

IGNACY J. NIEDZIÓŁKA, MARIUSZ SZYMANEK

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie

PRÓBA OCENY TECHNOLOGII PRODUKCJI KUKURYDZY CUKROWEJ
Z ZASTOSOWANIEM KOMBAJNOWEGO ZBIORU KOLB
I ICH MECHANICZNEGO ODZIARNIANIA

Attempt to assess a sweet maize production technology that involves the use of combine harvesting of cobs and mechanical kernel separation

ABSTRAKT: Dynamiczny wzrost powierzchni uprawy kukurydzy cukrowej na cele przetwórcze powoduje, że ręczny zbiór kolb zastępowany jest zbiorem kombajnowym. Zapewnia on uzyskanie większej wydajności pracy oraz zebranie kolb w optymalnym stadium dojrzałości, co jest szczególnie istotne w przypadku kukurydzy cukrowej. Wysokie wymagania jakościowe dotyczące również oddzielanego ziarna to m.in.: gładka powierzchnia i jednakowa długość odciętych ziaren, brak uszkodzeń mechanicznych oraz małe straty masy i składników pokarmowych.

Kolby kukurydzy cukrowej odmiany Candle zbierano kombajnem Bourgoin w stadium dojrzałości późnomlecznej, a następnie poddawano obróbce mechanicznej polegającej na odkoszulkowaniu i odcinaniu ziarna. Ziarno odcinano na obcinarce przy zmiennej prędkości kątowej głowicy nożowej w zakresie 167,5 do 301,2 rad·s⁻¹ oraz stałej prędkości liniowej podajnika kolb – 0,31 m·s⁻¹. Jakość oddzielanego ziarna określano poprzez pomiar jego długości oraz ocenę stanu powierzchni cięcia. Dla celów porównawczych ziarno podzielono na trzy klasy długości: klasa I – powyżej 8 mm, klasa II – od 4 do 8 mm, klasa III – poniżej 4 mm. Ziarno z ubytkami masy zarodka kwalifikowano jako gorszej jakości.

Przedstawione wyniki badań dotyczą nakładów pracy i energii ponoszonej w technologii produkcji kukurydzy cukrowej oraz jakości ziarna oddzielanego od rdzeni kolb. Nakłady pracy poniesione po kombajnowym zbiorze kolb były największe dla obróbki kolb (11,8 rbh·ha⁻¹) i stanowiły 34% ogólnych nakładów oraz dla uprawy gleby (9,6 rbh·ha⁻¹) – 28%. Natomiast nakłady energii mechanicznej ponoszone na uprawę gleby wynosiły 341 kWh·ha⁻¹ (37% nakładów), a na zbiór kombajnowy kolb – 285 kWh·ha⁻¹ (31% nakładów). Ze wzrostem prędkości głowicy nożowej zwiększył się udział ziarna klasy I o 26%, zaś zmniejszył się o 14% w klasie II i o 11% w klasie III, natomiast udział ziarna gorszej jakości zmniejszył się w klasie I o 5% i w klasie II o 7%, a w klasie III nie zmienił się.

słowa kluczowe: key words:

kukurydza cukrowa – sweet maize, technologia – technology, zbiór – harvest, nakłady pracy i energii – work and energy consumption, odziarnianie kolb – separating kernels from cobs

WSTĘP

Powierzchnia zasiewów kukurydzy cukrowej zarówno na potrzeby tzw. świeżego rynku, jak i na cele przetwórcze w Polsce systematycznie wzrasta (5, 10, 15, 19). Zainteresowanie tą rośliną wynika zarówno z wysokiej wartości odżywczej i pokarmowej ziarna, jak też z nowej formy jego pozyskiwania. W odróżnieniu od odmian pastewnych, których kolby zbiera się w fazie dojrzałości pełnej i przeznaczają na cele paszowe, kolby kukurydzy cukrowej zbiera się w fazie dojrzałości mlecznej lub późnomlecznej i przeznaczają na cele konsumpcyjne. Zbiór w takim stadium dojrzałości sprawia, że powszechnie stosowane maszyny do zbioru kolb i oddzielania ziarna nie mogą być używane. Adaptacja zagranicznych odmian do krajowych warunków, brak tradycji w ich uprawie oraz bliskiego sąsiedztwa rynków zbytu (zakłady przetwórcze, giełdy rolne), a także wzrost wymagań co do jakości surowca ze strony konsumentów i zakładów przetwórczych sprawiają, że rozpowszechnianie kukurydzy cukrowej napotyka na szereg trudności (6, 8, 18, 21).

