

*Ignacy Niedziółka, Mariusz Szymanek, Andrzej Zuchniarz
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie*

ANALIZA WARTOŚCI OPAŁOWEJ RESZTEK POŹNIWNYCH KUKURYDZY PASTEWNEJ

Streszczenie

Przedstawiono charakterystykę resztek poźniwnych kukurydzy przeznaczonej do wykorzystania na cele energetyczne. Obejmowała ona strukturę, wielkość plonu oraz wilgotność poszczególnych frakcji resztek poźniwnych pozostałych po zbiorze ziarna kukurydzy. Określano także ich wartość opałową w zależności od zawartości wody i terminu zbioru. Wartość opałowa resztek poźniwnych kukurydzy przy wilgotności 15% i zbieranych w I terminie wynosiła około 17 MJ kg^{-1} . Wzrost wilgotności resztek poźniwnych o 10% i wydłużenie terminu ich zbioru o 4 tygodnie spowodowały spadek wartości opałowej o około 27%.

Słowa kluczowe: kukurydza pastewna, resztki poźniwne, wilgotność, termin zbioru, wartość opałowa

Wstęp

Konieczność rozwoju energetyki z odnawialnych źródeł ma na celu zwiększenie niezależności i bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz poprawę zaopatrzenia odbiorców w energię. Atrakcyjnym paliwem do produkcji energii staje się biomasa, której energetyczne wykorzystanie jest korzystne, zarówno ze względów ekonomicznych, jak też i ekologicznych [Grzybek 2003; Wach, Szajner 1997]. Jednym z ważnych źródeł surowców odnawialnych na świecie jest kukurydza pastewna uprawiana na ziarno. Podstawowym surowcem energetycznym, który budzi szerokie zainteresowanie wśród producentów rolnych i energetyków są resztki poźniwne kukurydzy, obejmujące łodygi z liśćmi, rdzenie kolbowe (osadki), liście okrywowe kolb oraz odpady powstałe w czasie suszenia ziarna (łuski, części ziarna, itp.).

Kukurydza, w odróżnieniu od innych europejskich roślin surowcowych, ma ogromny potencjał plonowania. Już dziś jej realne możliwości plonowania sięgają $15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ wilgotnego ziarna (25-30%) lub $25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ suchej masy z całych roślin. W odróżnieniu od tradycyjnych roślin przemysłowych (burak cukrowy, rzepak), kukurydza charakteryzuje się szerokim wachlarzem kierunków wykorzystania, a przez to łatwiej może znaleźć potencjalnych nabywców na rynku. Ponadto producenci kukurydzy mają do dyspozycji szeroką gamę odmian i opanowaną technologię uprawy, w porównaniu z innymi roślinami energetycznymi [Michalski 2005].

W porównaniu z innymi roślinami uprawnymi kukurydza wytwarza względnie dużą ilość resztek poźniwnych, których plon suchej masy waha się w granicach $10\text{-}15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. W naszym kraju resztki poźniwne kukurydzy są z reguły przyorywane, a tylko w niewielkim stopniu przeznaczane na inne cele pozarolnicze. Resztki poźniwne kukurydzy w połączeniu z gnojowicą mogą stanowić cenne źródło energii i komponentów wykorzystywanych do produkcji biogazu. Z uprawianych obecnie odmian kukurydzy pastewnej można uzyskać 5-6 tys. m^3 metanu z 1 ha [Sokhansanj i in. 2002].

Plony słomy zbożowej w Polsce wynoszą około 30 mln t rocznie, w tym około 8 mln t stanowią resztki poźniwne kukurydzy. Z tego do wykorzystania energetycznego może być przeznaczona 30-50%. Przyjmując tę wielkość, potencjał energetyczny słomy wynosi rocznie ok. 100-200 PJ, co może zastąpić 5-10 mln t węgla i przyczynić się do redukcji CO_2 w granicach 12-25 mln t. Wartość opałowia biomasy obejmującej słomę zbóż, rzepaku i resztki poźniwne kukurydzy w dużym stopniu zależy od ich wilgotności w czasie zbioru [Kamiński 2001; Wach, Szajner 1997].

Badania miały na celu określenie struktury i wielkości plonów poszczególnych frakcji resztek poźniwnych kukurydzy (łodygi liśćmi, osadki, liście okrywowe kolb) oraz ich wartości opałowej w zależności od wilgotności i terminu zbioru.

