

WPŁYW DŁUGOŚCI OSTRZA NOŻY OBCINARKI ZIARNA NA ENERGOCHŁONNOŚĆ CIĘCIA ZIARNA KUKURYDZY CUKROWEJ

Mariusz Szymanek

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie

Wprowadzenie

Kukurydza cukrowa jest rośliną warzywną, którą do celów konsumpcyjnych zbiera się przed osiągnięciem pełnej dojrzałości ziarna [Wolf i Alper 1990; Warzecha 2005]. Wszechstronne możliwości wykorzystania ziarna kukurydzy cukrowej są przyczyną wzrostu powierzchni jej uprawy w Polsce. Wynosi ona obecnie około 3,5 tys. ha [Waligóra 2005]. Kolby kukurydzy cukrowej przeznaczone dla przetwórstwa poddawane są obróbce mechanicznej polegającej na odcinaniu ziarna od ich rdzeni [Brecht 1998]. Mechaniczne odcinanie ziarna od rdzeni kolb kukurydzy cukrowej za pomocą obcinarki powoduje powstawanie stosunkowo dużych jego strat masowych ziarna. Tylko około 30% masy ziarna stanowi surowiec dalszej obróbki [Feibert i Shock 1996]. Wpływ na to ma szereg czynników związanych zarówno z właściwościami fizycznymi materiału biologicznego jak i elementów roboczych obcinarki [Niedziółka i in. 2003].

Podczas cięcia ziarna jak i w wyniku kontaktu noża z twardym rdzeniem, wynikającym z nieregularności kształtu kolb, dochodzi do jego zużycia (stępienia) [Kunjara i Ikeda 1995]. Taki nóż należy naostrzyć, a ponieważ ostrzenie wykonuje się jedynie od jednej powierzchni, w trakcie jednego procesu ostrzenia ubywa z jego długości.

Celem pracy było określenie wpływu długości ostrza noża na energochłonność procesu cięcia ziarna kukurydzy cukrowej.

Materiał i metodyka badań

Badania przeprowadzono na kolbach kukurydzy cukrowej odmiany super słodkiej Candle. Kolby pochodziły z plantacji IHAR w Radzikowie. Materiał do badań pozyskiwano w wyniku ręcznego zbioru w okresie dojrzałości przetwórczej w sposób losowy z różnych części pola. Zebrane kolby przechowywano w liściach okrywowych i workach w chłodni o stałej temperaturze i wilgotności. Do badań wybierano po odkoszulkowaniu kolby zdrowe, o charakterystycznych dla danej odmiany wymiarach i kształtach. W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę badanego materiału.

Tabela 1. Charakterystyka kolb kukurydzy cukrowej
Table 1. Characteristics of sugar maize cobs

Wyszczególnienie	Średnia	Odchylenie standardowe
Masa kolby [g]	321,4	17,2
Długość kolby [mm]	19,7	3,9
Średnica kolby* [mm]	49,2	0,9
Długość ziarna [mm]	8,7	1,4
Liczba ziaren w rzędzie [szt.]	37,4	2,2
Liczba rzędów ziarna [szt.]	14,2	2,3
Masa 1000 ziaren [g]	265,3	17,4
Wilgotność ziarna [%]	76,4	2,9

Źródło: obliczenia własne

* mierzona w środkowej części kolby

Masę kolby określano na wadze WPE 2000p, natomiast wymiary związane z długością i średnicą kolb przymiarem liniowym i suwmiarką. Określenie masy 1000 ziaren wykonano zgodnie z PN-68/R-74017, a wilgotności względnej ziarna zgodnie z PN ISO 6540.

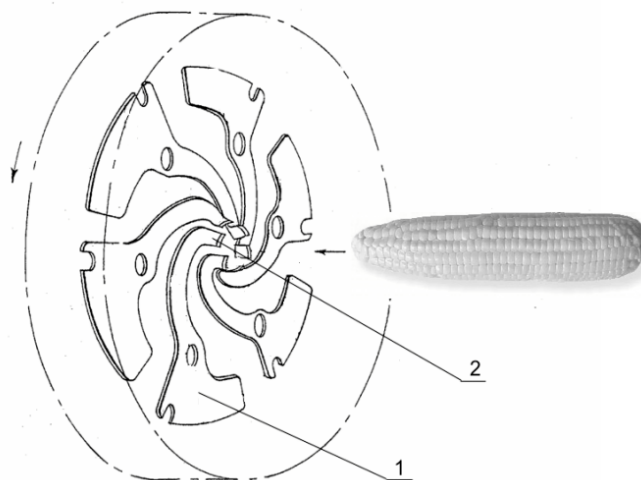
Ziarno odcinano od rdzeni kolb przy użyciu obcinarki ziarna SC-120 firmy FMC FoodTech. W tabeli 2 zamieszczono podstawowe parametry techniczne i pracy obcinarki ziarna.