Obecnie w kraju z uwagi na stosunkowo duże rozdrobnienie upraw kukurydzy cukrowej i wysoki koszt specjalistycznego sprzętu w około 95% realizowany jest zbiór ręczny. Zbiór tą metodą gwarantuje wysoką jakość surowca, ale wymaga znacznych nakładów pracy, zwłaszcza na dużych powierzchniach, gdzie czas zbioru kolb i szybkość ich dostawy ma wpływ na jakość ziarna. Zarówno wzrost kosztów pracy, jak i konkurencja ze strony krajów o większych arealach uprawy i korzystniejszych warunkach klimatycznych będą powodowały, że tylko surowiec pochodzący z dużych plantacji i ze zbioru kombajnowego będzie mógł konkurować na rynku (1, 4, 13, 16, 20).

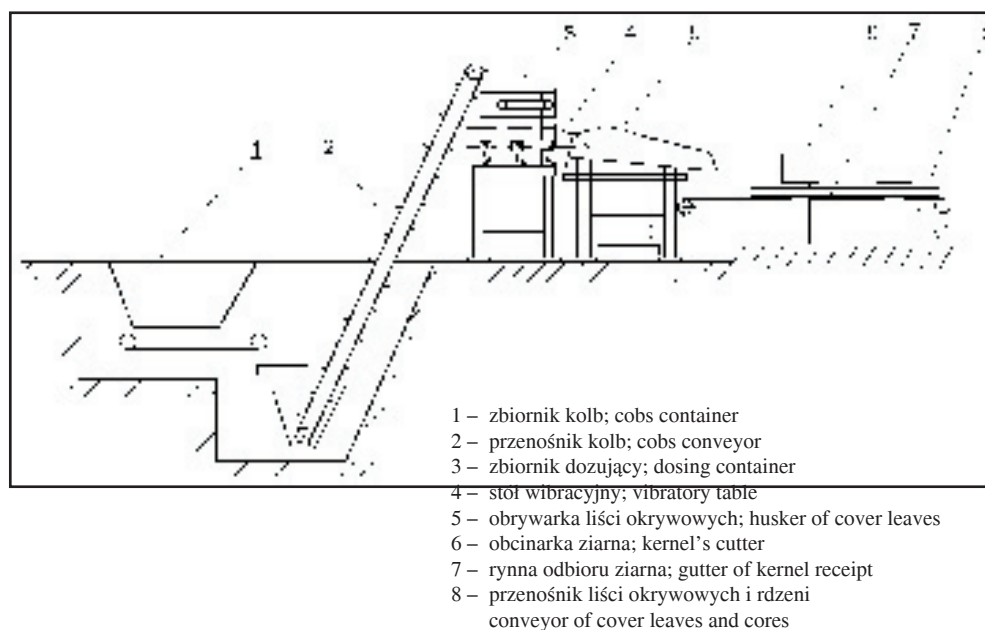
Zbiór kolb na potrzeby przetwórcze (konserwy, mrożonki) stanowi pierwszy etap w pozyskiwaniu ziarna. Dalsze zbiegi związane z oddzielaniem liści okrywowych i ziarna od kolb kukurydzy odbywają się przy użyciu specjalnych maszyn. Do wymagań dotyczących jakości oddzielanego ziarna należy zaliczyć m.in.: gładką powierzchnię i równą długość odciętych ziarn, brak uszkodzeń mechanicznych oraz małe straty masy i składników pokarmowych. Zależą one od cech morfologicznych kolb i ziarna, jego wilgotności i wytrzymałości mechanicznej, a także od parametrów procesu odcinania (2, 7, 9, 14, 17).

Wprowadzanie nowoczesnych technologii uwarunkowane jest posiadaniem wydajnych i energooszczędnych zestawów maszyn, zapewniających terminowe wykonanie wszystkich zabiegów agrotechnicznych. Dlatego podejmowane są badania dotyczące obniżenia nakładów robocizny i energii oraz kosztów produkcji ziarna kukurydzy (3, 11, 12, 15).

Celem badań było określenie nakładów pracy żywej oraz energii mechanicznej i elektrycznej ponoszonych w technologii produkcji ziarna kukurydzy cukrowej, a także jakości jego oddzielania od rdzeni kolb.

MATERIAŁ I METODY

Badania zasadnicze zostały poprzedzone określeniem charakterystyki materiału, obejmującej właściwości morfologiczne i fizyczne kolb oraz ziarna kukurydzy cukrowej. Materiałem wyjściowym były kolby kukurydzy cukrowej odmiany Candle, których plon wynosił $12,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Badaniami objęto areal uprawy o powierzchni około 30 ha. W technologii produkcji kukurydzy korzystano ze sprzętu technicznego powszechnie stosowanego w procesie uprawy kukurydzy pastewnej i zbóż. Natomiast do zbioru kolb używano zestawu składającego się z samojezdnego kombajnu Bourgoin o mocy 166 kW oraz ciągnika U-1204 o mocy 86 kW i przyczepy transportowej. Kolby zebrane w stadium dojrzałości późnomlecznej przewożono do oddalonego o ok. 2 km zakładu przetwórczego, gdzie następowała ich dalsza obróbka, tj. oddzielanie liści okrywowych i ziarna od kolb (rys. 1). Oddzielone ziarno przeznaczone było na cele konserwowe.



