

EFEKTYWNOŚĆ BRYKIETOWANIA WYBRANYCH ROŚLIN ENERGETYCZNYCH. CZĘŚĆ 1.

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań oddziaływania wilgotności surowca na przebieg procesu aglomerowania ciśnieniowego topinamburu i mozgi trzcinowatej. Oceniono podatność badanych materiałów na proces brykietowania przy wykorzystaniu brykietarki typu PBH-100 firmy Protechnika. W pierwszej części pracy w szczególności scharakteryzowano materiał badawczy oraz przedstawiono wyniki badań gęstości aglomeratu. Wykazano, iż gęstość aglomeratu przyjmowała najwyższe wartości dla wilgotności surowca 16% i była za każdym razem wyższa dla brykietu otrzymanego z topinamburu. Natomiast stopień zagęszczenia aglomeratu przyjmował wyższe wartości w odniesieniu do mozgi trzcinowatej i był przeciętnie o 11% wyższy od wartości uzyskiwanych dla topinamburu.

Słowa kluczowe: topinambur, mozga trzcinowata, brykietowanie, energochłonność aglomerowania ciśnieniowego, jakość brykietów

Wprowadzenie

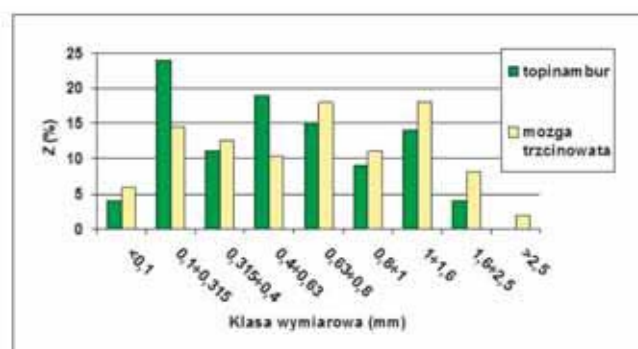
Rozwój sektora energetyki odnawialnej opiera się w znacznej mierze na wykorzystaniu biomasy pochodzącej z rolnictwa. Źródłem agrobiomasy są m.in. celowe uprawy roślin energetycznych, wśród których wyjątkowym zainteresowaniem cieszy się topinambur i mozga trzcinowata [2, 4, 5]. Jednak tego typu surowce są trudne do wykorzystania w naturalnej postaci. Dzieje się tak ze względu na małą gęstość materiału, utrudniającą transport, magazynowanie i dozowanie do kotłów. Niekorzystną cechą jest również niska wartość opałowa - odniesiona do jednostki objętości. W związku z tym, w celu polepszenia przydatności do celów energetycznych, należy przede wszystkim zwiększyć ich gęstość. Znaczące korzyści w tym aspekcie można uzyskać w wyniku stosowania brykietowania [1, 3, 8].

W procesie formowania biopaliw stałych podstawową rolę pełni wilgotność przetwarzanego surowca. We wcześniejszych pracach przedstawiono wyniki badań wpływu tego parametru na efektywność zagęszczania ciśnieniowego biomasy różnego pochodzenia [6, 7, 9, 10, 11]. Niniejsza praca stanowi kontynuację badań prowadzonych w tym zakresie. Stąd też za cel pracy przyjęto wyznaczenie wartości parametrów charakteryzujących proces brykietowania topinamburu i mozgi trzcinowatej.

Materiał i metodyka badań

Charakterystyka materiału przeznaczonego do badań

Surowce będące materiałem badawczym (topinambur i mozga trzcinowata) cięto na sieczkę o długości 20 mm. Następnie tak przygotowany materiał rozdrabniano przy wykorzystaniu rozdrabniacza bijakowego (typ ML-500), zaopatrzonego w sito o średnicy otworów $\varnothing 4$ mm. Dla rozdrobnionego materiału określono skład granulometryczny (rys. 1). Badania przeprowadzono zgodnie z PN-EN 15149-2:2011 przy wykorzystaniu laboratoryjnego przesiewacza SASKIA Thyr 2. W przypadku obydwu surowców najliczniejszą frakcję stanowiły cząstki z przedziału wymiarowego od 0,1 do 1,6 mm. Natomiast średni wymiar cząstek badanych surowców wynosił 0,64 mm dla topinamburu i 0,81 mm dla mozgi trzcinowatej.