Tabela 2. Parametry techniczne i pracy obcinarki ziarna
Table 2. Grain cutter technical and operation parameters

Wyszczególnienie	Wartość
Moc silnika napędu głowicy nożowej [kW]	0,65
Moc silnika napędu podajnika kolb [kW]	1,1
Prędkość kątowna głowicy nożowej [$\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$]	167,5
Prędkość liniowa podajnika kolb [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]	0,31
Kąt ostrza [1°]	8
Kąt pochylecia krawędzi tnącej [1°]	15

Do realizacji postawionego celu obcinarkę ziarna wyposażono w głowicę nożową o zmiennej, w zakresie od 1,0 do 5,0 cm, długości ostrza noża (rys. 1).

Energochłonność procesu odcinania ziarna od rdzeni kolb określano w oparciu o pomiar energii elektrycznej pobieranej przez silnik elektryczny napędzający głowicę nożową. Do pomiaru energii elektrycznej wykorzystano przetwornik mocy A/D Lumel PP83. Pomiary energii elektrycznej realizowano po osiągnięciu przez głowicę nożową stabilnej prędkości.



Rys. 1. Schemat zespołu roboczego (głowicy nożowej) obcinarki ziarna: 1 – nóż, 2 - ostrze noża
 Fig. 1. Diagram of grain cutter working unit (knife head): 1 – knife, 2 – knife blade

Pomiar energii elektrycznej przeprowadzono dla trzech długości ostrza: 1; 2,5 i 5 cm. Jednostkową energię użyteczną E_u wyznaczano z różnicy energii pobieranej przez obcinarkę w czasie odcinania ziarna E_p i biegu jałowego E_j :

$$E_u = E_p - E_j, \text{ kWh} \cdot \text{kolba}^{-1} \quad (1)$$

Niezbędną liczbę pomiarów N określano na podstawie wstępnej liczby pomiarów n według zależności podanej przez Telejkę [Telejko 1999].

$$N \geq \frac{t_{n,\alpha}^2 \cdot S_x^2}{\delta^2} \quad (2)$$

gdzie:

- $t_{n,\alpha}^2$ – wartość krytyczna rozkładu t -Studenta odczytana dla n pomiarów i poziomu istotności $\alpha = 0,05$,
- S_x – odchylenie standardowe,
- δ – wymagana dokładność.

Pomiary energii elektrycznej wykonano na próbie liczącej 80 kolb dla każdej długości ostrza. Uzyskane wyniki pomiarowe poddano analizie wariancji oraz testowi wielokrotnych porównań metodą Tukey'a dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$. Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu komputerowego Statistica 6.0 PL. Interpretację merytoryczną w oparciu o analizę statystyczną, dokonano przy założeniu, że w trakcie wykonywania badań nie dochodzi do zmiany stopnia naostrzenia noży.

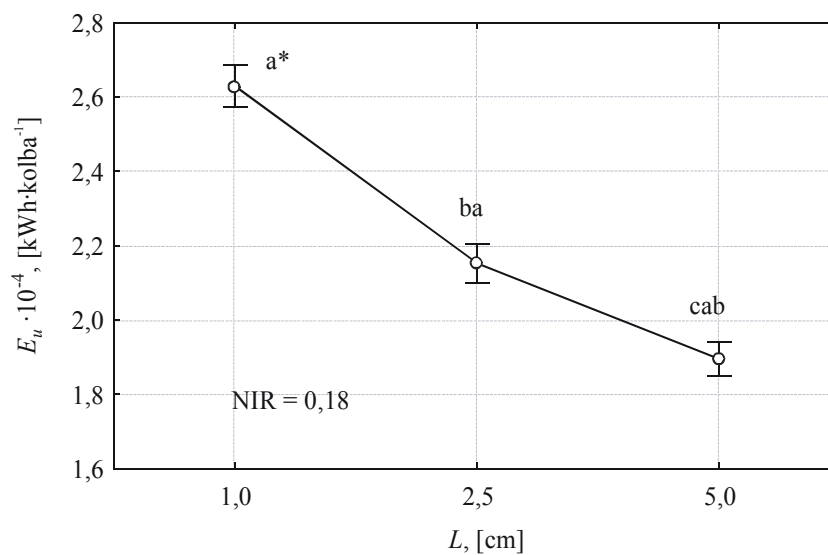
Wyniki badań

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji (tab. 3) wykazała, że długość ostrza noża, w badanym przedziale zmienności, wpływa istotnie statystycznie na pobór energii elektrycznej (tab. 3).