Rys. 1. Schemat linii technologicznej oddzielania liści okrywowych i ziarna od kolb kukurydzy cukrowej

Scheme of technological line of separation the cover leaves and kernels from sweet corn cobs

Do obliczeń nakładów pracy żywej N_r ponoszonych w technologii produkcji ziarna kukurydzy cukrowej posłużono się wzorem:

$$N_r = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{F} \quad [\text{h} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad \{1\}$$

Nakłady energii mechanicznej i elektrycznej N_e ponoszone w zabiegach technologicznych obliczano według wzoru:

$$N_e = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \cdot K \cdot L_i}{Q_z} \quad [\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}] \quad \{2\}$$

gdzie: F – powierzchnia uprawy kukurydzy cukrowej (ha)

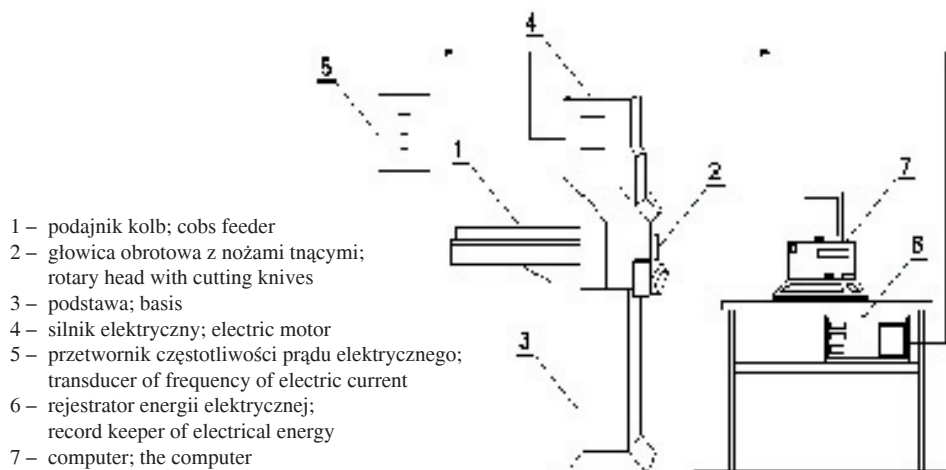
M_i – moc nominalna ciągnika (kW)

K – współczynnik wykorzystania mocy ciągnika ($K = 0,6-0,9$)

L_i – liczba godzin pracy dla danego zabiegu ($\text{h} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Q_z – plon kolb kukurydzy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

Badania laboratoryjne dotyczące określenia jakości procesu oddzielania ziarna od kolb realizowano na stanowisku pomiarowym (rys. 2). Jako kryteria jakości oddzielania przyjęto długość odciętego ziarna, stan odciętej powierzchni oraz ubytki masy zarodka.



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego do odcinania ziarna kukurydzy
 Workplace to investigate cutting of corn kernels

Ze względu na brak danych literaturowych oraz norm branżowych dotyczących podziału odciętego ziarna na klasy wymiarowe przyjęto następujące przedziały:

- klasa I – ziarno od długości powyżej 8 mm,
- klasa II – ziarno o długości od 4 do 8 mm,
- klasa III – ziarno o długości poniżej 4 mm.

Udział ilościowy poszczególnych klas określono według wzoru:

gdzie: n_i – liczebność ziarna w i-tej klasie (szt.)

$$f_i = \frac{n_i}{n_{zo}} \cdot 100 \quad [\%] \quad \{3\}$$

n_{zo} – liczebność ziarna ogółem w próbce (szt.).

Stan powierzchni odcięcia ziarna określano na podstawie jej zeskanowanego obrazu. Jakość cięcia uznawano za dobrą, gdy przekrój ziarna był gładki i nie było ubytków masy zarodka. Pozostałe ziarno uznawano za gorsze jakościowo. Jego udział obliczano według wzoru:

gdzie: n_{zg} – liczebność ziarna gorszej jakości (szt.)

n_{zo} – liczebność ziarna ogółem w próbce (szt.).