Materiał i metody badań

Wartość opałowia resztek poźniwnych kukurydzy jest w dużym stopniu uzależniona od wilgotności i składu chemicznego. Na wartość opałowia resztek poźniwnych mogły mieć wpływ także niekorzystne warunki atmosferyczne panujące w czasie zbioru. W wyniku ich działania (częste opady i duża wilgotność względna powietrza, wynosząca powyżej 72%), resztki poźniwne dłużej pozostawały na polu. Dochodziło wówczas do wzrostu ich wilgotności i rozwoju procesów gnilnych, a tym samym pogorszenia jakości zbieranych resztek poźniwnych.

Badania realizowano w 2005 roku w miejscowości Olszowiec woj. lubelskie, podczas zbioru ziarna kukurydzy pastewnej odmiany Fuxxol o klasie wczesności FAO 230. W celu określenia wielkości plonu resztek poźniwnych kukurydzy (tuż przed kombajnowym zbiorem ziarna) wycinano całe rośliny z powierzchni 10 m² w pięciu powtórzeniach. Następnie oddzielano kolby od łodyg oraz liście okrywowe od kolb, a po oddzieleniu ziarna uzyskiwano osadki kolbowe. Otrzymane frakcje kukurydzy ważono i przeliczano na jednostkę powierzchni. Wilgotność poszczególnych frakcji określano metodą suszarkowo-wagową zgodnie z PN-ISO 6540.

Z kolei do badań wartości opałowej pobierano próby masy poźniwnej kukurydzy po zbiorze ziarna. Zbiór resztek poźniwnych kukurydzy odbywał się późną jesienią w trzech terminach, tj. 20.10.2005 r. – I termin, 03.11.2005 r. – II termin i 16.11.2005 r. – III termin. Z zebranych resztek wydzielano łodygi liśćmi, osadki i liście okrywowe kolb. Po rozdrobnieniu badanych frakcji podsuszano je do wilgotności 25, 20 i 15% dla każdego terminu zbioru. Wartość opałową przygotowanych frakcji resztek poźniwnych kukurydzy określano na stanowisku pomiarowym przy użyciu kalorymetru, a uzyskane wyniki rejestrowano w zespole sterująco-pomiarowym (rys. 1).



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe do określania wartości opałowej: 1 – kalorymetr, 2 – zespół sterująco-pomiarowy

Fig. 1. Test bench for determining calorific value: 1 – calorimeter, 2 – control and measuring unit

Wyniki badań

Uzyskane wyniki badań wielkości plonów i wilgotności resztek poźniwnych kukurydzy oraz poszczególnych jej frakcji przedstawiono w tabeli 1. Średni plon resztek poźniwnych wynosił 17,1 t·ha⁻¹ przy wilgotności około 35,5%. W strukturze

resztek poźniwnych kukurydzy łądygi z liśćmi stanowiły około 91%, osadki prawie 5% i liście okrywowe nieco ponad 4%. Przeciętna wilgotność resztek poźniwnych kukurydzy wahała się w granicach od 31,2% dla osadek kolbowych do 41,5% dla łądyg z liśćmi.

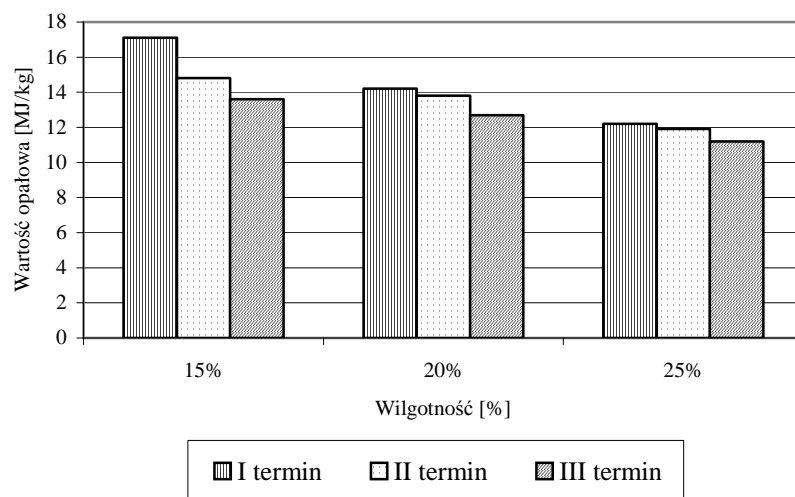
Tabela 1. Wyniki badań wielkości plonu i wilgotności resztek poźniwnych kukurydzy
Table 1. Test results for crop size and humidity of corn crop residue

