

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI PELETÓW WYTWORZONYCH Z TRAWY POZYSKANEJ Z TRAWNIKA PRZYDOMOWEGO

Andrzej Kornacki, Grzegorz Maj

Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy zostaną przedstawione możliwości wytwarzania peletów z trawy trawnikowej pozyskanej z trawnika przydomowego wraz z podaniem schematu procesu technologicznego. Została wykonana analiza właściwości energetycznych wytworzonych peletów w postaci oznaczenia ciepła spalania, wartości opałowej oraz zawartości popiołu dla dwóch różnych wilgotności materiału. Praca zawierać będzie analizę wyników oraz porównanie ich z wartościami energetycznymi paliw kopalnych. Badania wykazały, że ciepło spalania peletów trawy wynosi $16,29 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a wartość opałowa $14,82 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ przy wilgotności 12,47%. Zmiana wilgotności o 1,1% powoduje obniżenie ciepła spalania o $0,75 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Słowa kluczowe: biomasa, pelet z trawy, ciepło spalania, wartość opałowa

Wstęp

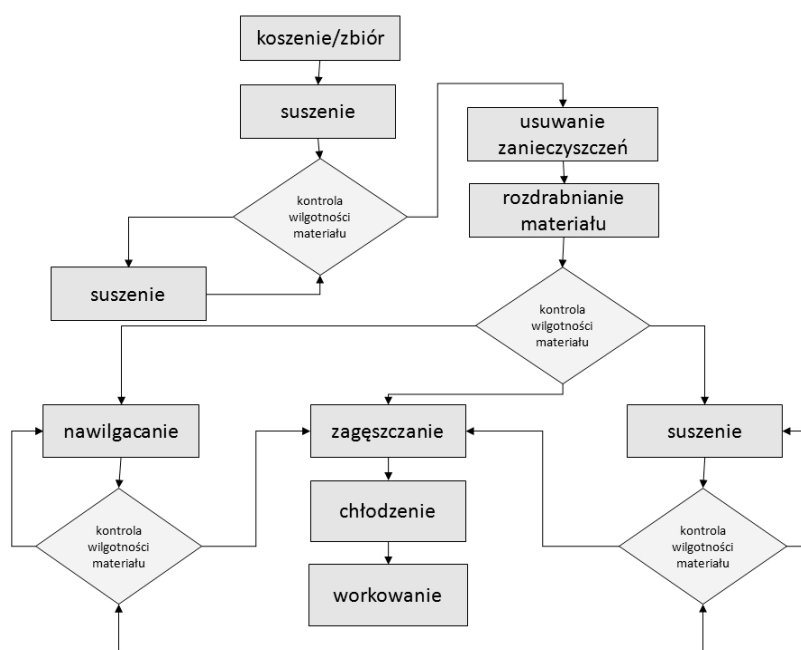
Rok 2020 według Unii Europejskiej ma być czasem, w którym udział odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym starego kontynentu ma wynieść 20%, a stosowanie biopaliw w transporcie ma osiągnąć poziom 10% [Dyrektywa 2009/28/WE]. Stąd też obecnie poszukuje się nowych rozwiązań, które uzupełniłyby ten bilans. Dodatkowym źródłem energii odnawialnej może stać się trawa pochodząca z trawników przydomowych. Trawa trawnikowa w formie nieprzetworzonej charakteryzuje się dużą wilgotnością oraz gęstością usypową, co utrudnia magazynowanie i transport tego surowca. Ponadto niski poziom koncentracji energii w jednostce objętości takiego paliwa obniża popularność użytkowania takiego materiału w energetyce zawodowej i indywidualnej [Stolarski i in. 2005]. Forma luźna biomasy charakteryzuje się gęstością usypową na poziomie $20\text{--}50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, natomiast dla peletu wynosi ona już $450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ [Densiuk 2009]. Stąd też istnieje konieczność uszlachetnienia biopaliwa w procesie peletowania [Grzybek 2005]. Dzięki kompaktowaniu biomasy ustalana jest na stałym poziomie zawartość wody, zwiększona zostaje koncentracja masy i energii w jednostce objętości, a tym samym zwiększa się atrakcyjność stosowania takiego paliwa [Kowalik 2003, Thek in. 2004]. Ilość dostępnego surowca uzależniona jest od powierzchni przydomowego trawnika. Trawa charakteryzuje się dużą zawartością ligniny w stosunku do innych surowców pochodzenia roślinnego, co przyczynia się do łatwiejszego zagęszczenia surowca w formę peletu i podnosi jego trwałość [Komorowicz i in. 2009; Grzelak i in. 2010]. Dodatkowo lignina zmniejsza energochłonność procesu zagęszczania w przeciwieństwie do roślin zawierających dużą ilość włókna [Hejft 2002; Grochowicz i in. 2004].

