

TERMIN ZBIORU I ZASTOSOWANIA ZAMRAŻANIA W PROCESIE POZYSKIWANIA ZIARNA KUKURYDZY CUKROWEJ NA CELE SPOŻYWCZE

Mariusz Szymanek

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. W przeprowadzonym eksperymencie zaobserwowano wzrost stopnia odziarnienia i udziału ziarna całego oraz spadek ziarna uszkodzonego i pozostałością rdzenia wraz z opóźnieniem terminu zbioru kolb. Badania wykazały, że pozyskiwanie ziarna kukurydzy cukrowej na cele konsumpcyjne metodą omlotu, po uprzednim jego zmrożeniu, jest możliwe zarówno dla kolb zbieranych w terminach o wyższej jak i o niższej wilgotności ziarna.

Słowa kluczowe: kukurydza cukrowa, mrożenie, omlot, termin zbioru

Wprowadzenie

Rosnące w ostatnich latach zainteresowanie możliwościami wykorzystywania kriocieczy znalazło swoje odzwierciedlenie także w przemyśle spożywczym [Jakóbowski 2007]. Z dużej ilości dostępnych na rynku kriocieczy, które teoretycznie można by używać do zamrażania żywności, praktyczne zastosowanie znalazły tylko dwie: ciekły azot i dwutlenek węgla [Chorowski i Konopka 2003]. Kukurydzę cukrową, w zależności od kierunku wykorzystania zbiera się w stadium dojrzałości mlecznej (na tzw. bezpośredni rynek) oraz mrożone kolby lub mleczno-woskowej (ziarno konserwowe i mrożone) [Waligóra 2006; Warzecha i Nosecka 2007]. Szybkie przemiany biochemiczne, jakie następują w ziarnie po zbiorze sprawiają, że powinna być ona zagospodarowana możliwie szybko po zbiorze. Stosowana powszechnie w przetwórstwie metoda odcinania ziarna od rdzeni kolb w okresie dojrzałości mleczno-woskowej charakteryzuje się powstawaniem względnie dużych strat ilościowych i jakościowych ziarna [Jamieson i Gillespie 1998]. Waelti i Buchele [1969] wykazali, że uszkodzenia ziarna kukurydzy są dodatnio skorelowane z jego wilgotnością. Tendencje tę potwierdzają badania Michalsky'ego [1986] oraz Waligóry [2006]. Dlatego też dla celów przemysłu przetwórczego kolby należy zbierać, gdy ziarna mają niższą wilgotność [Kunicki 2003]. Michalsky [1986] podaje, że ziarno przeznaczone na mrożenie (ziarno na kolbach) powinno mieć wilgotność na poziomie co najmniej 70-74%, podczas gdy na cele konserwowe (ziarno odcięte) na poziomie 67-72%. Badania przeprowadzone przez Brecht'a [1999] wykazały, ponadto, że ziarno oddzielone w całości, w odróżnieniu od ziarna odciętego, nie wykazuje w ogóle lub w niewielkim stopniu brązowienia po gotowaniu. Brązowienie ziarna po gotowaniu jest powszechnym problemem w przemyśle przetwórczym [Riad i Brecht 2001].

Mając powyższe na uwadze postawiono tezę, że metoda omlotu zmrożonych kolb kukurydzy cukrowej umożliwi pozyskiwanie surowca na cele przetwórcze przy wyższej wilgotności ziarna w stadium dojrzałości mleczej.

Celem badań było określenie wpływu terminu zbioru kolb (wilgotności ziarna) na ilość i jakość pozyskiwanego ziarna kukurydzy cukrowej na cele spożywcze.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono na kolbach kukurydzy cukrowej odmiany Candle w czterech terminach zbioru, co dwa dni. W I terminie zbioru wilgotność wynosiła 79,2% w II – 76,4%, w III – 72,1% i w IV – 68,7%. Charakterystykę kolb (tab. 1) określono na podstawie 100 losowo zebranych ręcznie kolb z plantacji dla każdego terminu zbioru.