Wyszczególnienie	Plon w [t·ha ⁻¹]		Wilgotność [%]	
	od-do	średnio	od-do	średnio
Resztki poźniwne ogółem, w tym:	15,4-18,7	17,1	33,4-36,8	35,5
Łodygi z liśćmi	14,1-17,0	15,6	39,7-43,2	41,5
Osadki kolbowe	0,7-0,9	0,8	29,3-32,8	31,2
Liście okrywowe kolb	0,6-0,8	0,7	31,1-36,9	33,8

Wyniki badań wartości opałowej łądyg kukurydzy z liśćmi w zależności od wilgotności i terminu zbioru przedstawiono na rysunku 2. Z zamieszczonych danych wynika, że wartość opałowa łądyg zawierała się w granicach od 11,2 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 25% i III terminu zbioru) do 17,1 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 15% i I terminu zbioru). Zatem wzrost wilgotności o 10% oraz późny termin zbioru przyczyniły się do spadku wartości opałowej łądyg kukurydzy o około 35%.

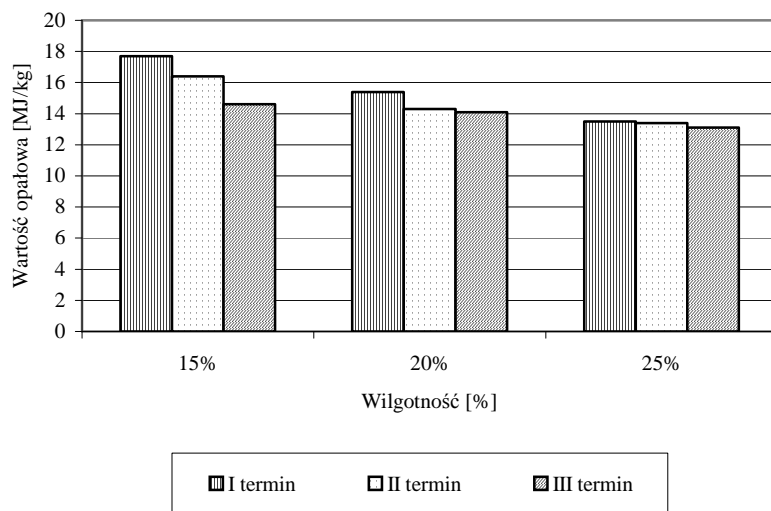
Wyniki badań wartości opałowej osadek kukurydzy w zależności od wilgotności i terminu zbioru przedstawiono na rysunku 3. Z zamieszczonych danych wynika, że wartość opałowa osadek była nieco wyższa niż łądyg i zawierała się w granicach od 13,1 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 25% i III terminu zbioru) do 17,7 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 15% i I terminu zbioru). W tym przypadku wzrost wilgotności o 10% i opóźnienie terminu zbioru o 4 tygodnie spowodowały spadek wartości opałowej osadek kukurydzy o około 26%.

Z kolei wyniki badań wartości opałowej liści okrywowych kolb kukurydzy w zależności od wilgotności i terminu zbioru przedstawiono na rysunku 4. Z zamieszczonych danych wynika, że wartość opałowa liści okrywowych była niższa niż łądyg i osadek i zawierała się w przedziale od 12,7 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 25% i III terminu zbioru) do 16,1 MJ·kg⁻¹ (dla wilgotności 15% i I terminu zbioru). W tej sytuacji wzrost wilgotności o 10% i późniejszy termin zbioru spowodowały obniżenie wartości opałowej liści okrywowych kolb kukurydzy o około 21%.