Dodatkową zaletą peletu jest możliwość stosowania pieców c.o. z automatycznymi zasobnikami peletu. Przyczynia się to do użycia niemal bezobsługowego systemu grzewczego.

Celem badań było określenie możliwości peletowania trawy pozyskanej z trawnika przydomowego domu jednorodzinnego oraz określenie fizycznych właściwości uzyskanego biopaliwa.

Proces peletowania

Wytwarzanie peletu zawiera się w trzech zasadniczych etapach: suszenie, mielenie oraz prasowanie [Kwaśniewski 2008; Hansen i in. 2009; Kotowski 2010]. Jednakże cały proces jest bardziej złożony. Produkcja peletu rozpoczyna się od momentu zbioru surowca (rys. 1). Pierwszym etapem jest wysuszenie surowca w celu możliwości jego zmagazynowania. Następnie należy materiał oczyścić. Jeżeli jest on zanieczyszczony musi zostać przed użyciem narzędzi mechanicznych do dalszego przetwarzania pozbawiony nieczystości.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Schemat technologiczny wytwarzania peletu z trawy
Fig. 1. Flow chart for making pellets of grass

Zanieczyszczenia wpływają negatywnie na sprzęt, gdyż powodują szybsze zużycie części roboczych urządzeń, a nawet mogą doprowadzić do ich uszkodzenia. Następnym etapem peletowania jest rozdrabnianie materiału. Każdy rodzaj biomasy ma określone

parametry rozdrabniania, dla których możliwości zagęszczania danego rodzaju biomasy są najlepsze [Niedziółka i in. 2009; Adamczyk 2010]. Po procesie rozdrabniania surowiec powinien zostać poddany badaniu wilgotności. Każdy surowiec roślinny jest najlepiej zagęszczony przy ściśle określonej wilgotności [Kulig i in. 2006; Skonecki i in. 2008; Demianiuk 2011]. W związku z powyższym faktem istnieją trzy różne możliwości, które mogą nastąpić po zbadaniu wilgotności materiału. Jeżeli materiał jest zbyt wysuszony należy go nawilżyć za pomocą np. wytwornicy pary. W przeciwnym wypadku, gdy materiał jest zbyt mokry należy go wysuszyć za pomocą suszarni. Natomiast w przypadku, gdy materiał wykazuje optymalną wilgotność dla jego prasowania wówczas kolejnym krokiem jest proces zagęszczania za pomocą peleciarki/granulatora. Ponieważ wytworzony pelet ma wysoką temperaturę należy go schłodzić, co spowoduje wzmocnienie jego wytrzymałości mechanicznej. Ostatnim etapem produkcji peletu jest jego workowanie. Pelet można magazynować lub bezpośrednio po procesie workowania sprzedawać odbiorcy. Należy jednak pamiętać, że magazynowanie peletu oraz jego transport powinien odbywać się niskiej wilgotności powietrza. Jeżeli wilgotność będzie zbyt duża, granulat stanie się sypki i nie będzie miał odpowiednich właściwości mechanicznych w postaci twardości.

Metodyka badań

Materiał badawczy (trawa trawnikowa) został pozyskany z trawnika przydomowego gospodarstwa jednorodzinnego (mieszanka traw: wiechlina łąkowa 5%, kostrzewa czerwona 45%, życica trwała 50%). Trawa została skoszona w miesiącu sierpniu, gdy żdźbło osiągnęło długość 10-15 cm, następnie wysuszona w pomieszczeniu o temperaturze około 20°C przez okres dwóch tygodni. Materiał został rozdrobniony na rozdrabniaczu bijakowym, uzyskując długość sieczki do 3 mm, 3-12 mm oraz 12-16 mm. Rozdrobniony materiał poddano procesowi zagęszczania za pomocą peleciarki model Y10022-4 o następujących parametrach: moc 2,2 kW; średnica otworów w matrycy: góra 8,85 mm, dół 8,60 mm; grubość matrycy 24,5 mm. Sterowanie wilgotnością materiału odbywało się za pomocą wytwornicy pary. Otrzymany materiał ochładzano w celu zwiększenia jego wytrzymałości. Ciepło spalania oraz wartość opałową dla uzyskanego peletu oznaczano metodą kalorymetryczną wg. specyfikacji technicznej PKN-CEN/TS 14588 oraz normą PN-ISO 1928 za pomocą kalorymetru KL-12 dla dwóch poziomów wilgotności materiału: 12,47% i 13,46%. Zawartość popiołu określono metodą wagową wg. normy PN-80/G-04512. Popiół uzyskano poprzez spalenie próbek w piecu Nabertherm B180 w temperaturze 815°C. Oznaczanie ciepła spalania, wartości opałowej oraz zawartości popiołu wykonano z sześciokrotnym powtórzeniem. Wilgotność określano metodą suszarkowo – wagową zgodnie z normą PN-ISO 6540.

