

OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH DENDROMASY ROBINII AKACJOWEJ*

Artur Kraszkiewicz, Magdalena Kachel-Jakubowska, Mieczysław Szpryngiel
Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Ignacy Niedziółka

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W pracy oceniono właściwości fizyczne dendromasy robinii akacjowej. Robinia akacjowa charakteryzuje się drewnem o pożądanych właściwościach fizycznych w aspekcie jego energetycznego wykorzystania. W odniesieniu do właściwości fizycznych wymaganych dla aglomeratu w normie EN 14961-2, świeże drewno robiniowe charakteryzuje się średnią wilgotnością większą o 20%, a gęstość przestrzenna drewna suchego jest o ponad 18% mniejsza. Natomiast objętościowa wartość opałowa odniesiona do gęstości metra przestrzennego drewna suchego w korze jest mniejsza o 10% od minimalnej oraz o 25% od wartości maksymalnej podawanej dla aglomeratu.

Słowa kluczowe: aglomeracja ciśnieniowa, energia biomasy, robinia akacjowa

Wstęp

Biomasa roślinna staje się coraz bardziej popularnym surowcem energetycznym. W porównaniu do paliw kopalnych, właściwości fizyczne tego surowca, szczególnie w postaci surowej, są bardzo zróżnicowane, nierzadko również odbiegają od norm jakościowych [Hejft 2002; Hejft i Obidziński 2006].

Procesem unifikującym biomasę i poprawiającym jej właściwości fizyczne jest aglomeracja ciśnieniowa, która ma na celu wytworzenie paliwa w postaci brykietu lub peletu w wyniku działania dużego ciśnienia i wysokiej temperatury [Hejft 2002; Rybak 2006].

W procesie zagęszczania otrzymuje się aglomerat, którego właściwości są nierzadko bardzo zróżnicowane. Wymagania jakościowe granulatu reguluje europejska norma EN 14961-2 „Biopaliwa stałe – specyfikacja i klasyfikacja”, w której wyróżniono trzy klasy aglomeratu A1, A2 oraz B [Rybak 2006].

Drewno robinii akacjowej w porównaniu z drewnem wierzby i topoli, które jest bardzo popularne wśród odnawialnych surowców energetycznych, posiada mniejszą wilgotność, większą gęstość i porównywalną wartość opałową [Kraszkiewicz 2008; Zajączkowski 2007].

* *Praca naukowa finansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki w latach 2011-2014 jako projekt badawczy nr N N 313 757540.*

Celem badań była ocena właściwości fizycznych dendromasy robinii akacjowej w aspekcie jej energetycznego wykorzystania oraz w odniesieniu do wymagań jakościowych dla aglomeratu podanych w normie EN 14961-2.

Materiał i metody badań

Materiał do badań pobrano w pięciu monokulturowych drzewostanach robinii akacjowej, które położone były w czterech obiektach:

- Lublin - drzewostan nr 1 – na utworach pyłowych (lessy i lessopodobne), na terenie równinnym, zadrzewienie z samosiewu, w wieku 4 lat, w którym nie wykonywano cięć hodowlanych;
- Dębno - drzewostan nr 2 – na utworach pyłowych (lessy i lessopodobne), w dolnej części zbocza doliny o wysokości 15 m i nachyleniu 40% wystawa południowa (S), las z samosiewu, z prowadzonymi cięciami hodowlanymi; w wieku 33 lat;
- Piaseczno - drzewostany nr 3 i 4 – na piaskach (piaski luźne), w dolnych partiach skarp zwałowiska o wysokości 40 m, nachyleniu stoku ok. 60-70%, wystawie odpowiednio N i SE; zalesienia rekultywacyjne, bez cięć hodowlanych (bez pozyskiwania drewna); w wieku 35 lat;
- Skrzypaczowice - drzewostan nr 5 – na utworach pyłowych (lessy i lessopodobne), w środkowej części zbocza o wysokości 20 m, nachyleniu 15% i wystawie SE; drzewostan gospodarczy pochodzący z sadzenia; w wieku 64 lat.

