

OCENA CECH JAKOŚCIOWYCH PELETÓW WYTWORZONYCH Z BIOMASY ROŚLINNEJ*

Ignacy Niedziółka

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Mieczysław Szpryngiel

*Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań wartości opałowej, gęstości nasypowej i współczynnika trwałości kinetycznej peletów wytworzonych z biomasy roślinnej. Do procesu zagęszczania użyto słomy pszennej, słomy rzepakowej, słomy kukurydzianej, siana łąkowego oraz otrąb pszennych, odpadów zbożowych i rzepakowych przyjmując odpowiednie ich udziały procentowe. Rozdrobnione surowce zagęszczano przy użyciu pelecarki z jednostronną matrycą płaską i napędzanymi rolkami zagęszczającymi. Metodyka badań obejmowała pomiary gęstości nasypowej i współczynnika trwałości kinetycznej wytworzonych peletów. W zależności od rodzaju surowca i przyjętego składu uzyskane pelety charakteryzowały się zróżnicowaną wartością opałową, gęstością nasypową i współczynnikiem trwałości kinetycznej. Wartość opałowa peletów wahała się w przedziale od 16,1 do 17,5 MJ·kg⁻¹. Gęstość nasypowa peletów zawierała się w granicach 322,65 do 566,97 kg·m⁻³. Z kolei współczynnik trwałości kinetycznej peletów mieścił się w zakresie od 86,6 do 98,5%. Najkorzystniejsze efekty procesu wytwarzania peletów uzyskano podczas zagęszczania rozdrobnionej słomy kukurydzianej oraz słomy pszennej z sianem łąkowym (po 50% surowców), natomiast mniej korzystne w przypadku zagęszczania słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych (po 33,3% surowców) oraz słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych (po 25% surowców).

Słowa kluczowe: biomasa, gęstość nasypowa, pelety, trwałość kinetyczna, wartość opałowa

Wstęp

Energetyka konwencjonalna w dużym stopniu przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska naturalnego, a zasoby paliw kopalnych maleją w szybkim tempie. Z tych wzglę-

* Praca naukowa finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w latach 2011-2014 jako projekt badawczy nr N N313 757540.

dów alternatywnym rozwiązaniem staje się wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, w tym także biomasy roślinnej. Jest ona tanim źródłem energii pod warunkiem, że jej przetwarzanie jest odpowiednio przygotowane i zrealizowane. Na produkcję paliw stałych z biomasy składa się wiele procesów takich jak: pozyskiwanie, rozdrabnianie oraz zagęszczanie [Frączek (red.) 2010b; Kuś, Matyka 2008].

Biomasa roślinna jest stosunkowo trudnym w użytkowaniu paliwem wymagającym odpowiedniego przetworzenia. Przede wszystkim jest to paliwo o zasięgu lokalnym, stanowiące materiał niejednorodny, często wilgotny i o niskiej wartości energetycznej w odniesieniu do jednostki objętości. Dlatego też, w porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi nośnikami energii, biomasa może wydawać się dość kłopotliwym surowcem energetycznym. Jednak powszechność jej występowania i możliwa dostępność powodują, że cieszy się stałym zainteresowaniem, wśród producentów rolnych, jak też potencjalnych odbiorców energii cieplnej i elektrycznej, a także ekologów. Jest to szansa na powstawanie i rozwój lokalnych przedsiębiorstw, które mogą wykorzystywać surowce od okolicznych producentów rolnych i przeznaczać je na cele energetyczne [Frączek (red.) 2010a; Szyzłak-Bargłowicz, Piekarski 2009].

Biomasa roślinna w stanie nieprzetworzonym charakteryzuje się stosunkowo małą gęstością nasypową, wpływającą na koszty jej transportu, magazynowania i wykorzystania w praktyce. Stąd zachodzi konieczność jej zagęszczenia np. w postaci peletów. Wytwarza się je z suchej rozdrobnionej biomasy pod dużym ciśnieniem i przy podwyższonej temperaturze, najczęściej bez dodatku lepiszcza. Podczas aglomeracji ciśnieniowej występujące siły oraz temperatura powodują dekrystalizację cząstek i wpływają na proces zagęszczenia surowca. Dzięki temu uzyskuje się spadek zawartości wody, zwiększenie koncentracji masy i energii oraz znacznie podnosi komfort dystrybucji i użytkowania tego biopaliwa [Kania 1991; Hejft 2006, 2011; Mani i in. 2006; Szpryngiel i in. 2011].