$$U_{zg} = \frac{n_{zg}}{n_{zo}} \cdot 100 \quad [\%] \quad \{4\}$$

Pomiary przeprowadzono na próbce liczącej 100 kolb. Do badań pobierano losowo 500 ziarn, w 3 powtórzeniach. Długość ziarna mierzono suwmiarką z dokładnością do $\pm 0,1$ mm. Oddzielanie ziarna od kolb poprzez jego odcinanie wykonywano na obcinarce, a prędkość jej głowicy z nożami zmieniano w przedziale 167,5–301,2 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast prędkość liniowa podajnika kolb była stała i wynosiła 0,31 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Podajnik i głowica napędzane były silnikami o mocy odpowiednio 0,65 i 1,1 kW. Ocenę uzyskanych wyników badań przeprowadzono metodą jednoczynnikowej analizy wariancji. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic między obiektami na podstawie testu istotności F, przeprowadzono testy wielokrotnych porównań metodą Tukeya dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Charakterystykę właściwości fizycznych kolb i ziarna kukurydzy cukrowej przedstawiono w tabeli 1. Średnia masa kolby z liśćmi okrywowymi wynosiła 350 g, w tym udział liści stanowił około 6%. Natomiast przeciętny udział ziarna w odkoszulkowanej kolbie wynosił 72,8% – co odpowiadało masie około 240 g. Zawartość suchej masy w zbieranym ziarnie kukurydzy zawierała się w granicach 25–28%. Badane kolby

Tabela 1

Charakterystyka właściwości morfologicznych i fizycznych kukurydzy cukrowej odmiany Candle
 Characteristics of morphological and physical properties of sweet corn of Candle variety

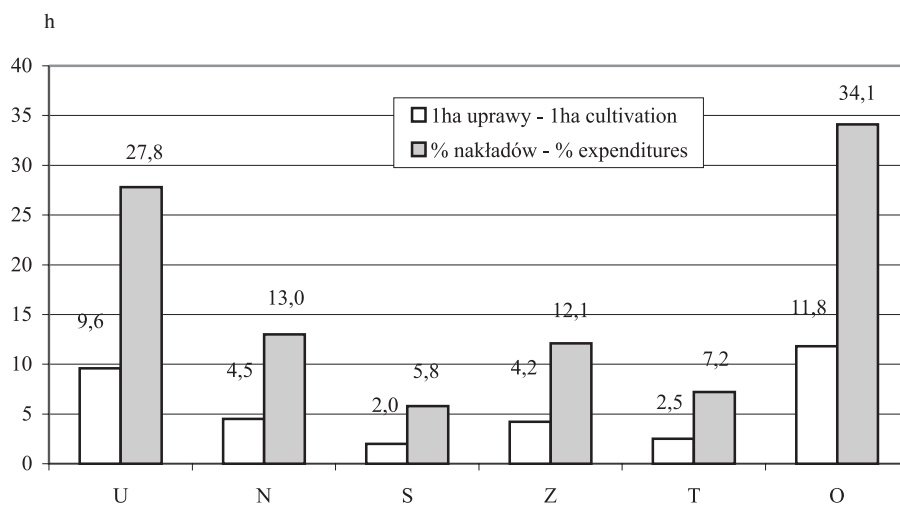
Wyszczególnienie Contents	Wyniki badań; Results of investigations		
	zakres danych; range of data		średnia; mean
	od; from	do; to	
Masa kolby z liśćmi Cob mass with leaves (g)	278,1	436,2	352,2
Masa kolby bez liści Cob mass without leaves (g)	301,1	399,2	332,1
Masa 1000 ziarn Weight of 1000 kernels (g)	51,2	445,2	448,7
Udział ziarna w kolbie Share of kernels in cob (%)	70,2	75,3	72,8
Wilgotność ziarna Moisture of kernel (%)	72,1	75,2	73,6
Długość kolby Cob length (cm)	18,4	24,6	19,8
Średnica kolby Cob diameter (mm)	46,8	52,3	49,8
Liczba ziarn w rzędzie Number of kernels in row	34,5	44,1	36,4
Liczba rzędów ziarna Number of kernel rows	12	16	14

charakteryzowały się cylindrycznym kształtem, ich długość wynosiła około 20 cm, a średnica około 5 cm.

W ocenie technologii produkcji kukurydzy cukrowej uwzględniono nakłady pracy oraz energii mechanicznej i elektrycznej ponoszone na uprawę roli, nawożenie i ochronę roślin, siew nasion, zbiór, transport i obróbkę kolb obejmującą oddzielenie liści i ziarna.