Tabela 1. Charakterystyka kukurydzy cukrowej odmiany Candle

Table 1. Characteristics of the *Candle* variety sweet corn

Wyszczególnienie	Jednostka miary	Wyniki badań	
		od-do	średnio
Masa kolby bez liści	[g]	296,3–328,1	320,5
Długość kolby	[cm]	18,6–23,5	21,4
Max. średnica kolby	[mm]	47,5–52,7	50,4
Liczba ziaren w rzędzie	[szt.]	26–32	28
Liczba rzędów ziarna	[szt.]	12–16	14

Źródło: badania własne autora

Masę badanego materiału określano przy użyciu wagi laboratoryjnej WPE 2000p (RadWag) z dokładnością do 0,1g. Z kolei wilgotność względną ziarna określono metodą suszarkowo-wagową przy użyciu suszarki laboratoryjnej KBC G-65/250 (PREMED) zgodnie z PN-ISO 6540. Odkoszulkowane kolby poddawano mrożeniu, a następnie procesowi oddzielania ziarna. Kolby kukurydzy cukrowej poddawano zamrażaniu w strumieniu par azotu o temperaturze około - 120°C przez okres 6 minut. Powyższe warunki mrożenia dobrano na podstawie badań wstępnych. Zapewniały one uzyskanie całkowitego zmrożenia ziarna na kolbie oraz najmniejsze uszkodzenia ziarna w czasie omlotu. Zamrażanie kolb przeprowadzono w komorze chłodniczej, do której doprowadzano strumień par azotu z naczynia Dewara (Taylor-Wharton LD 25). Temperaturę wewnątrz pojemnika mierzono przy użyciu termopary firmy TES model 1306 K·J⁻¹. Oddzielanie ziarna od rdzeni kolb przeprowadzono na młocarni ziarna firmy PROMAR- „Kruszek”. Pomiar wykonano przy prędkości obrotowej zespołu roboczego (tarczy) 900obr·min⁻¹. Ilość i jakość pozyskanego ziarna oceniano na podstawie stopnia odziarnienia (S_o), udziału ziarna całego (U_c), udziału ziarna uszkodzonego (U_z), udziału ziarna z pozostałością rdzenia (U_r).

Stopień odziarnienia (S_o) na próbie liczącej po 60 kolb dla każdego terminu zbioru obliczono według wzoru:

$$S_o = \frac{m_k - m_{ko}}{m_z} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

gdzie:

m_k – masa kolby przed omlotem [g],

m_{ko} – masa kolby po omlocie [g],

m_z – masa ziarna w kolbie [g].

Udział ziarna całego (U_c) wyliczano według wzoru:

$$U_c = \frac{m_c}{m_w} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

gdzie:

m_c – masa ziarna całego [g],

m_w – masa wydzielonego ziarna [g].

Z kolei udział ziarna uszkodzonego wyznaczono ze wzoru:

$$U_z = \frac{m_{zu}}{m_w} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

m_{zu} – masa ziarna uszkodzonego [g].

Do wyznaczenia masy ziarna uszkodzonego zastosowano analizę sitową przy użyciu separatora sitowego Analysette 3 firmy Fritsch.

Udział ziarna z pozostałością rdzenia kolby (U_r) wyliczano ze wzoru:

$$U_r = \frac{m_r}{m_{wc}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

gdzie:

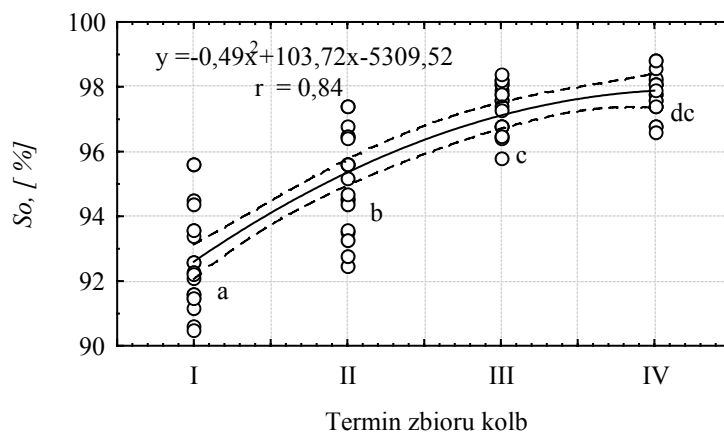
m_r – masa ziarna całego z pozostałością rdzenia [g],

m_{wc} – masa wydzielonego ziarna całego [g].