Podstawowym surowcem do produkcji peletów są objętościowe surowce roślinne pozyskiwane z upraw polowych (słoma, siano), odpady roślinne (zbożowe, rzepakowe itp.) oraz drzewne (trociny, wióry). Wzrost energetycznego wykorzystania peletów stanowi dużą szansę dla zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Pelety są paliwem nadającym się do wykorzystania zarówno w grzewczych instalacjach indywidualnych, jak i systemach ciepłowniczych. Nadają się także do wykorzystania w małych instalacjach, takich jak kotły lub kominki w domach jednorodzinnych [Grzybek 2003; Niedziółka 2010].

Wartość energetyczna biomasy roślinnej zależy od rodzaju i stanu surowca, a przede wszystkim od jego wilgotności. Wysoka zawartość wody powoduje zmniejszenie ilości ciepła spalania biomasy, a tym samym jej wartości opałowej. Z kolei do ważnych parametrów decydujących o jakości wytwarzanych peletów zalicza się gęstość nasypową i wytrzymałość mechaniczną. Zgodnie z europejskimi normami gęstość nasypowa peletów powinna kształtować się powyżej $500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, natomiast wartość współczynnika trwałości kinetycznej powinna wynosić ponad 97,5%. Na wartości tych parametrów zasadniczy wpływ mają: rodzaj biomasy roślinnej, jej wilgotność, stopień rozdrobnienia oraz typ i konstrukcja urządzenia zagęszczającego [Hejft 2002; Obernberger, Gerold 2004; PN-EN 14961-6:2012].

Ciągle prowadzone są prace badawcze nad doskonaleniem technik zagęszczania oraz składu mieszanek surowców, które spełnią wymagania norm. Brak informacji z tego zakresu w dostępnej literaturze był inspiracją do podjęcia własnych badań, zawłaszczając w odniesieniu do możliwości sporządzenia mieszanek z surowców roślinnych, z których pelety cechowałyby się najlepszymi właściwościami.

Celem pracy była ocena cech jakościowych peletów wytworzonych z wybranych surowców roślinnych i ich mieszanek w pelecierce z jednostronną nieruchomą matrycą płaską i napędzanymi rolkami zagęszczającymi.

Material i metody badań

Do wytwarzania peletów użyto kilku rodzajów biomasy roślinnej w następujących udziałach procentowych:

- słoma pszenna, rzepakowa, kukurydziana i siano łąkowe – po 100% każdego surowca;
- słoma pszenna i rzepakowa, pszenna i kukurydziana oraz pszenna i siano łąkowe – po 50% każdego surowca;
- słoma rzepakowa, kukurydziana i otręby pszenne – po 33,3% każdego surowca;
- słoma rzepakowa, kukurydziana, odpady zbożowe i rzepakowe – po 25% każdego surowca.

Wilgotność poszczególnych surowców roślinnych określano metodą suszarkową zgodnie z normą PN-EN 15414-3:2011. Ciepło spalania surowców roślinnych wyznaczono metodą kalorymetryczną za pomocą kalorymetru statycznego KL-12Mn. Wartość opałową obliczono na podstawie ciepła spalania określonego zgodnie ze specyfikacją techniczną PN-EN 14588:2011 oraz normami PN-81/G-04513 i PN-ISO 1928:2002.

Przed rozpoczęciem procesu peletowania dokonano wstępnego rozdrobnienia surowców przy użyciu siewczarki bębnowej. Otrzymano wówczas materiał o wymiarach cząstek 20-100 mm. Następnie na rozdrabniaczu bijakowym H 111, wyposażonym w sita o średnicy otworów 8 mm, uzyskano cząstki o długości 3-8 mm. Do procesu zagęszczania rozdrobnionych surowców roślinnych wykorzystano pelecierkę z nieruchomą jednostronną matrycą płaską. W tabeli 1 zestawiono podstawowe parametry techniczno-eksploatacyjne badanej pelecierki.