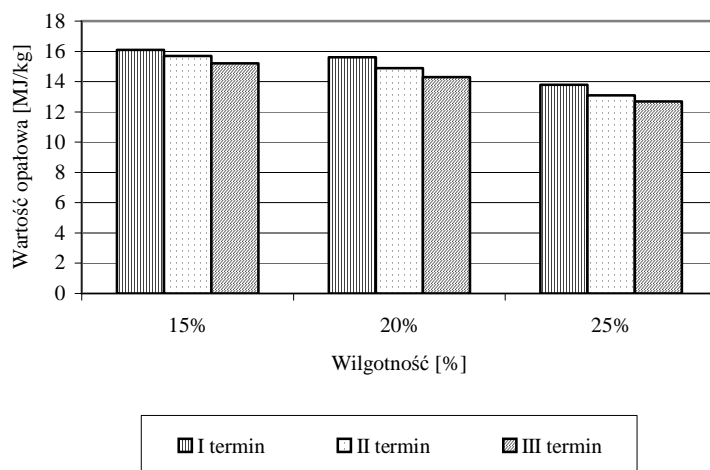
Rys. 2. Wartość opałowa łodyg kukurydzy w zależności od wilgotności i terminu zbioru

Fig. 2. Calorific value of corn stems according to humidity and crop term



Rys. 3. Wartość opałowa osadek kukurydzy w zależności od wilgotności i terminu zbioru

Fig. 3. Calorific value of corn rachis according to humidity and crop term



Rys. 4. Wartość opałowa liści okrywowych kolb kukurydzy w zależności od wilgotności i terminu zbioru

Fig. 4. Calorific value of corn cob covering leaves according to humidity and crop term

Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zarówno wilgotność resztek poźniwnych kukurydzy pastewnej, a także niekorzystne warunki atmosferyczne i związane z nimi późne terminy zbioru miały znaczny wpływ na ich wartość opałową, która zawierała się w granicach $12,3-16,9 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.
2. Zbiór resztek poźniwnych kukurydzy bezpośrednio po zbiorze ziarna oraz obniżenie ich wilgotności z 25 do 15% wpłynęły na zwiększenie wartości opałowej resztek o 18,5%. W przypadku poszczególnych frakcji obniżenie wilgotności o 10% wpłynęło także na wzrost ich wartości opałowej, i tak: dla łądy z liśćmi o około 22%, dla osadek kukurydzy o około 18% i dla liści okrywowych kolb o około 16%.
3. Niekorzystne warunki pogodowe i związane z nimi późne terminy zbioru wpłynęły na obniżenie wartości opałowej resztek poźniwnych kukurydzy o 10,5%. W przypadku łądy z liśćmi opóźnione terminy zbioru spowodowały spadek wartości opałowej o około 14%, dla osadek kukurydzy o około 10% i dla liści okrywowych kolb o około 7%.

4. Resztki poźniwne kukurydzy pastewnej przy plonie wynoszącym około $17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz wilgotności zawierającej się w przedziale 35-40%, mogą stanowić ważne źródło biomasy przeznaczonej na cele energetyczne. Aby jednak uzyskać wysoką wartość opałową resztek poźniwnych należy je pozyskiwać możliwie szybko po zbiorze ziarna kukurydzy i przy jak najniższej ich wilgotności.

Bibliografia

- Grzybek A. 2003. Kierunki zagospodarowania biomasy na cele energetyczne. *Wieś Jutra*, 9(62), 10-11.
- Kamiński E. 2001. Określenie ciepła spalania wybranych rodzajów słomy w zależności od jej wilgotności. *Inżynieria Rolnicza*, 12(32), 123-128.
- Michalski T. 2005. Kukurydza rośliną przyszłości. *Agro Serwis*, 7-13.
- Sokhansanj S., Turhollow A., Cushman J. i in. 2002. Engineering aspects of collecting corn stover for bioenergy. *Biomass and Bioenergy*, 23, 347-355.
- Wach E., Szajner A. 1997. Słoma jako odnawialne źródło energii. *Ogrzewnictwo praktyczne*, 6, 12-15.

ANALYSIS OF CALORIFIC VALUE OF CROP RESIDUE OF DENT CORN

Summary

The paper presents characteristics of crop residue of corn intended for energy production purposes. It covered a structure, size of the crop and humidity of particular fractions of the crop residue left after corn seed harvesting. Their calorific value depending on water content and cropping time was also determined. Calorific value of corn crop residue with a humidity of 15% and cropping during term I was approx. $17 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. Increase in humidity of crop residue by 10% and extending the time of their cropping by 4 weeks resulted in decrease in caloric value by approx 27%.

Key words: dent corn, crop residue, humidity, crop term, calorific value