U_c , U_z oraz U_r określano na podstawie 300 g próbek, które pobierano losowo z poszczególnych mas wydzielonego ziarna. Wartość końcowa pomiaru stanowiła średnia z 3 powtórzeń. 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.

Analiza i dyskusja wyników

Dotychczasowe badania własne wykazały, że zastosowanie metody omlotu do oddzielenia ziarna od rdzeni kolb kukurydzy cukrowej po uprzednim jego zmrożeniu jest możliwe i przyczynia się do znacznego ograniczenia strat surowca [Szymanek 2008]. Analiza wariancji wykazała, że termin zbioru kolb wpływa istotnie statystycznie na stopień odziarnienia (rys. 1).

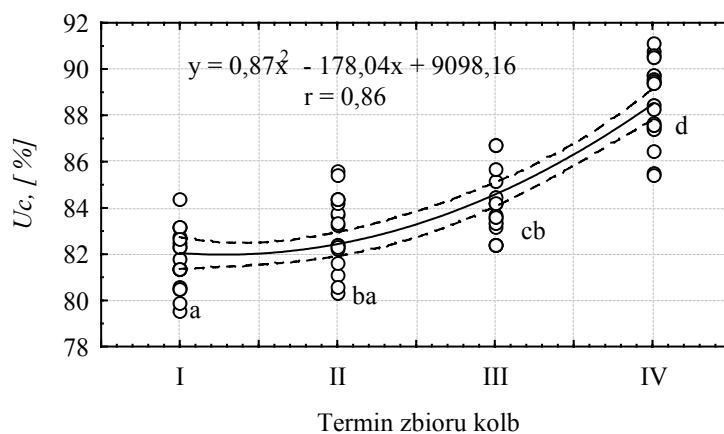


Źródło: badania własne autora

Rys. 1. Zależność stopnia odziarnienia (S_o) od terminu zbioru kolb
 Fig. 1. Dependence between degrading level (S_o) and cob harvest date

Test Tukey'a wykazał, że tylko pomiędzy III i IV terminem zbioru nie wystąpiły istotne różnice statystyczne. Zależność $S_o = f(T)$ została opisana za pomocą równania funkcji kwadratowej (rys. 1). Wraz z opóźnieniem terminu zbioru kolb zaobserwowano wzrost S_o . W przedziale od I do IV terminu zbioru wzrastał on średnio od 92,7 do 97,8%.

Analiza wydzielonego ziarna wykazała, że termin zbioru kolb wywiera istotny wpływ na U_c (rys. 2).

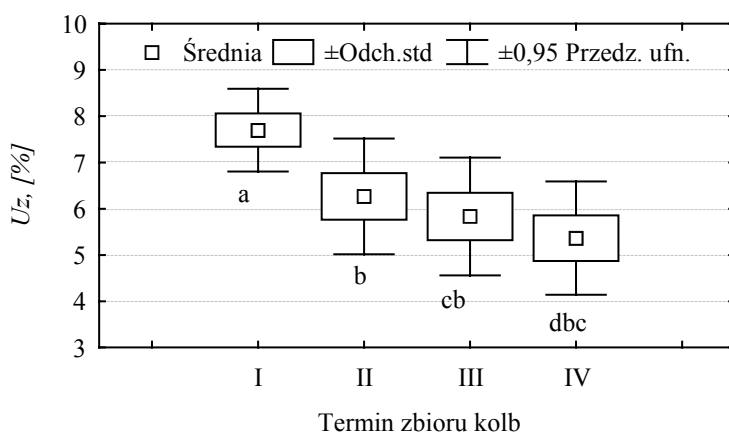


Źródło: badania własne autora

Rys. 2. Zależność udziału ziarna całego (U_c) od terminu zbioru kolb
 Fig. 2. Dependence between whole grain share (U_c) and cob harvest date

Zależność $U_c = f(T)$ opisano za pomocą równania funkcji kwadratowej (rys. 2). Test Tuke'a wykazał, że nie wystąpiły istotne różnice statystyczne pomiędzy I i II oraz II i III terminem zbioru, mimo że średnie wartości U_c były wyższe wraz z opóźnianiem terminu zbioru. W zakresie od I do IV terminu zbioru wynosiły odpowiednio: 81,8%, 83,0%, 83,9% i 88,6%.