Wyniki

Badania wykazały, że poziom wilgotności materiału w procesie zagęszczania odgrywa ważną rolę. Jej poziom poniżej 8% powoduje zapychanie się otworów matrycy i tym samym nie daje możliwości produkcji peletu. Dodatkowo tak mała wartość skutkuje rozdrabnianiem materiału przez rolki zagęszczające i doprowadza do pylistej jego formy. Prowadzi to najczęściej do blokady pracy tych rolek. Wilgotność materiału powyżej 18%

natomiast powoduje poślizg rolek włączających materiał do otworów matrycy. Ponadto materiał nie ulega zagęszczeniu i powstający granulaty jest sypki. Określono optymalną wilgotność dla trawy w przedziale 11-13% do procesu peletowania, a optimum określono na 12%. Innym parametrem mającym wpływ na proces peletowania trawy jest długość sieczki. Długość sieczki powyżej 12 mm powoduje zapychanie się otworów matrycy w górnej jej części. Ponadto następuje proces nadmiernego rozdrabniania materiału i doprowadzanie go do postaci pylistej. Rozdrobnienie materiału do 3 mm natomiast powoduje swobodne przedostawanie się sieczki przez otwory matrycy lub powstający pelet jest sypki i nie utrzymuje formy zagęszczonej. Zalecana długość sieczki dla procesu peletowania badanej trawy została określona na 3-12 mm.

Analiza otrzymanych wyników wskazuje na fakt, że uzyskane ciepło spalania dla trawy jest wysokie i wynosi $16,29 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a wartość opałowa $14,82 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ przy wilgotności materiału 12,47% (Trawa 1). Dla wilgotności 13,46% (Trawa 2) ciepło spalania wyniosło $15,54 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast wartość opałowa $14,05 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tabela 1). Porównując je z ciepłem spalania peletów słomy ($19,82 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, wartość opałowa $18,09 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) różnica jest duża. Porównując wartości ciepła spalania i wartości opałowej badanego materiału oraz węgla kamiennego stwierdzono, że są one dwukrotnie większe dla paliwa kopalnego. Porównując natomiast z ciepłem spalania i wartością opałową gazu ziemnego różnica ta jest jeszcze większa, ponieważ parametry te są trzykrotnie mniejsze dla analizowanej biomasy. Zmiana wilgotności o 1,1% powoduje także obniżenie ciepła spalania dla trawy o 4,6%, a wartości opałowej o 5,2%. Zawartość popiołu dla badanego peletu jest dość duża i wynosi odpowiednio 12,74% przy wilgotności 12,47% i 13,26% przy wilgotności 13,46%, gdy dla peletu słomy jest na poziomie 7,91% przy wilgotności 10,5%. Wskazuje ono nawet wyższą wartość w tym przypadku w stosunku do zawartości popiołu dla węgla kamiennego.

Tabela 1. Porównanie właściwości peletów trawy trawnikowej, słomy i paliw kopalnych
Table 1. Comparison of properties for pellets made of lawn grass, straw and fossil fuels

Parametr	Jednostka	Trawa 1 (badania własne)	Trawa 2 (badania własne)	Słoma [Hejft 1994]	Węgiel [Kowalczyk- Juško i in. 2009]	Gaz [Kowalczyk- Juško i in. 2009]
Ciepło spalania	$[\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}]$	16,29	15,54	19,82	32	48
Wartość opałowa	$[\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}]$	14,82	14,05	18,09	25	48
Popiół	$[\% \text{ s. m.}]$	12,74	13,26	7,91	12	0
Wilgotność	$[\% \text{ s. m.}]$	12,47	13,46	10,5	12	0

Wnioski

1. Trawa pozyskana z trawnika przydomowego jest materiałem roślinnym o dobrej podatności na peletowanie.
2. Zmiana wilgotności peletów z trawy o 1,1% powoduje spadek ciepła spalania o $0,75 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, a wartości opałowej o $0,77 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.
3. W procesie peletowania trawy należy pamiętać o optymalnych parametrach jakie powinny być zapewnione do poprawnego zagęszczania tego materiału. Dla badanego surowca zalecana wilgotność do procesu peletowania powinna wynosić 11-13%, natomiast długość sieczki mieścić się w przedziale 3-12 mm.