Tabela 1. Parametry techniczno-eksploatacyjne pelecierki
Table 1. Technical and operation parameters of a pelletmachine

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Dane
Średnica matrycy	[mm]	200,0
Grubość matrycy	[mm]	25,0
Średnica peletu	[mm]	6,0
Prędkość obrotowa rolek	[obr·min ⁻¹]	110,0
Średnica rolek	[mm]	100,0
Moc silnika	[kW]	7,5
Wydajność pelecierki	[kg·h ⁻¹]	80-100
Masa pelecierki	[kg]	180

Źródło: obliczenia własne

Średnicę i długość peletów określano przy użyciu suwmiarki z dokładnością do 0,1 mm. Gęstość nasypową peletów wyznaczono za pomocą naczynia o średnicy 167 mm i wysokości 228 mm, zgodnie z normą PN-EN 15103:2010. Określano ją poprzez swobodne ich nasypywanie do naczynia pomiarowego o objętości 5 dm³. Po wypełnieniu naczynia

i zgarńięciu nadmiaru produktu całość ważono na wadze WPE 200 z dokładnością do $\pm 0,1$ g. Gęstość nasypową peletów obliczano wg wzoru (1):

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V_n} \quad (1)$$

gdzie:

- ρ_n – gęstość nasypowa peletów [kg m^{-3}],
- m_2 – masa naczynia z próbką peletów [kg],
- m_1 – masa naczynia pomiarowego [kg],
- V_n – objętość naczynia pomiarowego [m^3].

Trwałość kinetyczną peletów określono na stanowisku pomiarowym zgodnie z normą PN-EN 15210-1:2010. Metoda pomiaru polegała na poddaniu peletów próbie kinetycznej podczas obrotu pojemników napędzanych silnikiem elektrycznym z prędkością obrotową 50 obr/min, w czasie 10 min, a następnie przesianiu przez sito o otworach 3,15 mm. Otrzymane frakcje ważono na wadze WPE 200 z dokładnością do $\pm 0,1$ g. Współczynnik trwałości kinetycznej peletów obliczano wg wzoru (2):

$$\sigma_t = \frac{m_p}{m_k} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

- σ_t – współczynnik trwałości kinetycznej peletów [%],
- m_p – masa peletów po próbie kinetycznej i przesianiu [g],
- m_k – masa peletów przed próbą kinetyczną [g].

Wyniki badań i ich analiza

W tabeli 2 zamieszczono ogólną charakterystykę surowców roślinnych użytych do wytwarzania peletów. Średnia wilgotność surowców wahała się w granicach 12,5-18,8%, natomiast ich wartość opałowa mieściła się w przedziale 15,4-16,2 $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