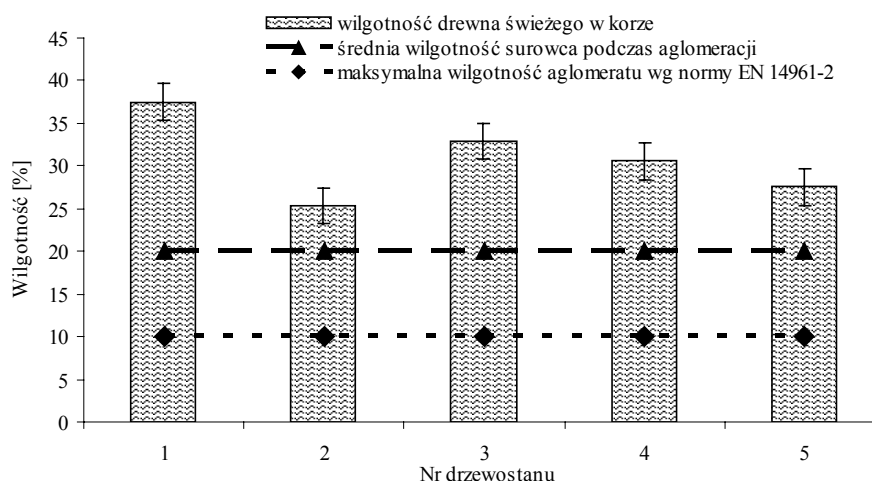
We wszystkich z badanych drzewostanów wyznaczono powierzchnie próbne o wartości 500 m², na których wytypowano i ścięto po jednym drzewie z drzewostanu głównego według zaleceń Bruchwalda [1999]. Wybrane drzewa miały średnią wysokość i pierśnicę oraz przeciętny pokrój. Wysokość ściętego drzewa w drzewostanie nr 1 wynosiła 2,0 m; nr 2 – 11,5 m; nr 3 – 17,0 m; nr 4 – 18,0 m; nr 5 – 24,0 m. Pierśnica natomiast wynosiła odpowiednio 4,5; 11,0; 19,5; 23,5; 38,5 cm. Ze ściętych drzew wydzielono pnie i w klasach grubości drewna 5,1-10,0 cm, i dalej co 5 cm pobrano próbki dla których określono:

- wilgotność względną drewna w korze w stanie świeżym metodą suszarkowo-wagową susząc próbki w temperaturze 105°C w suszarkach z obiegiem powietrza;
- gęstość pozorną drewna w korze w stanie świeżym i suchym metodą ksylometryczno-wagową;
- gęstość metra przestrzennego drewna suchego w korze na poziomie 70% gęstości drewna suchego w korze według Dobrowolskiej i in. [2010];
- wartość opałową drewna pni w korze metodą kalorymetryczną kalorymetrem statycznym KL-12Mn;
- objętościową wartość opałową drewna suchego w korze jako iloczyn jego gęstości i wartości opałowej [Dobrowolska i in. 2010].

Dla otrzymanych wyników określono odchylenia standardowe oraz wartości średnie, które zestawiono graficznie z wartościami normatywnymi wymagań jakościowych granulatu drzewnego podanymi w normie EN 14691-2 i przedstawiono na rysunkach 1-4.

