

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

PROBLEMY WYKORZYSTANIA MASY ROŚLINNEJ W PROCESIE ZBIORU I OBRÓBKİ KOLB KUKURYDZY CUKROWEJ

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań wielkości i struktury plonu kukurydzy cukrowej oraz wpływu głębokości odcinania ziarna na masę rdzeni. Dynamiczny wzrost powierzchni uprawy kukurydzy cukrowej na cele przetwórcze powoduje problemy wykorzystania masy roślinnej pozostałej po zbiorze ziarna. W przypadku ręcznego zbioru kolb resztki poźniwne mogą być wykorzystane na kiszonkę, natomiast przy zbiorze kombajnowym są najczęściej rozdrabniane i przyorywane. Również w procesie obróbki kolb stawiane są wysokie wymagania jakościowe dotyczące odcinanego ziarna. Należy do nich zaliczyć zapewnienie jednakowej długości odciętych ziaren, brak uszkodzeń mechanicznych oraz uzyskanie niskich strat masy i składników pokarmowych.

Słowa kluczowe: kukurydza cukrowa, kolby, ziarno, masa roślinna, technika zbioru i obróbki kolb

Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost zainteresowania uprawą kukurydzy cukrowej na cele konsumpcyjne [Michalski 2004; Waligóra 2004]. Rzadko, która roślina jest źródłem tak wielu cennych i szeroko wykorzystywanych surowców jak kukurydza. Użytkuje się niemal wszystkie części składowe tej rośliny, tj. ziarno, osadki (rdzenie), liście okrywowe kolb, pyłek kukurydzy oraz łodygi z liśćmi. Spośród tych składników jedynie ziarno kukurydzy stanowi podstawowy surowiec dla przemysłu przetwórczego [Lipski 2004].

Resztki masy roślinnej pozostawionej na polu poddaje się z reguły przyoraniu, po wcześniejszym ich rozdrobieniu (w metodzie kombajnowego zbioru kolb) lub zbiera na kiszonkę (w metodzie ręcznego zbioru kolb). Ze względu jednak na dużą

wilgotność łodyg i liści (72-75%), zbiór na kiszonkę jest opóźniany o kilkanaście dni, w celu obniżenia zawartości wody. Jakkolwiek termin tego zabiegu jest ściśle uzależniony od warunków pogodowych, dopiero, gdy wilgotność spadnie poniżej 70% przystępuje się do ich zbioru na kiszonkę. Należy także pamiętać, że uszkodzone podczas zbioru części roślin szybko pleśnieją i ulegają gniciu, dlatego też w praktyce są wykorzystywane jako nawóz organiczny.

Wzrost zainteresowania uprawą, konsumpcją, a zwłaszcza przetwórstwem kukurydzy cukrowej stworzył problem zagospodarowania resztek poźniwnych. W przetwórstwie kukurydzy cukrowej występują produkty uboczne, tj. łodygi z liśćmi, liście okrywowe kolb, rdzenie, nie zebrane oraz wybrakowane kolby i ziarno. Jak podaje Duke [1983] w USA odpady te wynoszą średnio $32,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Trwający około 10 tygodni okres zbioru i przetwórstwa kukurydzy cukrowej sprawia, że w stosunkowo krótkim czasie zachodzi potrzeba zagospodarowania dużej ilości masy roślinnej, tj. 75-80% plonu [Adams 1990]. Tak znaczna ilość odpadów powoduje, że w krajach o dużych powierzchniach uprawy tej rośliny, w celu obniżenia kosztów ponoszonych na transport i ich zagospodarowanie, wprowadza się maszyny umożliwiające zbiór z pola jedynie samego ziarna. Pozostałe części roślin są rozdrabniane i przyorywane jako nawóz zielony [Barnes 1997; Fritz, Randall, Rosen 2001]. Pozostawione na rdzeniach nie odcięte ziarno wpływa zarówno na straty tego surowca, jak też stwarza większe problemy z ich wykorzystaniem. Powoduje bowiem zwiększenie ich wilgotności oraz sprzyja szybszemu psuciu się. Rdzenie pozbawione ziarna, mimo że są nawilżone na skutek działania wody w procesie odcinania ziarna, szybciej wysychają i mogą być wykorzystane jako biomasa do spalania.