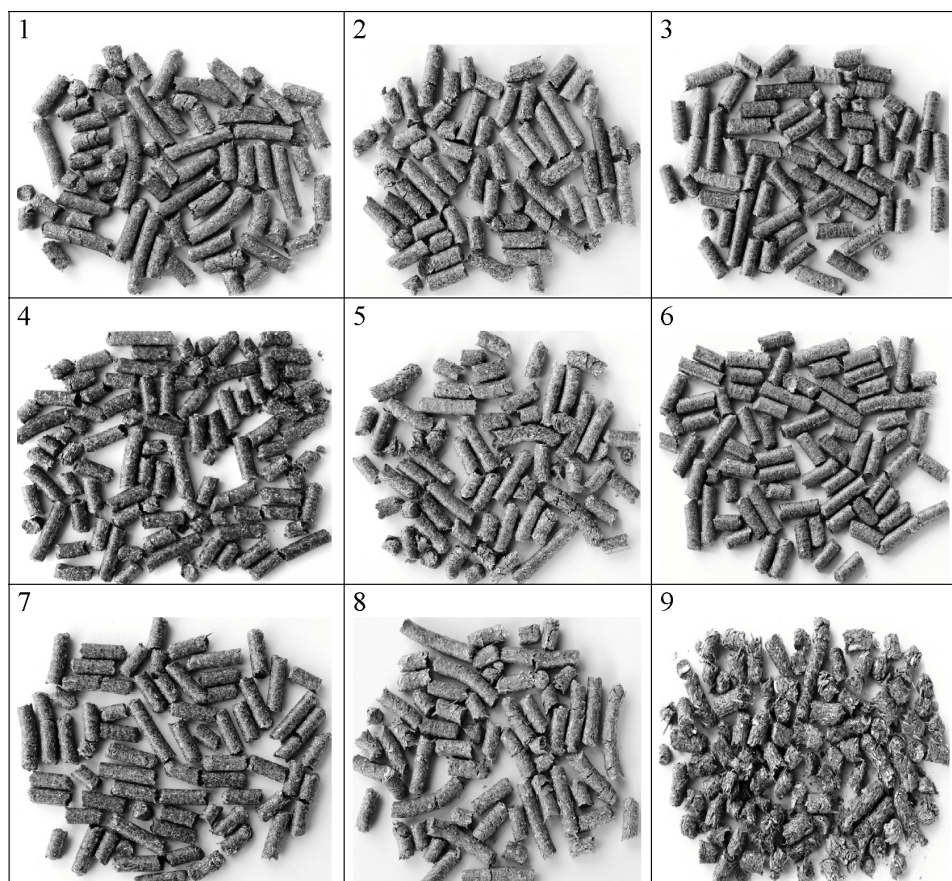
Tabela 2. Ogólna charakterystyka surowców roślinnych użytych do wytwarzania peletów
Table 2. General description of plant material used for pellets production

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Dane
Rodzaj surowców roślinnych	[-]	Słoma pszenna, słoma rzepakowa, słoma kukurydziana, siano łąkowe, otręby pszenne, odpady zbożowe, odpady rzepakowe
Wilgotność surowców	[%]	12,5-18,8
Rozdrobnienie wstępne	[Mm]	20-100
Rozdrobnienie końcowe	[Mm]	3-8
Wartość opałowa	[$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$]	15,4-16,2

Źródło: obliczenia własne

Na rysunku 1 przedstawiono próbki peletów wytworzonych z użytych surowców roślinnych i przyjętych udziałów procentowych dla poszczególnych rodzajów biomasy. Przebieg średnica uzyskanych peletów wynosiła około 6,1 mm, natomiast ich długość była

zróżnicowana i zawierała się w granicach od 5,4 do 42,8 mm. Na wartości tych parametrów znaczny wpływ miał rodzaj surowców i ich skład.



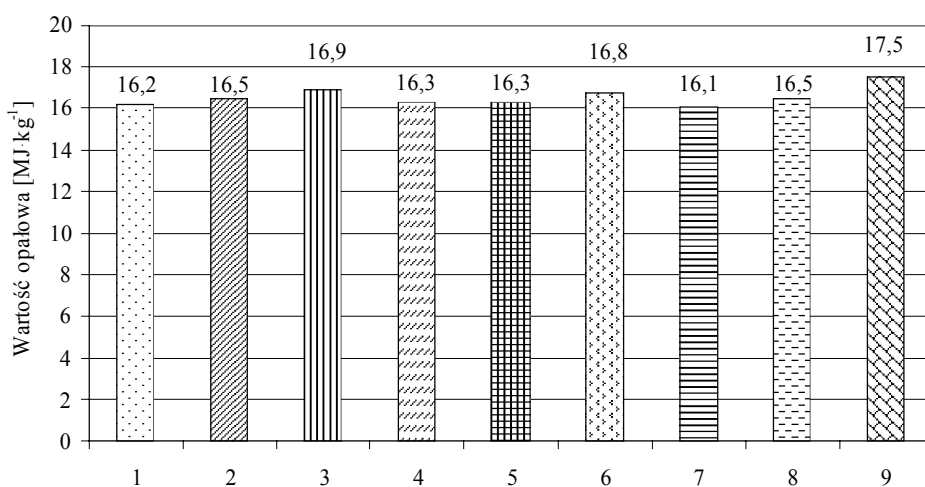
Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Pelety wytworzone z użytych surowców roślinnych: 1 – słomy pszennej, 2 – słomy rzepakowej, 3 – słomy kukurydzianej, 4 – siana łąkowego, 5 – słomy pszennej i rzepakowej, 6 – słomy pszennej i kukurydzianej, 7 – słomy pszennej i siana łąkowego, 8 – słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych, 9 – słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych

Fig. 1. Pellets produced with the used plant materials: 1 – wheat straw, 2 – rape straw, 3 – corn straw, 4 – meadow hay, 5 – wheat and rape straw, 6 – wheat and corn straw, 7 – wheat straw and meadow hay, 8 – rape straw, corn straw and wheat bran, 9 – rape straw, corn straw, grain and rape waste

Średnia wartość opałowa wytworzonych peletów zależała od rodzaju surowca i jego udziału procentowego i zawierała się w przedziale 16,1-17,5 MJ·kg⁻¹ (rys. 2). W przypadku

peletów wytworzonych ze słomy pszennej, rzepakowej i siana łąkowego oraz kombinacji słomy pszennej i rzepakowej, słomy pszennej i siana łąkowego oraz słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych wartość opałowa wynosiła 16,1-16,5 MJ·kg⁻¹. Z kolei dla peletów uzyskanych ze słomy kukurydzianej i kombinacji słomy pszennej i kukurydzianej oraz słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych wartość opałowa była wyższa i mieściła się w zakresie 16,8-17,5 MJ·kg⁻¹. Na jej wartość wpływ miała wyższa wartość energetyczna słomy kukurydzianej oraz odpadów zbożowych i rzepakowych, w porównaniu z pozostałymi surowcami roślinnymi użytymi w procesie zagęszczania.



Źródło: opracowanie własne

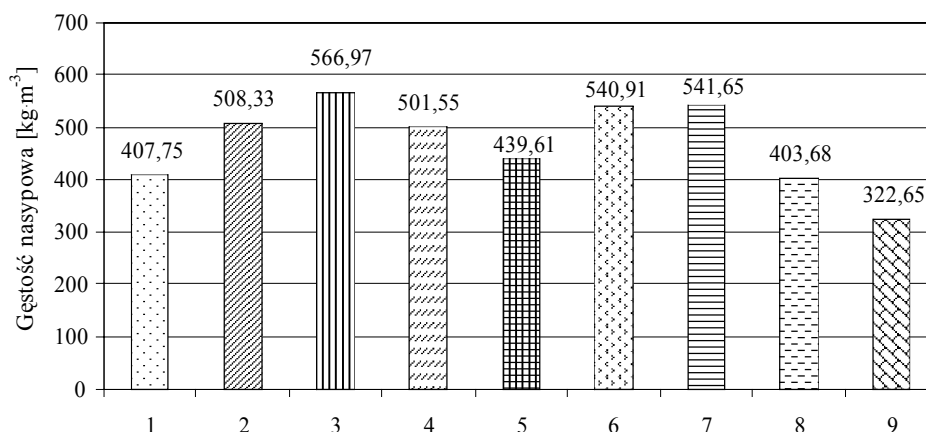
Rys. 2. Wartość opałowa peletów wytworzonych z użytych surowców roślinnych: 1 – słomy pszennej, 2 – słomy rzepakowej, 3 – słomy kukurydzianej, 4 – siana łąkowego, 5 – słomy pszennej i rzepakowej, 6 – słomy pszennej i kukurydzianej, 7 – słomy pszennej i siana łąkowego, 8 – słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych, 9 – słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych

Fig. 2. Calorific value of pellets produced out of used plant materials: 1 – wheat straw, 2 – rape straw, 3 – corn straw, 4 – meadow hay, 5 – wheat and rape straw, 6 – wheat and corn straw, 7 – wheat straw and meadow hay, 8 – rape straw, corn straw and wheat bran, 9 – rape straw, corn straw, grain and rape waste

Średnia gęstość nasypowa peletów wytworzonych z badanych surowców wynosiła od 322,65 do 566,97 kg·m⁻³ (rys. 3). Najmniejszą gęstość nasypową zanotowano dla surowców, których udział wynosił po 25% w składzie: słoma rzepakowa, słoma kukurydziana, odpady zbożowe i odpady rzepakowe (ok. 323 kg·m⁻³). Znacznie wyższą gęstość nasypową odnotowano dla peletów wytworzonych ze słomy pszennej i mieszanek: słomy pszennej

i rzepakowej oraz słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych, która wynosiła od 404 do 440 kg·m⁻³.

