

WPŁYW WYBRANYCH ODMIAN KUKURYDZY CUKROWEJ NA UDZIAŁ FRAKCJI ODPADOWYCH W PRODUKCJI ZIARNA NA CELE SPOŻYWCZE

Mariusz Szymanek, Kazimierz A. Dreszer, Sebastian Kołtyś

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Określano udział frakcji odpadowych (rdzenie kolbowe i liście okrywowe) w produkcji ziarna kukurydzy cukrowej na cele spożywcze. Badaniami objęto kolby kukurydzy cukrowej odmiany Garrison, Trophy, Candle, Sweet Wonder i Golda. Ziarno od kolby kukurydzy odcinano przy użyciu obcinarki przemysłowej. Zaobserwowano, że wyższym wartościom wilgotności ziarna na kolbie przed procesem cięcia odpowiadają wyższe wartości udziału rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolb.

Słowa kluczowe: kukurydza cukrowa, rdzenie kolbowe, liście okrywowe, odpady

Wprowadzenie

Pozyskiwanie ziarna kukurydzy cukrowej na cele przetwórcze związane jest z powstawaniem znacznych ilości odpadów [Jaster i in. 1983, Mustafa i in. 2004]. Zaliczamy do nich odpady związane ze zbiorem kolb (łodygi i liście pozostawiane na polu), przetwórstwem kolb kukurydzy (liście okrywowe kolb, rdzenie kolbowe, kolby i ziarno wybrakowane) i decyzją o nie zbieraniu kolb wynikającą ze złej jakości surowca. W procesie pozyskiwania ziarna kukurydzy cukrowej na cele przetwórcze udział frakcji odpadowych, w stosunku do całej kolby z liśćmi okrywowymi, wynosi około 66% [Thiraporn i Setabandhu 1994]. Ilość odpadów powstających przy pozyskiwaniu (odcinaniu) ziarna kukurydzy cukrowej zależy od rodzaju maszyn odcinających, odmiany i stopnia dojrzałości, warunków uprawowych i pogodowych [Dyk 2009]. Chociaż odpady te wydają się być cennym źródłem paszy, to jednak nie są onew odpowiedni sposób zagospodarowywane, głównie z powodu dużej ilości części zielonych [Inglett 1970]. Brak odpowiedniego ich zagospodarowania sprawia, że stanowią one często problem od strony zanieczyszczenia środowiska [Cheva-Isarakul i in. 2001]. Wysoka ich wilgotność względna sprawia, że od strony technicznej, ekonomicznej i organizacyjnej ich dosuszenie jak i przechowywanie jest nieracjonalne. Wysoka wilgotność (79-82%) [Cheva-Isarakul i in. 2001] oraz zawartość rozpuszczalnych węglowodanów powoduje, że ulegają one szybkiemu psuciu oraz są podatne na szybkie wypłukiwanie składników odżywczych [Idikut i in. 2009]. W odróżnieniu od kukurydzy kiszonkowej, która zbierana kombajnami jest odpowiednio rozdrobniona, odpady kukurydzy cukrowej zawierają długie frakcje, które są włókniste i sprawiają problem w magazynowaniu w silosach [Dyk 2009]. Przeznaczenie ich do zakiszania bądź

przyorania jako zielony nawóz wydaje się być najbardziej opłacalnym rozwiązaniem ich zagospodarowania [Mustafa i in. 2004]. Odpady poprodukcyjne kukurydzy cukrowej zawierają średnio około 391 g celulozy, 421 g hemicelulozy, 91 g ligniny, 17 g białka i 12 g popiołu w 1 kg suchej masy [Barl i in. 1991]. Sprawia to, że stanowią one potencjalne źródło odnawialnej energii, źródło biomasy do produkcji alkoholi i innych użytecznych chemikaliów [Hang i Woodmas 2001, Yoon i in. 2006]. Wysoka zawartość hemicelulozy w odpadach kukurydzy cukrowej (około 40%) sprawia, że mają one dużą wartość jako surowiec do produkcji ksylozy, ksylitolu i arabinozy [Barl i in. 1991].