Tabela 3. Analiza wariancji wpływu odmiany i długości ostrza na energię cięcia ziarna E_u
Table 3. Variance analysis for the effect of blade type and length on grain cutting energy E_u

Wyszczególnienie	Suma kwadratów	Liczba stopni swobody	Średni kwadrat odchyłeń	Test F	Poziom istotności
E_u	8,34	2	0,019	216,01	0,0000

Test wielokrotnych porównań metodą Tukey'a wykazał z kolei, że dla najmniejszej istotnej różnicy (NIR) na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wszystkie różnice pomiędzy średnimi wartościami energii elektrycznej są istotne statystycznie (rys. 2).



* - te same litery przy średnich wartościach E_u oznaczają nieistotne różnice statystyczne

Rys. 2. Średnie wartości jednostkowej energii elektrycznej E_u w zależności od długości ostrza L wraz z 95% przedziałami ufności

Fig. 2. Average values of unit electric energy E_u depending on blade length L , including 95% confidence intervals

W warunkach przeprowadzonych badań wyniki wykazały, że najmniejsze średnie jednostkowe zużycie energii w ilości $1,89 \cdot 10^{-4}$ kWh·kolba⁻¹ wystąpiło przy najdłuższej długości ostrza, a największe w ilości $2,62 \cdot 10^{-4}$ kWh·kolba⁻¹ przy najmniejszej długości ostrza (rys. 2). Największy spadek energii elektrycznej, wynoszący około $0,48 \cdot 10^{-4}$ kWh·kolba⁻¹ wystąpił w przedziale długości ostrza noża od 1,0 do 2,5 cm, a najmniejszy – $0,26 \cdot 10^{-4}$ kWh/kolbę w przedziale od 2,5 do 5,0 cm.

Spadek zużycia energii elektrycznej w następstwie zwiększania długości ostrza noża można tłumaczyć szybszym odprowadzaniem odciętego ziarna od rdzenia kolby, a przez to zmniejszaniem wpływu udziału siły dociskania ziaren do czołowej części podstawy noża.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań wysunięto następujące wnioski:

1. W przeprowadzonych warunkach pomiarowych długość ostrza noży odcinających ziarno od rdzeni kolb kukurydzy cukrowej jest czynnikiem wpływającym istotnie statystycznie na jednostkowy pobór energii elektrycznej.
2. Zmiana długości ostrza w przedziale od 1,0 do 5,0 cm wpływała na zmniejszenie poboru energii elektrycznej o około 28%.

Bibliografia

- Brecht J.K.** 1998. Fresh cut sweet corn kernels. *Citrus and Vegetable Magazine* 63(7). s. 36-37.
- Feibert E., Shock F.** 1996. Supersweet corn and sweet corn variety evaluations, Malheur Experiment Station, Oregon State University Ontario, Oregon 34. s. 126.
- Kunjara J. Ikeda Y.** 1995. Development of an automatic baby corn separating system for canned baby corn production. ASAE Publication. s. 1-95.
- Niedziółka I., Szymanek M., Rybczyński R.** 2003. Metodyczne aspekty procesu cięcia ziarna od kolb kukurydzy cukrowej. *Acta Agrophysica*, nr 83, Agrofizyka w badaniach surowców i produktów rolniczych, Cz. II, s. 131-139.
- Waligóra H.** 2005. Kukurydza jadalna – znaczenie gospodarcze i rola w żywieniu człowieka. *Kukurydza* 1(25). s. 75-78.
- Warzecha R.** 2005. Kukurydza cukrowa. Kukurydza rośliną przyszłości. *Poradnik dla producentów*. s. 33-36.
- Wolf I., Alper Y.** 1990. Development of a harvester for fresh-market sweet corn. *Hassadeh Quartely* 1. s. 32-34.
- Telejko T.** 1999. Wstęp do opracowywania wyników pomiarów. AGH. Kraków. s. 101.

THE IMPACT OF BLADE LENGTH IN GRAIN CUTTER KNIVES ON SUGAR MAIZE GRAIN CUTTING ENERGY CONSUMPTION

Abstract. The researchers intended to determine the impact of FMC FoodTech SC-120 grain cutter knife blade length on energy consumption of sugar maize grain cutting process. The tests were performed for the Candle variety characterised by relative humidity of ca. 76.4%, for three knife blade lengths: 1; 2.5 and 5 cm. The A/D Lumel PP83 converter was used to measure electric energy. Blade length change from 1 to 5 cm resulted in unit electric energy consumption reduced by ca. 28%.

Key words: sugar maize, grain, cutting, electric energy consumption

Adres do korespondencji:

Mariusz Szymanek; email: mariusz.szymanek@ar.lublin.pl
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-128 Lublin