Najwyższe gęstości nasypowe stwierdzono dla peletów uzyskanych ze słomy rzepakowej, słomy kukurydzianej i siana łąkowego oraz ze słomy pszennej i kukurydzianej, a także słomy pszennej i siana łąkowego (w składzie po 50%). Gęstości te zawierały się w przedziale 502-567 kg·m⁻³ i zależały przede wszystkim od zagęszczanego surowca.



Źródło: opracowanie własne

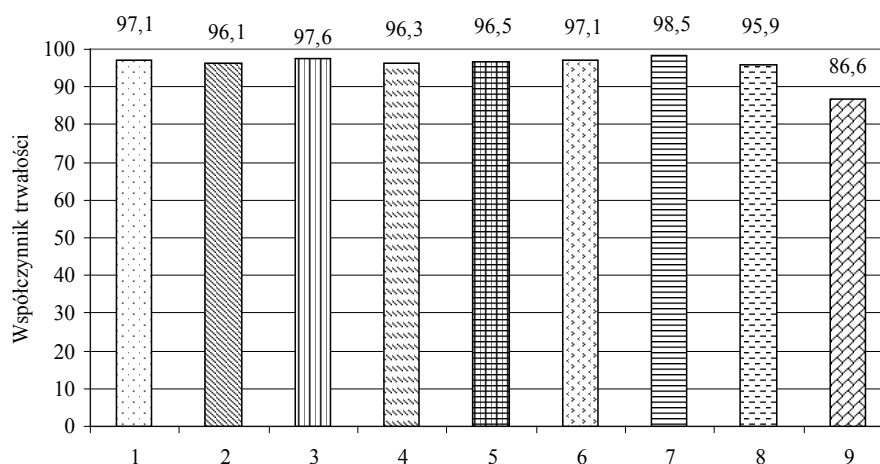
Rys. 3. Gęstość nasypowa peletów wytworzonych z użytych surowców roślinnych: 1 – słomy pszennej, 2 – słomy rzepakowej, 3 – słomy kukurydzianej, 4 – siana łąkowego, 5 – słomy pszennej i rzepakowej, 6 – słomy pszennej i kukurydzianej, 7 – słomy pszennej i siana łąkowego, 8 – słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych, 9 – słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych

Fig. 3. Bulk density of pellets produced out of used plant materials: 1 – wheat straw, 2 – rape straw, 3 – corn straw, 4 – meadow hay, 5 – wheat and rape straw, 6 – wheat and corn straw, 7 – wheat straw and meadow hay, 8 – rape straw, corn straw and wheat bran, 9 – rape straw, corn straw, grain and rape waste

Średnie wartości współczynnika trwałości kinetycznej peletów wytworzonych z badanych surowców roślinnych wynosiły od 86,6 do 98,5% (rys. 4). Najniższe wartości współczynnika trwałości zanotowano dla surowców, których udział wynosił po 25% w składzie: słoma rzepakowa, słoma kukurydziana, odpady zbożowe i odpady rzepakowe (ok. 87%). Znacznie wyższe wartości współczynnika trwałości odnotowano dla peletów wytworzonych ze słomy rzepakowej, siana łąkowego oraz mieszanek: słomy pszennej i rzepakowej (po 50% surowców) i słomy kukurydzianej, rzepakowej i otrąb pszennych (po 33,3% surowców). Wartości te wynosiły od 95,9 do 96,5%.