Rys. 1. Udział procentowy (Z) poszczególnych klas wymiarowych w rozdrobnionych surowcach

Fig. 1. Percentage share (Z) of the studied materials

Po rozdrobnieniu materiał badawczy doprowadzono do wilgotności od 10 do 22% (co $3\% \pm 0,2\%$). Wilgotność surowca wyznaczono metodą suszarkową zgodnie z PN-ISO 712:2002. Dla tak przygotowanego surowca wyznaczono wartość gęstości nasypowej (tab. 1). Badania przeprowadzono zgodnie z PN-EN 15103:2010. Wzrost wilgotności w analizowanym przedziale, w przypadku topinamburu, powodował zwiększenie wartości parametru ρ_s średnio o 7,74%. Natomiast dla mozgi wzrost ten był większy i wyniósł 11,5%.

Tab. 1. Zależność gęstości surowców w stanie zsypanym (ρ_s) od wilgotności (w)

Table 1. Correlation between the bulk density of material (ρ_s) and moisture content (w)

w (%)	10	13	16	19	22
topinambur ρ_s ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	0,155	0,158	0,162	0,163	0,167
mozga trzcinowata ρ_s ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	0,131	0,135	0,141	0,146	0,152

Badania procesu brykietowania

Proces brykietowania zrealizowano przy użyciu brykietarki hydraulicznej typ PBH-100 firmy Protechnika. Ciśnienie robocze zagęszczania wynosiło 50 MPa. Uzy-

skiwany brykiet miał średnicę 60 mm i długość 80 mm.

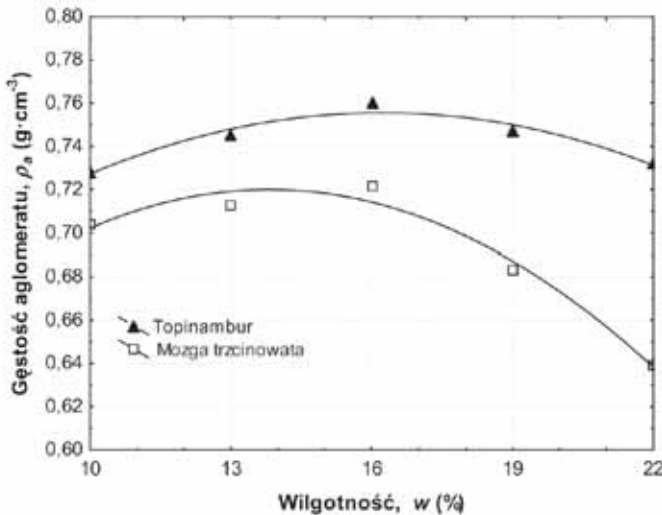
Dla otrzymanego produktu wyznaczono gęstość aglomeratu (ρ_a) po 24 h przechowywania, określając jego wymiary zewnętrzne oraz masę. Obliczono stopień zagęszczenia uzyskanego aglomeratu S_{za} (krotność zmniejszenia objętości), obliczane jako iloraz gęstości ρ_a do gęstości materiału w stanie zsypanym ρ_s ($S_{za} = \rho_a : \rho_s^{-1}$).

Analizę zależności pomiędzy parametrami procesu brykietowania a wilgotnością materiału sypkiego wykonano przy wykorzystaniu procedur statystycznych zawartych w programie STATISICA, przyjmując za każdym razem poziom istotności $\alpha_i = 0,01$.

Wyniki badań

Równania regresji, opisujące zależności badanych cech aglomeratu od wilgotności surowca, zestawiono w tab. 2. Analiza regresji wykazała, że otrzymane zależności mogą być opisane równaniem kwadratowym drugiego stopnia lub równaniem liniowym. Zależności te przedstawiono na rys. 2 i 3.