Celem pracy było określenie udziału rdzeni kolbowych i liści okrywowych kolb oraz ich wilgotności w produkcji ziarna kukurydzy cukrowej na cele spożywcze.

Material i metody badań

Badaniami objęto kolby kukurydzy cukrowej odmiany Garrison, Trophy, Candle, Rana, Sweet Wonder i Golda. Kolby do badań pozyskiwano z plantacji zlokalizowanych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie koło Błonia w czasie ich dojrzałości przetwórczej, określonej na podstawie wilgotności ziaren oraz ich konsystencji miąższu. Po ręcznym odkosulkowaniu kolb podawano je procesowi mechanicznego odcinania ziarna na obcinarce przemysłowej firmy FMC FoodTech przy prędkości kątowej głowicy nożowej $268,1 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ i prędkości liniowej podajnika kolb $0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Udział rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolby (z liśćmi okrywowymi) określano zgodnie z:

$$U_{rk} = \frac{m_r}{m_k} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

gdzie:

m_r – masa rdzeni kolbowych [g].

m_k – masa kolby (z liśćmi okrywowymi) przed odcięciem ziarna [g],

Z kolei udział liści okrywowych w masie całkowitej kolby zgodnie z:

$$U_{lo} = \frac{m_l}{m_k} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (2)$$

gdzie:

m_l – masa liści okrywowych na kolbie [g].

Badania dotyczące określenia udziału rdzeni kolbowych i liści okrywowych przeprowadzono wyznaczeniem charakterystyki kolb kukurydzy cukrowej.

Udział rdzeni kolbowych i liści okrywowych w masie całkowitej oraz charakterystykę określono na próbie liczącej 60 kolb dla każdej odmiany.

Kolby, które były uszkodzone, nie w pełni zaziarnione oraz o zbyt odstających kształtach nie kierowano do dalszych badań.

Masę badanego materiału określano przy użyciu wagi laboratoryjnej WPE 2000p firmy RADWAG z dokładnością do 0,1g. Z kolei wilgotność względną określono metodą suszarkowo-wagową przy użyciu suszarki laboratoryjnej KBC G-65/250 firmy PREMEDI zgodnie z PN-ISO 6540. Ocenę uzyskanych wyników badań przeprowadzono w oparciu o metodę 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 zakresy 0,95% przedziałów ufności dla średniej arytmetycznej. Obliczenia przeprowadzono przy użyciu programu statystycznego Statistica 6PL.

Analiza i dyskusja wyników

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę badanych odmian kukurydzy cukrowej.

Tabela 1. Charakterystyka kolb kukurydzy cukrowej
Table 1. Characteristics of corncobs of sugar corn

| Odmiana | Masa kolby bez liści okrywowych [g] | Długość kolby [cm] | Max. średnica kolby [mm] | Liczba rzędów ziaren [szt.] | Liczba ziaren w rzędzie [szt.] | Wilgotność ziarna [%] |
|--------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Candle | 312,2 | 21,4 | 41,2 | 14 | 41,3 | 72,6 |
| Rana | 308,6 | 22,6 | 45,4 | 16 | 40,2 | 72,9 |
| Sweet Wonder | 295,8 | 20,4 | 43,2 | 16 | 42,6 | 73,7 |
| Golda | 317,2 | 21,4 | 44,2 | 16 | 42,1 | 73,9 |
| Trophy | 311,6 | 21,5 | 42,6 | 14 | 41,4 | 73,1 |
| Garrison | 305,4 | 21,3 | 43,6 | 18 | 38,2 | 71,6 |
| Średnia | 308,4 | 21,4 | 43,3 | 16 | 40,9 | 72,7 |
| Odch. stand. | 7,3 | 0,7 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 0,7 |
| NIR | 24,6 | 3,1 | 14,6 | 2,6 | 5,6 | 4,2 |

Źródło: obliczenia własne autorów

Analiza wariancji wykazała, że występujące różnice pomiędzy średnimi wartościami badanych cech kolb kukurydzy cukrowej nie są istotne statystycznie.