Najwyższe wartości współczynnika trwałości kinetycznej stwierdzono dla peletów uzyskanych ze słomy pszennej, słomy kukurydzianej oraz mieszanek: ze słomy pszennej i kukurydzianej, a także ze słomy pszennej i siana łąkowego (po 50% surowców). Wartości współczynnika zawierały się w granicach 97,1-98,5%. Zależały one zarówno od rodzaju

zagęszczanych surowców, jak też ich udziałów procentowych w badanych mieszankach. Na wartości tego współczynnika zapewne wpływ miały różne zawartości celulozy, hemi-celuloz i ligniny w stosowanych surowcach roślinnych, powodując uzyskiwanie trwałych wiązań mechanicznych w procesie ich zagęszczania.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Współczynnik trwałości kinetycznej peletów wytworzonych z użytych surowców roślinnych: 1 – słomy pszennej, 2 – słomy rzepakowej, 3 – słomy kukurydzianej, 4 – siana łąkowego, 5 – słomy pszennej i rzepakowej, 6 – słomy pszennej i kukurydzianej, 7 – słomy pszennej i siana łąkowego, 8 – słomy rzepakowej, kukurydzianej i otrąb pszennych, 9 – słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych

Fig. 4. Coefficient of kinetic endurance of pellets produced out of used plant materials: 1 – wheat straw, 2 – rape straw, 3 – corn straw, 4 – meadow hay, 5 – wheat and rape straw, 6 – wheat and corn straw, 7 – wheat straw and meadow hay, 8 – rape straw, corn straw and wheat bran, 9 – rape straw, corn straw, grain and rape waste

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Wartość opałowa peletów wytworzonych w badanej pelecierce z nieruchomą matrycą płaską zależała przede wszystkim od rodzaju zagęszczanych surowców roślinnych, a także od ich udziału procentowego w przyjętych mieszankach. Najwyższą wartością opałową charakteryzowały się pelety uzyskane ze słomy kukurydzianej oraz mieszanek: słomy pszennej i kukurydzianej oraz słomy rzepakowej, kukurydzianej, odpadów zbożowych i rzepakowych ($16,8-17,5 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$).

2. Gęstość nasypowa uzyskanych peletów zależała zarówno od rodzaju użytego surowca, a także udziału procentowego w przygotowanych składach mieszanek. Największą gęstością odznaczały się pelety wytworzone ze słomy kukurydzianej ($567 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), a najmniejszą gęstością pelety uzyskane z mieszanki surowców w składzie (po 25% każdego surowca): słoma rzepakowa, słoma kukurydziana, odpady zbożowe i odpady rzepakowe (ok. $323 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$).
3. Współczynnik trwałości kinetycznej peletów wytworzonych z badanych surowców roślinnych i ich mieszanek był bardzo wysoki i zawierał się w granicach 86,6-98,5%. Najniższą wartość współczynnika trwałości zanotowano dla mieszanki surowców w składzie (po 25%): słoma rzepakowa, słoma kukurydziana, odpady zbożowe i odpady rzepakowe (ok. 87%), zaś najwyższą dla mieszanki surowców w składzie (po 50%): słomy pszennej i siana łąkowego (98,5%).
4. Na jakość wytwarzanych peletów największy wpływ miał rodzaj zagęszczanych surowców, a także ich udział procentowy w przygotowanych mieszankach. Ważne było także dobre rozdrobnienie surowców roślinnych oraz jednorodna ich struktura. Badana pelecziarka z nieruchomą matrycą płaską zapewniała uzyskanie peletów dobrej jakości.