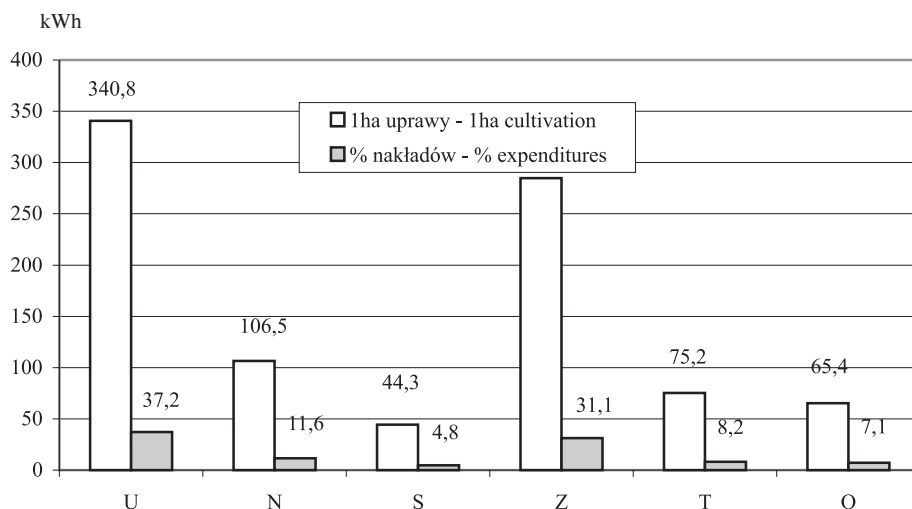
Najbardziej pracochłonna była obróbka kolb ($11,8 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$) i uprawa gleby ($9,6 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$), na które przypadało łącznie około 62% ogólnych nakładów (rys. 3). Z kolei na nawożenie z ochroną roślin przypadało $4,5 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz na zbiór kolb kukurydzy – $4,2 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$, co łącznie stanowiło 25% ogólnych nakładów. Najmniej pracochłonne okazały się siew nasion ($2,0 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$) i transport kolb ($2,5 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$). Przeznaczano na nie około 13% ponoszonych nakładów.

Największe nakłady energii mechanicznej ponoszono na uprawę gleby i kombajnowy zbiór kolb (rys. 4). Wynosiły one odpowiednio $341 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $285 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$. Łączne nakłady energii związane z uprawą gleby i zbiorem kolb stanowiły ponad 68%. Dużo mniejsze nakłady przypadały na nawożenie z ochroną roślin i wynosiły $106,5 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$, transport kolb – około $75 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz ich obróbkę – około $65 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$. Razem nakłady energii mechanicznej i elektrycznej ponoszone na te zabiegi stanowiły 27% ogólnych nakładów. Natomiast najmniejsze nakłady energetyczne zanotowano w przypadku siewu nasion – wynosiły $44,3 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. około 5%.



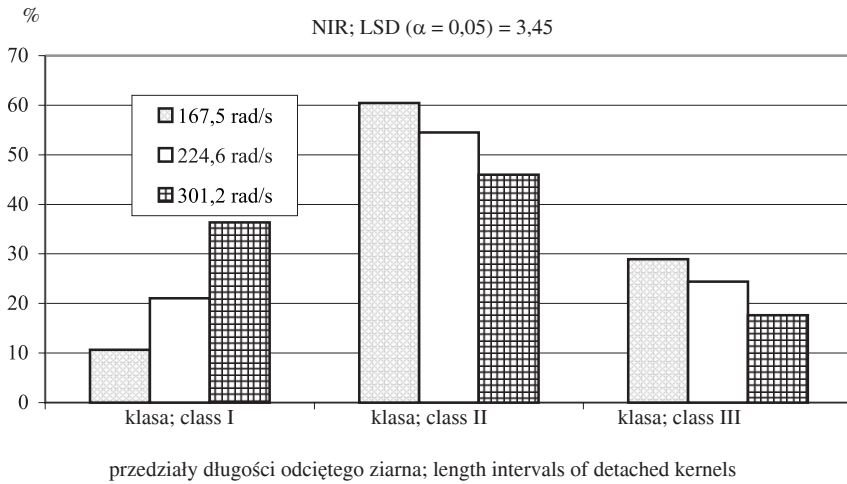
U – uprawa gleby; soil tillage, N – nawożenie i ochrona roślin; fertilization and plant protection, S – siew nasion; sowing of seeds, Z – zbiór kolb; harvesting of cobs, T – transport kolb; transportation of cobs, O – obróbka kolb; processing of cobs

Rys. 3. Nakłady pracy w technologii produkcji kukurydzy cukrowej
Labour expenditures in sweet corn production technology