Masa kolb bez liści okrywowych badanych odmian kukurydzy zawierała się w przedziale od 295,8 g (Sweet Wonder) do 317,2 g (Golda), długość kolb od 20,4 cm (Sweet wonder) do 22,6 cm (Rana), max. średnica kolby od 41,2 mm (Candle) do 51,4 mm (Rana), liczba rzędów ziaren od 14 (Candle) do 18 (Garrison), liczba ziaren w rzędzie od 38,2 (Garrison) do 42,6 (Sweet Wonder) oraz wilgotność względną ziarna od 71,1 % (Garison) do 73,9% (Golda).

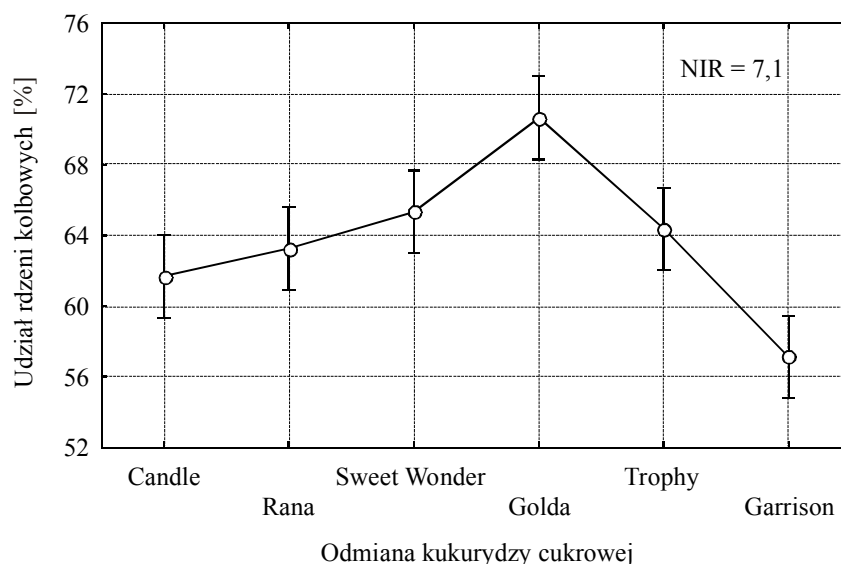
Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji (tab. 2) wykazała, że odmiana wywiera istotny statystyczny wpływ na udział masowy rdzeni kolb w masie całkowitej kolby.

Tabela 2. Wyniki analizy wariancji dla udziału rdzeni kolbowych
 Table 2. Results of the analysis of variance for the share of corncob cores

| Wyszczególnienie | Suma kwadratów | Stopnie swobody | Średni kwadrat | Test F | p |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|--------|-------|
| Odmiana | 593,6 | 5 | 118,7 | 15,15 | 0,000 |
| Błąd | 235,1 | 30 | 7,8 | | |

Źródło: obliczenia własne autora

Średnie wartości udziału rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolb dla poszczególnych odmian przedstawiono na wykresie 1.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 1. Udział rdzeni kolbowych w zależności od odmiany
 Fig. 1. Share of corncob cores depending on the variety

Najwyższe wartości udziału rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolb wystąpiły dla odmiany Golda (70,6%), a najniższe dla odmiany Garrison (57,1%).

Z rysunku 1 i tabeli 1 wynika, że udział rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolb jest skorelowany z wilgotnością ziarna. Jakkolwiek analiza statystyczna wykazała, że badane odmiany nie są zróżnicowane statystycznie pod względem wilgotności. Odmiany o wyższej wilgotności ziarna w procesie odcinania ziarna wykazują wyższy udział rdzeni odpadowych, czyli i wyższe straty odcinanego ziarna. Prawdopodobnie tą zależność można zaobserwować również dla pozostałych badanych odmian. Podobną zależność stwierdzili w swoich badaniach Michalsky [1986] oraz Feibert i in. [1997].