Celem pracy było określenie struktury i plonu odpadów ubocznych przy produkcji ziarna kukurydzy cukrowej na cele przetwórcze oraz wpływu głębokości odcinania ziarna na masę rdzeni kolb.

Materiał i metody badań

Badania realizowano w 2004 roku podczas zbioru kolb kukurydzy cukrowej odmiany Candle, Golda i Boston w miejscowości Busko Zdrój i ich przerobu w ZPOW w Suchej Beskidzkiej. Kolby kukurydzy cukrowej zbierano w stadium dojrzałości późno-mlecznej samojezdnym kombajnem Bourgoin 410A z 4-rzędowym adapterem obrywającym. Niezbędną liczbę pomiarów N określono na podstawie wstępnej liczby pomiarów n według zależności podanej przez Telejkę [1999].

$$N \geq \frac{t_{n,\alpha}^2 \cdot S_x^2}{\delta^2} \quad [\text{szt.}] \quad (1)$$

gdzie:

$t_{n,\alpha}$ – wartość krytyczna rozkładu t Studenta, odczytana dla n pomiarów i poziomu istotności $\alpha = 0,05$,

S_x – odchylenie standardowe,

δ – wymagana dokładność.

Ocenę uzyskanych wyników badań przeprowadzono w oparciu o metodę jedno-czynnikowej analizy wariancji. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic między obiektami na podstawie testu istotności F, przeprowadzono wnioskowanie ilościowe na podstawie przedziałów ufności Tukey'a dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$. Dokładność poszczególnych wyników pomiarów określano podając dodatkowo wartości odchylenia standardowego dla średniej arytmetycznej.

W celu określenia warunków pomiarowych wykonano bezpośrednio przed badaniami charakterystykę plantacji kukurydzy cukrowej. Pomiary przeprowadzono losowo w trzech powtórzeniach z wyznaczonych powierzchni pola. Wielkość plonu kukurydzy określano dla każdej odmiany na próbie liczącej 100 roślin. Z kolei masę poszczególnych części kukurydzy mierzono na wadze z dokładnością do $\pm 0,1$ kg w 6 powtórzeniach. Wilgotność badanych materiałów określano metodą suszarkową zgodnie z PN-ISO 6540.

Badania dotyczące określenia wpływu głębokości odcinania ziarna na jego straty i masę rdzeni przeprowadzono na obcinarce ziarna. Pomiary wykonano dla prędkości kątowej głowicy nożowej $167,5 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ i prędkości liniowej podajnika kolb $0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zmianę głębokości odcinania dokonywano poprzez regulację rozstawu noży tnących dla trzech zakresów średnic, tj. 25, 30 i 35 mm.

Wyniki badań i ich analiza

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badanych odmian kukurydzy cukrowej uprawianych w warunkach krajowych. Uzyskane wartości pomiarów w większości badanych cech nie różniły się istotnie statystycznie. Jedynie liczba kolb w przypadku wszystkich trzech odmian wykazywała istotne różnice. Ponadto stwierdzono, że najwyższą liczbą kolb charakteryzowała się odmiana Candle, natomiast jej wysokość roślin, jak też wilgotność ziarna oraz łodyg i liści były najniższe w porównaniu z pozostałymi odmianami.

