości łodygi w przedziale 10-18 mm, ze szczególną preferencją dla przedziału o grubości 10-13 mm, gdzie ciepło spalania wynosiło 19 215 kJ/kg a wartość opałowa 17 409 kJ/kg.
3. Wykorzystanie ślázowca pensylwańskiego na cele energetyczne, wymaga od producentów rolnych uwzględnienia możliwości oddziaływania na grubość pędów, poprzez różne zagęszczenie roślin na jednostce powierzchni.
4. Uzyskując podczas badań plon suchej masy i ciepło spalania pędów ślázowca o różnej grubości, można wyliczyć ile ciepła uzyskamy z 1 ha takiej plantacji. Natomiast przy założeniu, że średni plon suchej masy wynosi 15 t/ha, uzyskamy od 267 do 288 GJ/ha. Wielkość ta jest wartością brutto.

5. Podczas badań nie uwzględniono nakładów energetycznych poniesionych na uprawę i zbiór, ponieważ wielkość poletek (po 12 m²) i ich usytuowanie nie pozwala na wprowadzenie mechanicznej obróbki. Wskazane byłoby przeprowadzenie badań energochłonności w przypadku upraw o większej powierzchni.
6. Łodygi ślazuowca można wykorzystać m.in. do produkcji brykietów lub pelletów, ewentualnie zrębków lub beli prasowanych, mających zastosowanie w celach grzewczych. W związku z tym należałoby również przeprowadzić badania nad przydatnością technologiczną pędów. Analiza uzyskanych wyników badań, potencjał plonowania ślazuowca oraz porównanie do paliw tradycyjnych, wskazują na celowość wykorzystania tego gatunku jako źródła energii odnawialnej.

Bibliografia

Antonkiewicz J. 2005. Potencjał energetyczny ślazuowca pensylwańskiego. *Aura* nr 3 s. 7 – 9.

Borkowska H., Styk B. 1997. Ślazuowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* Rusby). Uprawa i Wykorzystanie. WAR, Lublin.

Kotlewski F., Mieszkowski M. (praca zb. pod red.) 1974. Pomiar w technice cieplnej. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa.

Kościk B. (pod red.) Rośliny energetyczne 2003. WAR, Lublin.

Kubik K., Zuchowski J. 2002. Badania wybranych właściwości wysłodków buraczanych jako paliwa alternatywnego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, s. 486.

Orłowski P., Dobrzański W., Szwarz E. 1979. Kotły parowe. Konstrukcje i obliczenia. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa.

Styk B., Styk W. 1994. Ślazuowiec pensylwański – surowiec energetyczny. *Ann. UMCS*, s. E, suppl. 49, s. 85 – 87.

ANALYSIS OF POSSIBLE UTILIZATION OF VIRGINIA MALLOW FOR ENERGY PURPOSES

Summary

The presented topic includes the analysis of the possibility of using Virginia mallow sprouts as renewable source of energy. The stalks of this plant are characterised by a high content of dry mass that can be utilized as a product to be burnt directly after harvesting. The results of studies on high-heat value and the calorific value for different thickness of Virginia mallow stalks were presented.

Key words: renewable sources of energy, Virginia mallow, high-heat value, calorific value