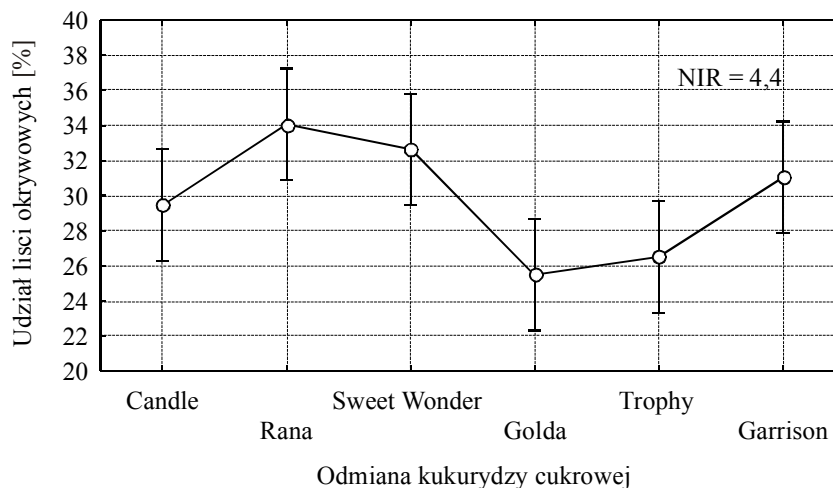
Udział liści okrywowych kolb w masie całkowitej kolb jak wykazała analiza wariancji jest istotnie statystycznie zróżnicowany pod względem odmiany (tab. 3).

Tabela 3. Wyniki analizy wariancji dla udziału liści okrywowych kolb
Table 3. Results of the analysis of variance for the share of cover leaves of corncobs

| Wyszczególnienie | Suma kwadratów | Stopnie swobody | Średni kwadrat | Test F | p |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|--------|--------|
| Odmiana | 344,71 | 5 | 68,94 | 4,734 | 0,0026 |
| Błąd | 436,87 | 30 | 14,56 | | |

Źródło: obliczenia własne autorów

Średnie wartości udziału liści okrywowych zawierały się w przedziale od około 25% dla odmiany Golda do około 34% dla odmiany Rana (rys. 2).



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 2. Udział liści okrywowych kolby w masie całkowitej kolby
Fig. 2. Share of cover leaves of the corncob in the total weight of the corncob

W tabeli 4 przedstawiono wyniki pomiarów wilgotności rdzeni kolbowych i liści okrywowych powstających w procesie produkcji ziarna kukurydzy cukrowej.

Wilgotność rdzeni kolbowych zawierała się w zakresie od 70,2% dla odmiany Trophy do 76,2% dla odmiany Candle. Natomiast dla liści okrywowych od 61,8% dla odmiany Sweet Wonder do 66,2% dla odmiany Candle. Test Tukey'a wykazał, że średnie wartości wilgotności rdzeni kolbowych i liści okrywowych kolb są zróżnicowane pomiędzy odmianami.

Tabela 4. Wilgotność rdzeni kolbowych i liści okrywowych kolb
 Table 4. Humidity of corncob cores and cover leaves of corncobs

| Odmiana | Wilgotność rdzeni kolbowych [%] | Wilgotność liści okrywowych [%] |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Candle | 66,2 | 76,2 |
| Rana | 64,2 | 73,8 |
| Sweet Wonder | 61,8 | 72,4 |
| Golda | 65,4 | 76,4 |
| Trophy | 63,5 | 70,2 |
| Garrison | 62,8 | 73,6 |
| Śrdnia | 64,3 | 73,7 |
| Odch. stad. | 1,5 | 2,3 |
| NIR | 1,8 | 2,9 |