Tabela 1. Charakterystyka badanych odmian kukurydzy cukrowej
Table 1. Description of examined species of sweet maize

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Candle	Golda	Boston	NIR
Szerokość międzyrzędzi	cm	66,3*	68,7*	72,4	2,5
Odstęp w rzędzie	cm	22,6*	26,7	24,1*	1,7
Liczba kolb	szt.·ha ⁻¹	52100	44200	48300	3210
Średnica kolb	cm	4,8*	5,2	4,9*	0,2
Wysokość roślin	cm	158,2*	172,8*	198,5	18
Wilgotność ziarna	%	71,8*	74,5	72,4*	1,2
Wilgotność łodyg i liści	%	76,1	79,4*	78,6*	1,4

*oznaczone średnie są statystycznie nieistotne

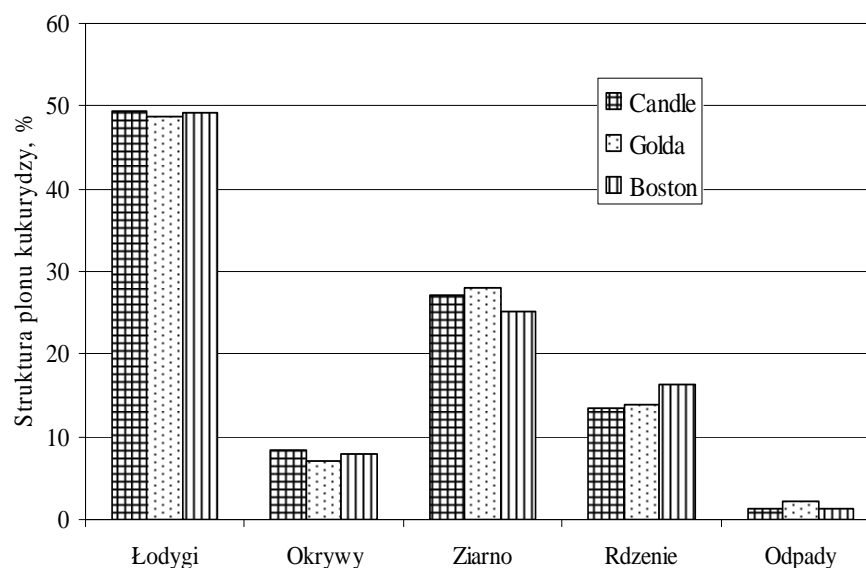
Wielkość plonu badanych odmian kukurydzy cukrowej wahała się w przedziale od 33,6 t·ha⁻¹ dla Goldy do 43,0 t·ha⁻¹ dla Candle (tab. 2). Analizując poszczególne części składowe roślin stwierdzono, że przeważająca większość badanych plonów różniła się istotnie statystycznie. Jedynie plon odciętego ziarna dla odmian Golda i Boston nie wykazywał istotnych różnic. Podobnie w przypadku plonu ziarna odpadowego nie stwierdzono istotnych różnic między odmianami Candle a Boston i Golda.

Tabela 2. Wyniki badań plonu poszczególnych odmian kukurydzy cukrowej
Table 2. Results of examination of crops of individual species of sweet maize

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Candle	Golda	Boston	NIR
Plon łodyg i liści	t·ha ⁻¹	21,3	16,4	18,9	2,3
Plon liści okrywowych kolb	t·ha ⁻¹	3,6	2,4	3,1	0,4
Plon odciętego ziarna	t·ha ⁻¹	11,7	9,4 ^a	9,7 ^a	1,2
Plon rdzeni	t·ha ⁻¹	5,8	4,7	6,3	0,4
Plon ziarna odpadowego	t·ha ⁻¹	0,6 ^{ab}	0,7 ^b	0,5 ^a	0,1
Razem	t·ha ⁻¹	43,0	33,6	38,5	-