Wyniki badań

Wilgotność względną świeżego drewna w korze poszczególnych drzewostanów przedstawiono na rysunku 1.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Wilgotność świeżego drewna w korze

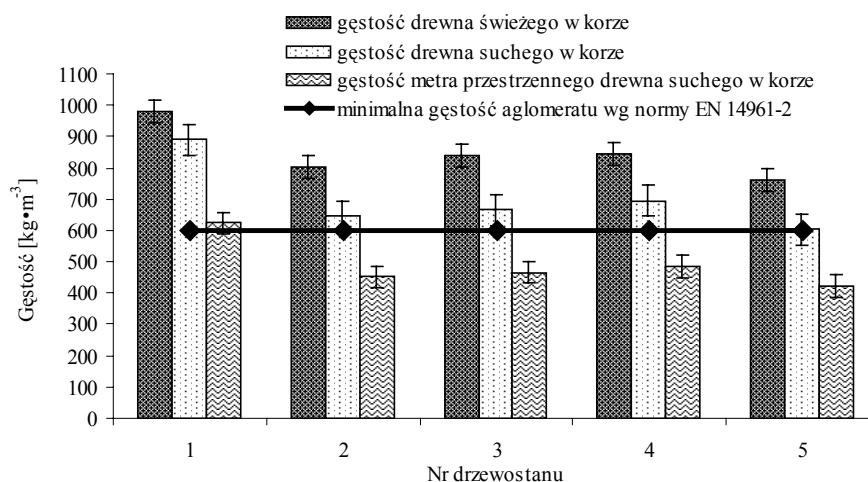
Fig. 1. Moisture content of fresh wood in the bark

W czterech najstarszych 33-, 35- i 64-letnich drzewostanach nr 2-5, wilgotność drewna w korze wynosiła od 25 do 33%. Jedynie w najmłodszym (4-letnim) drzewostanie nr 1 wilgotność drewna była większa i wynosiła 38% (rys. 1). Średnia wilgotność drewna pni w korze dla wszystkich rozpatrywanych drzewostanów wynosiła 31%, a odchylenie standardowe wynosiło 4,73 (rys. 1).

Rozpatrując zawartość wody w dendromasie robinii akacjowej w aspekcie procesu aglomeracji ciśnieniowej należy zwrócić uwagę na różnicę wilgotności pomiędzy surowcem świeżym, a surowcem przygotowanym do procesu aglomeracji. Wilgotność takiego surowca powinna wynosić około 20% [Hejft 2002].

W warunkach badań świeże drewno robinii akacjowej w korze posiadało wilgotność o 11% większą i wymagało dosuszania. W procesie aglomeracji ciśnieniowej uzyskujemy dalszy spadek wilgotności surowca. Po zakończeniu procesu granulatu powinien posiadać wilgotność mniejszą niż 10% czyli około 3-4 krotnie mniejszą niż drewno świeże.

Gęstość świeżego i suchego drewna pni w korze poszczególnych drzewostanów oraz gęstość metra przestrzennego drewna suchego w korze przedstawiono na rysunku 2.



Źródło: obliczenia własne

Rys. 2. Gęstość drewna pni w korze

Fig. 2. The wood density of trunks in the bark

W najstarszych drzewostanach nr 2-5 gęstość drewna w korze całych drzew zarówno w stanie świeżym jak i suchym była stosunkowo wyrównana, wynosząc odpowiednio 762 i 844 kg·m⁻³ oraz 603 i 694 kg·m⁻³ (rys. 2). Jedynie drewno z drzewostanu najmłodszego (nr 1) posiadało gęstość 980 kg·m⁻³ w stanie świeżym i 890 kg·m⁻³ w stanie suchym (rys. 2). Średnia gęstość drewna wszystkich drzewostanów w stanie świeżym i suchym wynosiła odpowiednio 846 i 699 kg·m⁻³, natomiast odchylenie standardowe 81,86 i 111,57.

W odniesieniu do minimalnej gęstości aglomeratu, która podawana jest jako gęstość usypowa (rys. 2) bardziej miarodajne będzie porównanie jej z gęstością metra przestrzennego drewna. W warunkach badań drewno robinii akacjowej średnio posiadało gęstość przestrzenną na poziomie 490 kg·m⁻³, czyli o ponad 18% mniejszą niż wynoszą minimalne wymagania dla aglomeratu.