Źródło: obliczenia własne autorów

Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały, że udział rdzeni kolbowych i liści okrywowych kolb, a także ich wilgotność jest zróżnicowana statystycznie pod względem odmiany.
2. Najwyższy udział rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolby uzyskano dla odmiany Golda (70,6%), a najniższy dla odmiany Garrison (57,1%), a liści okrywowych kolb odpowiednio dla odmiany Rana (34,0%) i Golda (25,4%). Z kolei wilgotność rdzeni kolbowych i liści okrywowych kolb była, odpowiednio, najwyższa dla odmiany Candle (66,2% i Golda (76,4%), a najniższa dla odmiany Sweet Wonder (61,8%) i Trophy (70,2%).
3. Zaobserwowano, że wyższym wartościom wilgotności ziarna na kolbie przed procesem cięcia odpowiadają wyższe wartości udziału rdzeni kolbowych w masie całkowitej kolb.

Bibliografia

- Barl B., Biliaderis C. G., Murray E. D., MacGregor A. W.** 1991. Combined chemical and enzymic treatments of corn husk lignocellulosics. *Journal of Science of Food Agriculture*. 56. s. 195-214.
- Cheva-Isarakul B., Promma S., Pumisutapool S.** 2001. Net energy of sweet corn husk and cob silage calculated from digestibility in cows. *Kasetsart J. Nat. Sci.*, 35. s. 299-303.
- Dyk P.** 2009. Sweet corn waste makes good feed. *Focus on Forage*, 11. s. 1-3.
- Feibert E., Shock C., Willison G., Saunders M.** 1997. Evaluations of supersweet corn and sweet corn varieties [online]. [Dostęp 12.03.2009]. Dostępny w Internecie <http://www.cropinfo.net/AnnualReports/1997/varieties.com.html>.

- Hang Y. D., Woodams E. E.** 2001. Enzymatic production of reducing sugars from corn cobs. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 34. s. 140-142.
- Idikut L., Arikan B. A., Kaplan M., Guven I., Atalay A. I., Kamalak A.** 2009. Potential nutritive value of sweet corn as a silage crop with or without corn ear. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(4). pp. 734-741.
- Inglett G. E.** 1970. Corn: culture, processing and products. Westport, CT: AVI Publishing Co. p. 369.
- Jaster E. H., Bell D. F., McCoy G. C.** 1983. Evaluation of sweet corn residue as roughage for dairy heifers. *Journal of Dairy Sciences*, 66. p. 2349-2355.
- Michalsky F.** 1986. Zuckermais – ein Gemüse mit Zukunft? *Mais. Z.* 2, s. 40-43
- Mustafa, A., F. Hassanat, and R. Bertiaume.** 2004. In situ forestomach and intestinal nutrient digestibility of sweet corn residues. *Animal Feed Science and Technology* 114(1). p. 287-293.
- Thiraporn R., Setabandhu E.** 1994. The nutritive value of wastes from industrialized sweet corn production. Paper presented at the 2nd conference on sweet corn. Fac. of Agric, Khon Kaen U. Januar, pp. 26-27.
- Yoon K. Y., Woodams E. E., Yong D. Hang Y. D.** 2006. Enzymatic production of pentose from the hemicelluloses fraction of corn residues, *LWT* 39. pp. 387-391.

IMPACT OF SELECTED VARIETIES OF SUGAR CORN ON THE SHARE OF WASTE FRACTIONS IN THE PRODUCTION OF SEEDS FOR CONSUMPTION PURPOSES

Abstract. The share of waste fractions (corn cob cores and cover leaves) in the production of sugar corn seeds for consumption purposes. The tests included corn cobs of the following varieties of sugar corn: Garrison, Trophy, Candle, Sweet Wonder and Golda. Seeds were cut off the corn cob with the use of an industrial cutter. It was observed that higher values of humidity of seeds on the corn cob before the cutting process corresponded to higher values of share of corn cob cores in the total weight of corn cobs.

Key words: sugar corn, corn cob cores, cover leaves, wastes

Adres do korespondencji:

Mariusz Szymanek; e-mail: mariusz.szzymanek@up.lublin.pl
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-060 Lublin