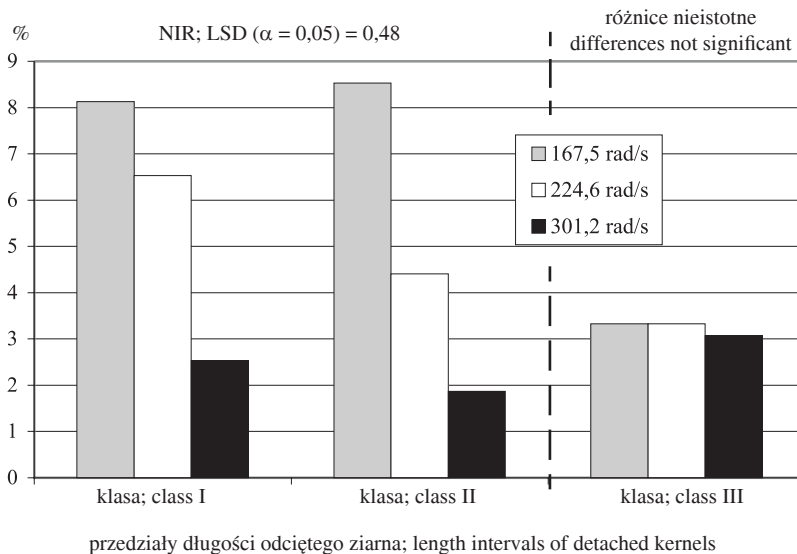


U – uprawa gleby; soil tillage, N – nawożenie i ochrona roślin; fertilization and plant protection, S – siew nasion; sowing of seeds, Z – zbiór kolb; harvesting of cobs, T – transport kolb; transportation of cobs, O – obróbka kolb; processing of cobs

Rys. 4. Nakłady energii mechanicznej i elektrycznej
Expenditures of mechanical and electrical energy



Rys. 5. Udział klas ziarna kukurydzy w zależności od prędkości cięcia, przy prędkości podajnika kolb $v = 0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Share of classes of corn kernels in dependence on speed of cut, during speed of cobs feeder $v = 0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$



Rys. 6. Udział ziarna gorszej jakości w zależności od prędkości cięcia, przy prędkości podajnika kolb $v = 0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Structure of kernels classes of worse quality in dependence on speed of cut, during speed of cobs feeder $v = 0,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Na długość odciętego ziarna istotny wpływ wywierała zmiana prędkości kątowej głowicy nożowej w przedziale od 167,5 do 301,2 $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ (rys. 5). Ze wzrostem tej prędkości następowało zwiększenie udziału odcinanego ziarna długości powyżej 8 mm – od 11 do 36% (klasa I). Z kolei zmniejszał się udział ziarna o długości 4–8 mm – od 60 do 46% (klasa II) oraz ziarna poniżej 4 mm – od 29 do 18% (klasa III). Zwiększenie prędkości głowicy nożowej w badanym zakresie powodowało także zmniejszenie udziału ziarna gorszej jakości od 8 do 3% w klasie I i od 9 do 2% w klasie II. Natomiast w klasie III nie wystąpiły istotne statystycznie różnice w udziale ziarna gorszej jakości, który utrzymywał się w przybliżeniu na tym samym poziomie (rys. 6).

DYSKUSJA

Przedstawione wyniki badań pozwalają na ocenę technologii uprawy, zbioru i obróbki kolb kukurydzy cukrowej w aktualnych warunkach produkcyjnych gospodarstw. Według D u b a s a (5), K u n i c k i e g o (10) oraz W a l i g ó r y i in. (18), jednym z warunków uzyskania wysokich i jakościowo dobrych plonów kukurydzy cukrowej jest prawidłowo wykonana uprawa gleby. Z kolei od rodzaju i stanu gleby zależy dobór odpowiednich narzędzi uprawowych oraz zestawów doprawiających. Ich wykorzystanie wiąże się z ponoszeniem znacznych nakładów pracy wynoszących ok. 10 $\text{h}\cdot\text{ha}^{-1}$ oraz energii mechanicznej przekraczającej 340 $\text{kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nakłady te są porównywalne z nakładami ponoszonymi w technologiach uprawy gleby dla kukurydzy pastewnej oraz zbóż.

W technologii produkcji kukurydzy cukrowej praco- i energochłonnym zabiegiem jest także zbiór kolb i ich obróbka. Jak podaje W i z e (21) w przypadku ręcznego obrywania kolb kukurydzy cztery osoby są w stanie zebrać około 2 ton kolb w ciągu trzech godzin, czyli nakłady pracy wynoszą 6 $\text{h}\cdot\text{t}^{-1}$. Natomiast przy zastosowaniu kombajnu z 4-rzędowym adapterem obrywającym kolby, nakłady pracy wynosiły około 0,35 $\text{h}\cdot\text{t}^{-1}$, tj. 17-krotnie mniej w porównaniu ze zbiorem ręcznym. Nakłady energii mechanicznej w przypadku kombajnowego zbioru kolb wynosiły około 23 $\text{kWh}\cdot\text{t}^{-1}$, zaś zbiór ręczny nie wymaga ich ponoszenia. Dlatego kombajnowy zbiór kolb powinien być stosowany na większych plantacjach uprawy kukurydzy cukrowej, gdyż umożliwia ograniczenie nakładów.