Zmiany gęstości aglomeratu w zależności od wilgotności materiału zobrazowano na rys. 2. Uzyskane wartości mieściły się w przedziale od 0,689 do 0,860 g·cm⁻³. Za każdym razem większą gęstością charakteryzował się produkt otrzymany z topinamburu.



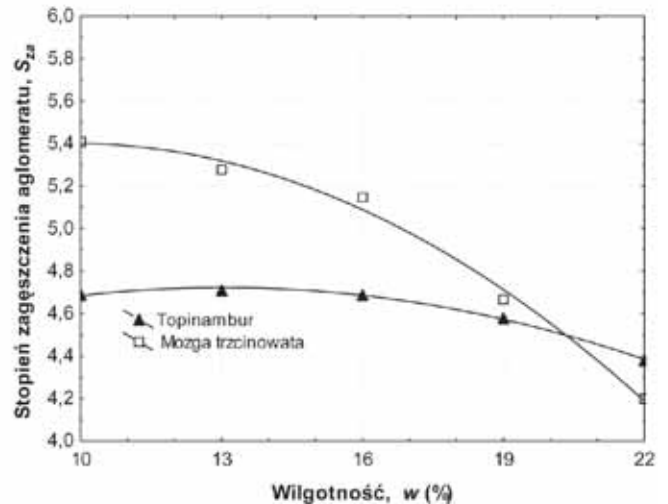
Rys. 2. Zależność gęstości aglomeratu (ρ_a) od wilgotności surowca (w)

Fig. 2. Correlation between density (ρ_a) and moisture content (w)

Należy zaznaczyć, że dla obydwu badanych materiałów, najwyższą gęstość odnotowano przy wilgotności 16%. Najniższą zaś wartość parametru ρ_a (0,689 g·cm⁻³) zaobserwowano w odniesieniu do mozgi, charakteryzującej się wilgotnością 22%. Daje się również zauważyć, że w kontekście

zmian gęstości, topinambur był mniej wrażliwy na oddziaływanie wilgotności niż mozga trzcinowata. W badanym zakresie, różnica między wartością minimalną a maksymalną gęstości (wynikająca z oddziaływania wilgotności) w przypadku topinamburu wyniosła niecałe 4%. Natomiast w przypadku mozgi wzrastała do ponad 13%.

Wyniki badań stopnia zagęszczenia aglomeratu po przechowywaniu wykazały, że wartość parametru zmniejszała się wraz ze wzrostem wilgotności surowca (rys. 3). Większą dynamiką zmian analizowanego parametru charakteryzował się brykiet otrzymany z mozgi trzcinowatej. Natomiast brykiet wytworzony z topinamburu, w sposób widoczny zmniejszał swój stopień zagęszczenia w przedziale wilgotności 16-22%. Warto zauważyć, że wraz ze wzrostem wilgotności materiału, różnice w wartościach stopnia zagęszczenia - wynikające z oddziaływania rodzaju surowca - zacierają się.



Rys. 3. Zależność stopnia zagęszczenia aglomeratu (S_{za}) od wilgotności surowca (w)

Fig. 3. Correlation between degree of compaction of agglomerate (S_{za}) and moisture content (w)

Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników badań można sformułować następujące wnioski:

1. Zaobserwowano, że gęstość aglomeratu ρ_a osiąga maksymalną wartość w odniesieniu do wilgotności 16% (niezależnie od surowca). Średnia wartość parametru ρ_a w przypadku topinamburu jest przeciętnie o 6% wyższa niż wartość uzyskana dla mozgi trzcinowatej.
2. Gęstość brykietu otrzymywanego z topinamburu jest przeciętnie 4,7 razy większa od gęstości początkowej materiału ρ_s . Natomiast w przypadku mozgi trzcinowatej wartość stopnia zagęszczenia aglomeratu S_{za} wynosi średnio 5,2.