Udział ziarna uszkodzonego (U_z) zmniejszał się wraz z opóźnianiem terminu zbioru (rys. 3).



Źródło: badania własne autora

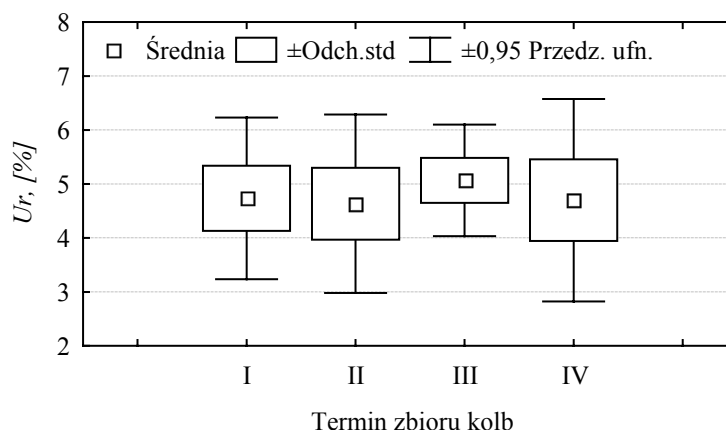
Rys. 3. Zależność udziału ziarna uszkodzonego (U_z) od terminu zbioru kolb
Fig. 3. Dependence between damaged grain share (U_z) and cob harvest date

Analiza wariancji wykazała wpływ terminu zbioru na udział ziarna uszkodzonego. Test Tukey'a wykazał, że pomiędzy II i III, II i IV oraz III i IV nie ma istotnych statystycznych różnic (rys. 3). W przedziale terminu zbioru od I do IV nastąpił ich spadek od 7,7% do 5,4%.

Przeprowadzona analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic pomiędzy średnimi wartościami U_r (rys. 4).

Średnie wartości U_r w przedziale od I do IV terminu zbioru zmieniły się w zakresie od 4,7 do 5,1%. Przedstawione na rysunkach 1-4 zmiany badanych wielkości w funkcji terminu zbioru (wilgotności ziarna) reprezentują typowe zależności, jakie towarzyszą klasycznemu omłotowi kolb w pozyskiwaniu ziarna na cele nasienne lub paszowe oraz procesowi odcinania pozyskiwaniu ziarna na cele konsumpcyjne. Wzrost stopnia odziarnienia (S_o) wraz z opóźnianiem terminu zbioru, a więc i ze spadkiem wilgotności ziarna zaobserwowano również w innych badaniach Szymanka [2009], w których kolby poddawano odcinaniu ziarna w różnych terminach zbioru. Zwiększenie stopnia odcięcia ziarna wraz z opóźnieniem terminu zbioru kolb spowodowane były głównie mniejszym wpływem miąższu ziarna w trakcie jego odcinania. Zmniejszenie strat oraz uszkodzeń ziarna w procesie omłotu zmrożonych kolb kukurydzy pop-corn, przeznaczanej na cele nasienne zaobserwo-

wali również Domin i Kluza [2005]. Wilgotność badanego materiału wynosiła około 15%, a zakres temperatur zamrażania zawierał się od -5 do -38°C . Wykazali oni pozytywny wpływ tego zabiegu na obniżenie, w zależności od odmiany, strat nasion średnio od około 18 do 0,5% oraz jego uszkodzeń od około 16 do 0,9%.