Nakłady pracy związane z mechaniczną obróbką kolb były również wysokie i wynosiły około 0,9 $\text{h}\cdot\text{t}^{-1}$. Znaczna ich część przypadała na proces odcinania ziarna od rdzeni kolb. Związane to było z ręcznym układaniem kolb na podajniku przemieszczającym je węższym końcem w kierunku głowicy nożowej obcinarki. Aby nakłady te zmniejszyć konieczne jest zastosowanie specjalnego urządzenia do właściwego ustawienia kolb przed rozpoczęciem mechanicznego odcinania ziarna. Nakłady energii ponoszone na obróbkę kolb wynosiły 5,2 $\text{kWh}\cdot\text{t}^{-1}$.

F e i b e r t i S h o c k (6) na podstawie eksperymentu przeprowadzonego na 32 odmianach kukurydzy cukrowej stwierdzili, że na stopień odcięcia ziarna mają zdecydowany wpływ właściwości morfologiczne kolb – w zależności od odmiany wy-

nosił on od 35 do 55%. Zależność tę potwierdziły przeprowadzone badania własne (14, 15, 17). W przypadku badanej odmiany Candle, której kolby charakteryzowały się regularnym i walcowym kształtem, stopień odcięcia ziarna wynosił około 60%.

Ze wzrostem prędkości obrotowej głowicy tnącej następowało zwiększenie zarówno ilości pozyskiwanego ziarna o około 7%, jak też jego długości o ponad 25%. Przy większych prędkościach głowicy nożowej odcięte ziarna były dłuższe, a tym samym ich jakość wzrastała ze względu na znaczny udział części zarodka.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zmechanizowana technologia produkcji kukurydzy cukrowej wymaga ponoszenia znacznych nakładów pracy na uprawę gleby i obróbkę kolb oraz nakładów energii mechanicznej na uprawę gleby oraz zbiór kolb. W celu zwiększenia ilości i polepszenia jakości odcinanego ziarna kukurydzy wskazane jest stosowanie większych prędkości obrotowych głowicy nożowej obcinarki. Nie wiąże się to z wyraźnym wzrostem nakładów pracy i energii elektrycznej.

WNIOSKI

1. Nakłady pracy w zmechanizowanej technologii produkcji kukurydzy cukrowej wynosiły około $35 \text{ rbh}\cdot\text{ha}^{-1}$, z czego 34% przypadało na obróbkę kolb, 28% na uprawę gleby, 13% na nawożenie z ochroną roślin, 12% na zbiór kolb, 6% na siew nasion i 7% na transport kolb.

2. W badanej technologii produkcji najwyższe nakłady energii mechanicznej ponoszono na uprawę gleby i zbiór kolb. W przypadku uprawy wynosiły one około $341 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (37% ogólnych nakładów), natomiast dla zbioru kolb – około $285 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (31% nakładów). Pozostała część nakładów przypadała na nawożenie z ochroną roślin (12%), transport kolb (8%), obróbkę kolb (7%) i siew nasion (ok. 5%).

3. Na długość odcinanego ziarna kukurydzy cukrowej duży wpływ wywierała prędkość obrotowa głowicy nożowej. Ze wzrostem prędkości od $167,5$ do $301,2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ zmniejszył się udział ziarna o długości poniżej 4 mm o 11% oraz ziarna o długości 4–8 mm o 14%, natomiast zwiększył się udział ziarna o długości powyżej 8 mm o ponad 25%.

4. Jakość odcinanego ziarna kukurydzy cukrowej w znacznym stopniu zależała od prędkości obrotowej głowicy nożowej. Wzrost prędkości od $167,5$ do $301,2 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ spowodował spadek łącznej ilości odciętego ziarna gorszej jakości z 20% do 7,5%.

LITERATURA

1. Barnes H.: Growers are sweet on new corn picker. *Citrus and Veget. Mag.*, 1997, 61(6): 40-41.
2. Brecht J. K.: Fresh cut sweet corn kernels. *Citrus and Veget. Mag.*, 1998, 63(7): 36-37.
3. Brown S. J., Batty J.C.: Energy allocation in the food system: A microscale view. *Trans. of the ASAE*, 1976, 199(4): 758-761.