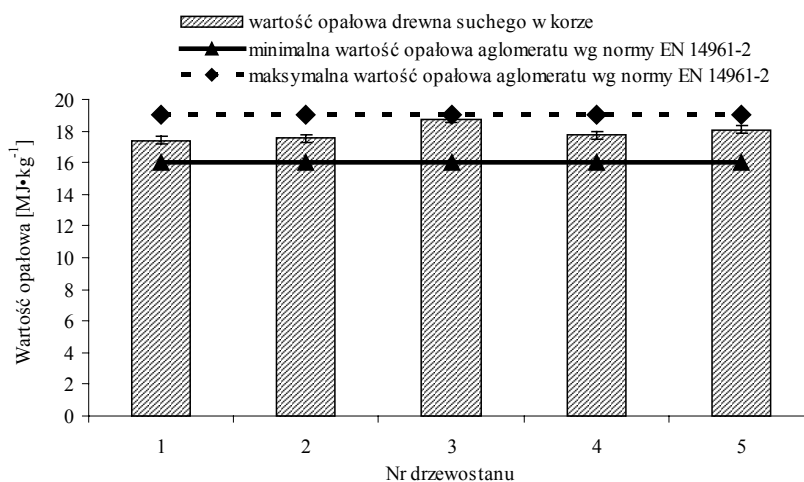
Uzyskane wartości opałowe suchej masy drewna pni w korze przedstawiono na rysunku 3.

Wartość opałowa drewna pni w korze w rozpatrywanych drzewostanach była bardzo wyrównana i wynosiła 17,39-18,75 MJ·kg⁻¹ s.m., a średnia wartość tego parametru i odchylenie standardowe wynosiło odpowiednio 17,90 MJ·kg⁻¹ s.m. i 0,54. Wartość opałowa drewna robinii akacjowej jest porównywalna z minimalnymi wymaganiami dla aglomeratu, które wynoszą 16,00-19,00 MJ·kg⁻¹ (rys. 3).

Objętościową wartość opałową drewna pni robinii akacjowej w korze przedstawiono na rysunku 4.

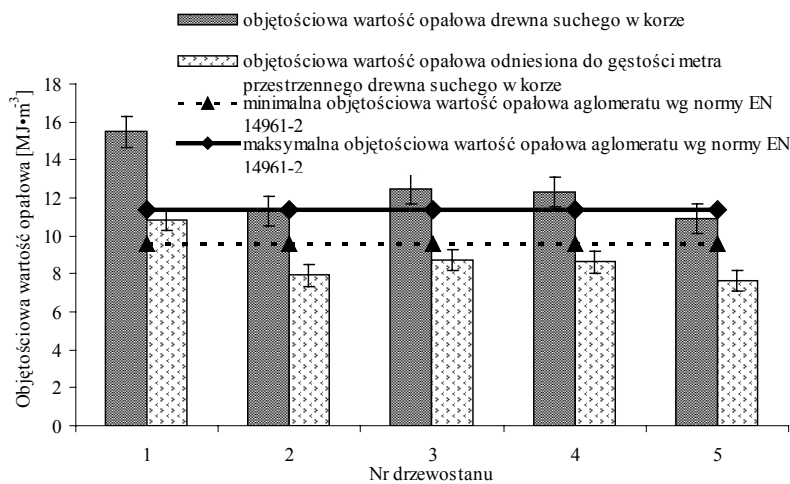
W warunkach badań objętościowa wartość opałowa drewna pni w korze w najstarszych drzewostanach wynosiła 10,91-12,47 GJ·m⁻³. Jedynie w drzewostanie najmłodszym wielkość ta była większa i wynosiła 15,48 GJ·m⁻³ (rys. 4). Jest to związane z większą gęstością suchego drewna w drzewostanie nr 1 (rys. 3). Podobny rozkład do objętościowej wartości opałowej drewna suchego w korze dla drzewostanów posiada objętościowa wartość opa-