^{ab} średnie oznaczone takimi samymi literami są statystycznie nieistotne

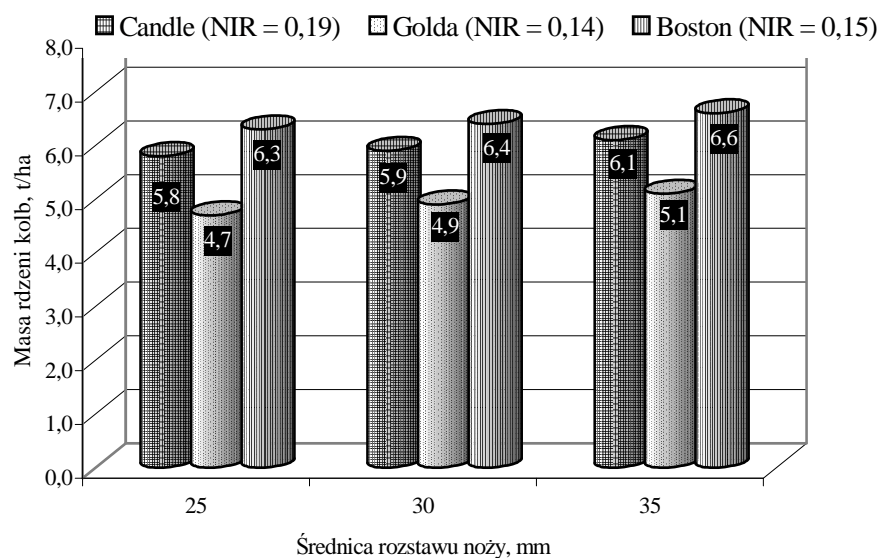
Ze struktury plonu kukurydzy cukrowej wynika, że największy udział mają łodygi z liśćmi wynoszący średnio 49,2% ogólnej masy oraz odcięte ziarno – średnio 26,8% (rys. 1). Natomiast udział rdzeni wynosił około 14,6% oraz liści okrywowych kolb – około 7,8% w ogólnym plonie roślin. Najniższy udział w strukturze plonu kukurydzy miało ziarno odpadowe (ok. 1,6%).



Rys. 1. *Struktura plonu części składowych badanych odmian kukurydzy cukrowej*
 Fig. 1. *Crop structure of examined parts of sweet maize species*

Na rysunku 2 przedstawiono zmiany masy rdzeni kolbowych w zależności od średnicy rozstawu noży odcinających w głowicy obcinarki ziarna oraz odmiany kukurydzy. Z zamieszczonych danych wynika, że w przypadku zmiany średnicy z 25 na 30 mm nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dla odmian Candle i Boston. Natomiast zwiększenie średnicy z 30 do 35 mm wpłynęło istotnie na wzrost masy rdzeni dla obu odmian. Z kolei dla odmiany Golda wystąpiły istotne różnice zarówno w przypadku zmiany średnicy rozstawu noży z 25 na 30 mm, jak też z 30 na 35 mm.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że wzrost masy rdzeni związany jest z płytszym odcinaniem ziarna od kolb wraz ze zwiększaniem średnicy rozstawu noży. Powoduje to powstawanie wyższych strat ziarna, szczególnie w przypadku odmian o większej średnicy kolb. Straty ziarna dla odmian Candle i Boston, których średnice kolb wahały się od 4,8 do 4,9 cm, wynosiły około 0,7% przy zwiększeniu średnicy rozstawu noży z 25 do 35 mm. Z kolei dla odmiany Golda, której przeciętna średnica kolb wynosiła 5,2 cm, zmiana rozstawu noży z 25 na 35 mm spowodowała zwiększenie strat ziarna o około 1,2%.



Rys. 2. Zależność masy rdzeni kolb od średnicy rozstawu noży odcinających i odmiany

Fig. 2. Dependence of cob core mass from the diameter of cutters spacing and specie

Reasumując należy podkreślić, że stosowanie mniejszych średnic rozstawu noży odcinających ziarno od rdzeni kolb wpływa korzystnie zarówno na ilość, jak i jakość uzyskiwanego surowca, szczególnie dla odmian o mniejszej średnicy kolb. Może jednak powodować spadek wydajności obcinarki oraz szybsze zużywanie się noży odcinających ziarno ze stwardniałą częścią rdzeni.