4. Car tea M. E., Malvar R. A.: Identification of field corn populations to improve sweet corn for Atlantic European Conditions. *Crop Sci.*, 1996, 36: 1506-1512.
5. Dubas A.: Znaczenie gospodarcze kukurydzy cukrowej i możliwości jej uprawy w Polsce. *Kukurydza – Wyd. spec. – Kukurydza cukrowa*, 1996, 2(7): 5-6.
6. Feibert E., Shocck F.: Supersweet corn and sweet corn variety evaluations. Malheur Experiment Station, Oregon State University Ontario, Oregon, 1996.
7. Govindasamy R., Samulis R. J., Brumfield R. G.: Production and marketing of sweet corn in New Jersey: Past and the present. *Acta Hort.*, 1996, 429: 205-211.
8. Jaremek M.: Uwarunkowania agrotechniczne i technologiczne produkcji ziarna kukurydzy cukrowej w Polsce. Praca magisterska, Kat. Maszyn. Rol. WIP, AR Lublin, 2003.
9. Juma g u ł o w G.: Sacharna kukuza. *Kukuza i sorgo*, 1999, 3: 19-21.
10. Kunicki E.: Uprawa kukurydzy cukrowej. Wyd. Plantpress, Kraków, 2003.
11. Michalski T.: Koszty i opłacalność uprawy kukurydzy cukrowej. *Kukurydza – Wyd. spec. – Kukurydza cukrowa*, 1996, 2(7): 21-22.
12. Niedziółka I., Szymaneck M.: Ocena technologii produkcji kolb kukurydzy cukrowej. *Inż. Rol.*, 2001, 9(29): 193-200.
13. Niedziółka I., Szymaneck M.: Wpływ warunków zbioru i przechowywania na jakość kolb kukurydzy cukrowej. *Kukurydza*, 2002, 2(20): 51-52.
14. Niedziółka I., Szymaneck M., Rybczyński R.: Metodyczne aspekty procesu cięcia ziarna kukurydzy cukrowej. *Acta Agrophys.*, 2003, 83(2): 131-139.
15. Niedziółka I., Szymaneck M., Rybczyński R.: Technologia produkcji kukurydzy cukrowej. *Acta Agrophys.*, Wyd. IA PAN Lublin, Rozprawy i Monografie, 114, 2004, 8.
16. Nowak J., Niedziółka I., Szymaneck M.: Kombajny do zbioru kukurydzy cukrowej. *Rol. Prz. Tech.*, 2001, 7/8: 24.
17. Szymaneck M.: Analiza właściwości mechanicznych ziarna kukurydzy cukrowej oraz procesu jego oddzielania od rdzeni kolb. Rozprawa doktorska, Kat. Maszyn. Rol. WIP, AR Lublin, 2004.
18. Walińska H., Dubas A., Swulińska-Katulska A.: *Kukurydza cukrowa*. Wyd. Multum, Poznań, 1998.
19. Walińska H.: Produkcja i wykorzystanie kukurydzy cukrowej. *Wiś Jutra*, 2001, 6(35): 9-11.
20. Warzecha R.: *Kukurydza cukrowa*. Agro Serwis, 2003, 15(272): 14-15.
21. Wize A.: Superślodka dla supermarketów. *Hasło Ogrodnicze*, 1998, 6: 40-42.

ATTEMPT TO ASSESS A SWEET MAIZE PRODUCTION TECHNOLOGY
THAT INVOLVES THE USE OF COMBINE HARVESTING OF COBS AND MECHANICAL
KERNEL SEPARATION

Summary

The dynamic growth of sweet maize cultivation for processing results in the replacement of manual cob harvesting with a combine one. It enables higher work efficiency and obtaining cobs at the optimum ripeness level, which is especially significant for sweet maize. Moreover a good quality of the separated kernel is required, for example its smooth surface and equal length, no mechanical damage, and small losses of mass and nutrients. Sweet maize cobs of cv. Candle were harvested with Bourgoin combine at the late milk-ripe stage and then processed mechanically by leafing and grain separation. The kernels were cut off by a cutter at variable angular speed of the cutting head in the range from 167.5 to 301.2 rad·s⁻¹ and at constant linear speed of the cob feeder - 0.31 m·s⁻¹. The quality of the separated kernel was analysed by the measurement of its length and the condition of the cut-off surface. For the sake of comparison, the kernel was divided into three length classes: class I – kernels longer than 8 mm, class II – between 4 and 8 mm, class III – shorter than 4 mm. Kernel with mass losses was classified as lower quality. The presented results concern work and energy consumption in the technology of sweet maize

production and quality of the kernel separated from cob cores. Work consumption at the combine cob harvesting was the highest for the post-harvest processing of cobs ($11.8 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$) and accounted for 34% of the total consumption whereas for the soil cultivation ($9.6 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$) – 28%. Energy consumption for soil cultivation was on the level of $341 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (37% of the total consumption) and for the combine cobs harvesting – $285 \text{ kWh}\cdot\text{ha}^{-1}$ (31% of the total consumption). The higher cutting head's speed, the larger length of the separated kernel, that increased by 26% in class I and dropped by 14% in class II and by 11% in class III. Whereas the proportion of worse quality kernel dropped in class I by 5% and in class II by 7%; in class III it didn't change.

Praca wpłynęła do Redakcji 11 I 2005 r.