łowa odniesiona do gęstości metra przestrzennego drewna suchego w korze. Wartość średnia dla rozpatrywanych drzewostanów wynosiła $8,75 \text{ GJ}\cdot\text{m}^{-3}$, a odchylenie standardowe 1,79. Jest ona mniejsza o 10% od minimalnej oraz o 25% od wartości maksymalnej podawanej dla aglomeratu (rys. 4).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 3. Wartość opałowa suchej masy drewna pni w korze
Fig. 3. Calorific value of dry wood mass of trunks in the bark



Źródło: obliczenia własne

Rys. 4. Objętościowa wartość opałowa suchej masy drewna pni w korze
Fig. 4. Volumetric calorific value of dry wood mass of trunks in the bark

Przeprowadzone badania wykazały, że właściwości fizyczne dendromasy robinii akacjowej w aspekcie jej energetycznego wykorzystania są korzystne. Parametrami wiodącymi są tutaj wilgotność i gęstość drewna, która przekłada się na znaczną objętościową wartość opałową. Porównując zaś rozpatrywane właściwości fizyczne drewna robiniego z wymaganiami dla aglomeratu zauważamy, że posiada ono parametry nieznacznie gorsze. Proces aglomeracji ciśnieniowej mógłby więc umożliwić poprawę parametrów fizycznych tego surowca, co przełożyłoby się na wymierne efekty energetyczne.

Wnioski

Na podstawie analizy uzyskanych wyników badań można sformułować następujące stwierdzenia i wnioski:

1. Produkcja granulatu ze świeżej dendromasy robinii akacjowej możliwa jest po zmniejszeniu jej wilgotności z około 31% do około 20%.
2. W warunkach badań drewno robinii akacjowej średnio posiadało gęstość przestrzenną o ponad 18% mniejszą niż wynoszą minimalne wymagania dla aglomeratu.
3. Objętościowa wartość opałowa odniesiona do gęstości metra przestrzennego drewna suchego w korze jest mniejsza o 10% od minimalnej oraz o 25% od wartości maksymalnej podawanej dla aglomeratu.
4. Robinia akacjowa charakteryzuje się drewnem o pożądanym właściwościach fizycznych w aspekcie jego energetycznego wykorzystania.

Bibliografia

- Bruchwald A.** 1999. Dendrometria. Wyd. SGGW Warszawa. ISBN 8300028897.
- Hejft R.** 2002. Ciśnieniowa aglomeracja materiałów roślinnych. Wyd. ITE w Radomiu. ISBN 8372042519.
- Hejft R., Obidziński S.** 2006. Produkcja granulatu i brykietów w aspekcie cech jakościowych. *Czysta energia*. Nr 6(55). s. 23-27.
- Kraszkiewicz A.** 2008. Ocena ciepła spalania i wartości opałowej wybranych sortymentów drewna robinii akacjowej na tle klas grubości. *MOTROL* 10. s. 67-72.
- Rybak W.** 2006. Spalanie i współspalanie biopaliw stałych. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław. ISBN 8370859380.
- Zajączkowski K.** 2007. Robinia akacjowa jako roślina energetyczna. *Wokół Energetyki*. Vol. 10. s. 30-33.

ASSESSMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF BLACK LOCUST DENDROMASS

Abstract. The study assessed physical properties of black locust. Black locust is characterized by wood of the desired physical properties in terms of its energy use. With regard to the physical properties required for the agglomerate in the EN 14961-2 standard, black locust fresh wood is characterized by a 20% higher average moisture content and spatial density of dry wood is more than 18% lower. While, the volumetric heating value in relation to the spatial density of one cubic meter of dry wood in the bark is 10% lower than the minimum and about 25% than the maximum value reported for the agglomerate.

Key words: pressure agglomeration, biomass energy, black locust

Adres do korespondencji:

Artur Kraszkiewicz; e-mail: artur.kraszkiewicz@up.lublin.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn i Zarządzania w Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13
20-950 Lublin