Źródło: badania własne autora

Rys. 4. Zależność udziału ziarna z częścią rogową (U_r) od terminu zbioru kolb
Fig. 4. Dependence between grain with corneous part share (U_r) and cob harvest date

Wnioski

1. Przeprowadzone badania wykazały, że wydzielanie ziarna metodą omłotu po uprzednim jego zmrożeniu na kolbie jest możliwe zarówno dla kolb pozyskiwanych we wcześniejszych (wyższej wilgotności ziarna) jak i późniejszych (niższej wilgotności ziarna) terminach zbioru.
2. Stwierdzono, że opóźnianie terminu zbioru kolb wpływa na wzrost stopnia odziarnienia o około 6%, udziału wydzielonego ziarna całego o około 8% oraz na spadek udziału ziarna uszkodzonego o około 30%. Udział ziarna z częścią rogową rdzenia nie wykazywał istotnych zmian wraz z opóźnianiem terminu zbioru kolb.

Bibliografia

- Brecht J. K. 1999. Fresh-cut sweet corn kernels. Citrus and Vegetable Magazine. Vol. 64(6). p. 36-37.
- Chorowski M., Konopka G. 2003. Kriogenika w przemyśle spożywczym. Chłodnictwo i klimatyzacja. Nr 1/2, s. 16-18.
- Domin M., Kluza F. 2005. Decreasing the temperature of popping corn cobs as a process reducing the losses of mechanical seeding. Electronic Journal of Polish Agriculture Universities [online]. Agricultural Engineering, Vol. 8. Issue 4. [dostęp 10-06-2009]. Dostępny w Internecie: <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue4/art-09.html>

- Jakóbowski P.** 2007. Ocena jakościowa i ekonomiczna tzw. szokowego (kriogenicznego) zamrażania wybranych produktów żywnościowych w odniesieniu do metod konwencjonalnych. [dostęp 10-06-2009]. Dostępny w Internecie: http://www.mech.pg.gda.pl/ktc/wtargans/osiagi/Jakobowski_zamrazanie.pdf
- Jamieson P. D., Gillespie R. N.** 1998. Predicting sweet corn maturity for factory processing in Canterbury. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, Wagga wagga.
- Kunicki E.** 2003. Uprawa kukurydzy cukrowej. Wyd. Plantpress. Kraków. ISBN 83-85982-78-7.
- Michalsky F.** 1986. Zuckermais – ein Gemüse mit Zukunft? Mais. Nr 2. s. 40-43.
- Riad G. S., Brecht J. K.** 2001. Fresh-cut sweet corn kernels. Selected Proceedings of the Florida State Horticultural Society. Vol. 114. p.160-163.
- Szymanek M.** 2008. Обмолот замороженных початков сахарной кукурузы. Сборник научных трудов. Т. 13. s. 328-334.
- Szymanek M.** 2009. Influence of sweet corn harvest date on kernels quality. Research in Agricultural Engineering. Vol. 55. p. 10-17.
- Waelti H., Buchele W. F.** 1969. Factors affecting corn kernel damage in combine cylinders. Transactions of ASAE. Vol.12(1). p. 55-59.
- Waligóra H.** 2006. Zbiór i wykorzystanie kukurydzy cukrowej. Kukurydza. Nr 2(28). s. 26-27.
- Warzecha R., Nosecka B.** 2007. Kukurydza cukrowa. Poradnik dla producentów. Kukurydza – nowe możliwości, 36-37, Agro Serwis, wyd. IV, ISBN 978-83-903483-5-3.

Praca finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy nr N N312 304734

FIXED DATE FOR HARVESTING AND FREEZING PROCEDURE IN THE PROCESS OF ACQUIRING SWEET CORN GRAIN FOR FOOD PRODUCTION PURPOSES

Abstract. Completed experiment allowed to observe increasing degrading level and share of whole grain, and decreasing share of damaged grain and core residue with cob harvest being delayed. The research has proved that acquiring sweet corn grain for food production purposes using threshing method, after having frozen it, is possible for cobs gathered according to the schedule and characterised both by higher and lower grain humidity.

Key words: sweet corn, freezing, threshing, harvest date

Adres do korespondencji:

Mariusz Szymanek; e-mail: mariusz.szymanek@up.lublin.pl
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-612 Lublin