Tab. 2. Równania regresji opisujące zależność gęstości ρ_a i stopnia zagęszczenia aglomeratu S_{za} od wilgotności surowca (w) oraz wartości współczynnika determinacji R^2

Table 2. Regression equations describing the correlations between density ρ_a and degree of compaction of agglomerate S_{za} and moisture of raw material (w) and the values of determination coefficient R^2

Cecha aglomeratu	Surowiec	Równanie regresji	R^2
Gęstość aglomeratu po 24 godz., ρ_a	Topinambur	$\rho_a = -0,001w^2 + 0,024w + 0,663$	0,941
	Mozga trzcinowata	$\rho_a = -0,001w^2 + 0,034w + 0,536$	0,972
Stopień zagęszczenia aglomeratu, S_{za}	Topinambur	$S_{za} = -0,004 w^2 + 0,107 + 4,035$	0,996
	Mozga trzcinowata	$S_{za} = -0,303w + 5,855$	0,916

Bibliografia

- [1] Adamczyk F., Frąckowiak P., Zbytek Z.: Sposoby wykorzystania biomasy stałej na cele energetyczne. Część 2. Słoma i odpady rolnicze. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2010, nr 6.
- [2] Czeczko R.: Porównanie stopnia uwodnienia różnych części *Helianthus tuberosus* w aspekcie ich przydatności jako biopaliwa. Ochrona środowiska i zasobów naturalnych, 2011, nr 49, 521-524.
- [3] Hejft R.: Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Politechnika Białostocka. Wyd. i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu, 2002.
- [4] Komorowicz M., Wróblewska H., Pawłowski J.: Skład chemiczny i właściwości energetyczne biomasy z wybranych surowców odnawialnych. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 2009, nr 40, 402-410.
- [5] Księżak J., Faber A.: Ocena możliwości pozyskiwania biomasy z mozgi trzciniowej na cele energetyczne. Łąkarstwo w Polsce, 2007, nr 10, 141-148.
- [6] Kulig R., Laskowski J.: The effect of preliminary processing on compaction parameters of oilseed rape straw. Teka Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, 2011, vol. 11, 209-217.
- [7] Kulig R., Skonecki S.: Wpływ wilgotności na parametry procesu zagęszczania wybranych roślin energetycznych. Acta Agrophysica, 2011, nr 17(2), 335-344.
- [8] Mani S., Tabil L., G., Sokhansanj S.: An overview of compaction of biomass grinds. Powder Handling and Processing, 2003, vol. 15, 160-168.
- [9] Skonecki S., Kulig R.: Wpływ wilgotności biomasy roślinnej i nacisku tłoka na parametry brykietowania i wytrzymałość aglomeratu. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe, 2011, nr 10, 375-386.
- [10] Skonecki S., Kulig R., Potręć M.: Ciśnieniowe zagęszczanie trocin sosnowych i topolowych - parametry procesu i jakość aglomeratu. Acta Agrophysica, 2011, nr 18(1), 149-160.
- [11] Skonecki S., Kulig R., Laskowski J., Potręć M.: Wpływ wilgotności wiórów drewna sosny i topoli na parametry brykietowania. Inżynieria Rolnicza, 2011, nr 1(126), 245-252.

BRIQUETTING EFFICIENCY OF SELECTED ENERGY CROPS. PART 1.

Summary

The present paper examines the outcomes of pressure agglomeration process of some energy crops (woodland sunflower and reed canary grass). The materials susceptibility to briquetting was assessed. The briquetting machine type PBH - 100 from Protechnika was used in the studies. In the first part of the work, in particular the research material was characterized and the results of the density of the agglomerate presented. It has been found that the briquette density achieved the highest value for the 16% moisture content, and each time was higher for the briquettes obtained from woodland sunflower. On the other hand, the degree of compaction of the agglomerate achieved higher values in relation to reed canary grass and was higher on average by 11% than the values obtained for the woodland sunflower.

Key words: woodland sunflower, reed canary grass, briquetting, pressure agglomeration energy consumption, briquette quality



KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

ISBN 978-83-927505-2-9

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: http://www.pimr.poznan.pl