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary wykazały, że w całkowitej masie roślinnej kukurydzy cukrowej części odpadowe, w zależności od odmiany i głębokości odcinania ziarna stanowią od 72,0 do 74,8%. W przeliczeniu na jednostkę powierzchni części odpadowe wynoszą od 24,2 do 31,3 t·ha⁻¹. Wartość ta jest zależna od wielu czynników, m.in. odmianowych, pogodowych, agrotechnicznych, a także od parametrów roboczych stosowanych maszyn.

Badania wykazały, że głębokość odcinania ziarna jest bardzo ważnym czynnikiem gwarantującym wysoką ilość i jakość uzyskiwanego surowca. Testy wielokrotnych porównań metodą Tukey'a wykazały, że zmiana głębokości odcinania w zakresie

od 25 do 35 mm powodowała wzrost masy rdzeni o około $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla odmiany Candle i Boston oraz o około $0,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dla odmiany Golda. W związku z tym łączne straty nie odciętego ziarna na rdzeniach wahały się w granicach 0,7-1,2%.

Wzrost powierzchni uprawy kukurydzy cukrowej w kraju powoduje konieczność stosowania kombajnowego zbioru kolb. W tej sytuacji pozostają na polu połamane przez koła oraz zanieczyszczone glebą łodygi z liśćmi, które powinny być przeznaczone na przyoranie (po uprzednim ich rozdrobnieniu) i wykorzystane jako nawóz zielony. Jedynie w przypadku ręcznego obrywania kolb na małych powierzchniach istnieje możliwość użycia siewczarni polowych i wykorzystania rozdrobnionej masy roślinnej na kiszonkę. Natomiast resztki roślinne po oddzieleniu ziarna od kolb kukurydzy mogą być wykorzystane jako biomasa do spalania.

Bibliografia

Adams R.S. 1990. Use of commodity ingredients and food processing wastes in the northeast. Proc. Dairy Feeding Systems Symp. Harrisburg, PA.

Barnes H. 1997. Growers are sweet on new corn picker. Cit. Veget. Mag., 61(6): 40-41.

Duke J.A. 1983. Handbook of Energy Crops.

Fritz V.A., Randall G.W., Rosen C.J. 2001. Waste management. Characterization and utilization of nitrogen in sweet corn silage waste. American Society of Agronomy, 93: 627-633.

Lipski S. 2004. Perspektywy przemysłowego wykorzystania ziarna kukurydzy w Polsce, IUNG Puławy, Raport Rolny, nr 41, (www.raportrolny.pl).

Michalski T. 2004. Rynek kukurydzy w Polsce i Unii Europejskiej. Forum producentów roślin zbożowych, kukurydzy i rzepaku. Polagra-farm 2004, 3-5.

Telejko T. 1999. Wstęp do metod opracowywania wyników pomiarów z przykładami. AGH Kraków.

Waligóra H. 2004. Kukurydza jadalna – znaczenie gospodarcze i rola w żywieniu człowieka. Forum producentów roślin zbożowych, kukurydzy i rzepaku. Polagra-farm 2004, 12-17.

PROBLEMS OF THE PLANT MASS UTILIZATION IN PROCESS OF HARVESTING AND PROCESSING OF SWEET CORN COBS

Summary

At work, the results of investigations of size and structure crop sweet corn as well as influence depth parting of kernels on mass of cores were presented. The dynamic growth of tillage area of sweet corn in view processing it causes the problems of utilization the remaining plant mass after gathering of kernels. In case of manual gathering of cobs the post-harvest residues can be put-upon on silage, however they during combines gathering are the most often crumbled and the ploughing. The high qualitative relating requirements of cut off kernels in process of cobs processing be placed also. One should to them to number the assurance of equal length of abscissae kernels, lack of mechanical damages as well as obtainment low losses and components alimentary masses.

Key words: sweet corn, cobs, kernel, plant mass, technics of harvesting and processing of cobs