Bibliografia

- Adamczyk F.** 2010. Wpływ wilgotności słomy zbożowej na stopień zagęszczania uzyskiwanych brykietów. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1(119). s. 7-13.
- Demianiuk L.** 2011. Badania procesu zagęszczania miskanta olbrzymiego. *Acta Agrophysica*. Nr 17(1). s. 43-53.
- Denisiuk W.** 2009. Słoma jako paliwo. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 1(110). s. 83-89.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE** z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
- Grochowicz J., Andrejko D., Mazur J.** Wpływ wilgotności i stopnia rozdrobnienia na energię zagęszczania i wytrzymałość brykietów łubinowych. *Motorol*. Nr 6. s. 96-103.
- Grzelak M., Waliszewska B., Speak-Dźwigala A.** 2010. Wartość energetyczna peletu z łąk nadnoteckich ekstensywnie użytkowanych. *Nauka Przyroda Technologie*. 4. 1. #11 s. 1-6.
- Grzybek A.** 2005. Wykorzystanie pelet jako paliwa. *Czysta Energia*. Nr 6. s. 32.
- Hansen M. T., Rosentoft Jein A., Wach E., Bastian M.** 2009. *The Polish Wood Pellet Handbook* (Poradnik użytkownika pelet drzewnych). *Pelletsatlas*.
- Hejft R.** 2002. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. *Biblioteka Problemów Eksploatacji*. Instytut Technologii Eksploatacji. Radom.
- Hejft R.** 1994. Słoma jako surowiec energetyczny. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2. s. 65-71.
- Komorowicz M., Wróblewska H., Pawłowski J.** 2009. Skład chemiczny i właściwości energetyczne biomasy z wybranych surowców odnawialnych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. Nr 40. s. 402-410.
- Kotowski W.** 2010. Pelety z azjatyckiej „słodkiej trawy”. *Agroenergetyka*. Nr 3(33). s. 26-29.
- Kowalczyk-Juśko A., Kościak B., Kwapisz M.** 2009. Możliwości i ograniczenia wykorzystania odpadów z rolnictwa na cele energetyczne. *Zeszyty Naukowe Polskie Towarzystwo Gleboznawcze*. Rzeszów. Zeszyt 11. s. 155-160.
- Kowalik P.** 2003. Pelety z biomasy – paliwo przyszłości. *Aeroenergetyka*. Nr 1. s. 36-37.
- Kulig R., Laskowski J.** 2006. Nakłady energii w procesie granulowania śrut pszenicy o różnym stopniu rozdrobnienia. *Motorol*. Nr 8A. s. 187-192.
- Kwaśniewski D.** 2008. Technologia oraz koszty produkcji brykietów i peletów z wierzby energetycznej. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(103). s. 37-42.
- Niedziółka I., Zuchniarz A.** 2009. Wpływ parametrów zagęszczania biomasy roślinnej na właściwości mechaniczne brykietów. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 8(117). s. 155-160.
- Skonecki S., Potręć M.** 2008. Wpływ wilgotności łusek kolb kukurydzy na parametry zagęszczania. *Acta Agrophysica*. Nr 11(3). s. 725-732.
- Stolarski M., Szczukowski S.** 2005. Charakterystyka zrębków oraz peletów (granulatów) z biomasy wierzby i ślazuwca jako paliwa. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1. s. 13-22.
- Thek G., Obernberger I.** 2004. Wood pellet production costs dunder Austrian and In comparison to Swedish framework conditions. *Biomass and Bioenergy*. Nr 27. s. 671-693.

SELECTED PROPERTIES OF PELLETS MADE OF GRASS OBTAINED FROM HOME LAWN

Abstract. The paper will demonstrate the possibilities to make pellets using lawn grass obtained from home lawn, along with flow chart for manufacturing process. The research involved the analysis of energy characteristics for manufactured pellets, including determination of combustion heat, calorific value and ash content for two different material humidity values. The work contains the analysis of results, and compares them to fossil fuel energy values. Completed studies have proven that combustion heat for grass pellets is $16.29 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, and calorific value - $14.82 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ at humidity of 12.47%. Change in humidity by 1.1% reduces combustion heat by $0.75 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Key words: biomass, pellet from grass, combustion heat, calorific value

Adres do korespondencji:

Grzegorz Maj; e-mail: grzegorz.maj@up.lublin.pl
Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13
20-950 Lublin