Bibliografia

- Frączek J. (red.).** (2010a): Produkcja biomasy na cele energetyczne. Wyd. PTIR, Kraków, ISBN 978-83-917053-8-4.
- Frączek J. (red.).** (2010b): Przetwarzanie biomasy na cele energetyczne. Wyd. PTIR, Kraków, ISBN 978-83-917053-9-1.
- Grzybek A.** (2003): Kierunki zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. *Wiś Jutra*, 9(62), 10-11.
- Hejft R.** (2002): Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Wyd. Politech. Białostockiej, ISBN 83-7204-251-9.
- Hejft R.** (2006): Granulacja ciśnieniowa – analiza układu roboczego z płaską matrycą. *Inżynieria Rolnicza*, 7(82), 209-214.
- Hejft R.** (2011): Energochłonność procesu peletowania i brykietowania. *Czysta Energia*, 6(118), 40-41.
- Kania S.** (1991): Prasowanie rozdrobnionych mas lignocelulozowych. *Przemysł Drzewny*, 4, 4-7.
- Kuś J., Matyka M.** (2008): Produkcja biomasy na cele energetyczne jako alternatywny kierunek produkcji. *Wiś Jutra*, 8-9(121-122), 8-10.
- Mani S., Tabil L., Sokhansanj S.** (2006): Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses. *Biomass and Bioenergy*, No 30, 648-654.
- Niedziółka I.** (2010): Możliwości wykorzystania biomasy roślinnej do produkcji brykietów i peletów. *Wiś Jutra*, 8-9(145-146), 18-20.
- Obernberger I., Gerold T.** (2004): Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour. *Biomass and Bioenergy*, No 27, 653-669.
- Szpryngiel M., Kraszkiewicz A., Kachel-Jakubowska M., Niedziółka I.** (2011): Ocena gęstości usypowej i energochłonności produkcji peletów w pelecziarce z dwustronną matrycą płaską. *Inżynieria Rolnicza*, 6(131), 215-222.
- Szyszlak-Bargłowicz J., Piekarski W.** (2009): Charakterystyka biomasy jako paliwa. Rozdz. w monografii pt. *Biomasa jako źródło energii*. Wyd. *Wiś Jutra*, 29-38.

- PN-81/G-04513. Paliwa stałe – Oznaczanie ciepła spalania i obliczanie wartości opałowej.
PN-EN 15103:2010. Biopaliwa stałe – Oznaczanie gęstości nasypowej. ISBN 978-83-266-0626-7.
PN-EN 15210-1:2010. Biopaliwa stałe – Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej brykietów i peletów. Część 1: Pelety. ISBN 978-83-266-0627-4.
PN-EN 14588:2011. Biopaliwa stałe – Terminologia, definicje i określenia.
PN-EN 15414-3:2011. Stałe paliwa wtórne – Oznaczanie zawartości wilgoci metodą suszarkową. Część 3: Wilgoć w ogólnej próbce analitycznej.
PN-EN 14961-6:2012. Biopaliwa stałe – Specyfikacja paliw i klasy. Część 6: Pelety niedrzewne do zastosowań nieprzemysłowych.
PN-ISO 1928:2002. Paliwa stałe - Oznaczanie ciepła spalania metodą spalania w bombie kalorymetrycznej i obliczanie wartości opałowej.

ASSESSMNET OF QUALITY PROPERTIES OF PLANT BIOMASS PELLETS

Abstract. The research results of calorific value, bulk density and coefficient of kinetic endurance of plant biomass pellets have been presented. Wheat straw, rape straw, corn straw, meadow hay and wheat bran, grain and rape waste were used for the thickening process assuming their percentage share. Crushed materials were thickened with the use of the pellet machine with a one-side flat matrix and driven by densifying rolls. The research methodology included measurement of bulk density and coefficient of kinetic endurance of the produced pellets. In relation to the raw material type and the assumed composition, the obtained pellets were characterised by a diverse bulk density and a coefficient of kinetic endurance. Calorific value of pellets was ranging between 16.1 do 17.5 MJ·kg⁻¹. Bulk density of pellets was ranging between 322.65 do 566.97 kg·m⁻³. While a coefficient of kinetic endurance of pellets was within the range of 86.6 to 98.5%. The most advantageous effects of the pellets production process were obtained during densification of crushed corn straw and wheat straw with meadow hay (50% of raw material each). While less advantageous in case of densification of rape straw, corn straw and wheat bran (33.3% of raw material each) and rape straw, corn straw, grain and rape waste (25% of raw material each).

Key words: biomass, bulk density, pellets, kinetic endurance, calorific value

Adres do korespondencji:

Ignacy Niedziółka, e-mail: ignacy.niedziolka@up.lublin.pl
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Poniatowskiego 1
20-060 Lublin