

Wpłynęło 22.10.2016 r.
Zrecenzowano 26.11.2016 r.
Zaakceptowano 04.02.2016 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Analiza kosztów zbioru kukurydzy na kiszonce

Bronisław Franciszek PUCZEL ^{ABCDEF}

Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie

Do cytowania For citation: Puczel B. F. 2016. Analiza kosztów zbioru kukurydzy na kiszonce. Problemy Inżynierii Rolniczej. Z. 2 (92) s. 17–26.

Streszczenie

W pracy przedstawiono analizę kosztów zbioru kukurydzy przeznaczonej na kiszonce z użyciem zawieszanej ciągnikowej siewkarni dwurzędowej MC 90S TWIN firmy Kuhn (technologia I) i siewkarni samojezdnej Jaguar 930 firmy Claas (technologia II). Badania obejmowały zabiegi koszenia i transport pociętej kukurydzy do gospodarstwa rolnego. Do transportu pociętej kukurydzy w technologii z siewkarnią ciągnikową zastosowano zestaw ciągnik z przyczepą objętościową o pojemności 20 m³, w technologii z siewkarnią samojezdną – ciągnik z przyczepą objętościową o pojemności 40 m³. Przyjęto następujące wydajności maszyn: siewkarnia ciągnikowa – 0,9 ha·h⁻¹, zestaw transportowy – 0,45 ha·h⁻¹, siewkarnia samojezdna – 2,7 ha·h⁻¹, zestaw transportowy – 1,35 ha·h⁻¹. Godzinowe oraz jednostkowe zużycie paliwa wyniosło: w technologii I – 18,22 dm³·h⁻¹ oraz 29,02 dm³·ha⁻¹, w technologii II – 59,8 dm³·h⁻¹ oraz 26,85 dm³·ha⁻¹. Godzinowe koszty eksploatacji zestawów wyniosły odpowiednio: technologia I – 194,66 zł·h⁻¹, technologia II – 457,39 zł·h⁻¹, natomiast jednostkowe koszty eksploatacji zestawów w technologii I – 334,23 zł·ha⁻¹, w technologii II – 218,31 zł·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: kukurydza pastewna, zbiór kukurydzy, siewkarnia połowa, transport siewki, koszty zbioru

Wstęp

Doskonalenie technologii produkcji kukurydzy jest zagadnieniem ciągle aktualnym z uwagi na duży areal uprawy tej rośliny zarówno na świecie, jak i w Polsce oraz szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, paszowym, a także wykorzystanie do celów energetycznych [MARKOWSKI i in. 2012; NIEDZIÓŁKA i in. 2006; WALIGÓRA, SKRZYPCZAK 2009; ZAREMBA 1985].

Kukurydza uprawiana jest na: ziarno konsumpcyjne, paszowe, kiszonki z całych roślin, kiszonki LKS (rozdrobione kolby kukurydzy – zbiór tuż pod linią kolb), kiszonki CCM (zbiór wilgotnych kolb z usunięciem liści okrywowych i rozdrobnienie), substrat do

gorzelni i produkcji bioetanolu, substrat do biogazowni rolniczych [ANISHIN 2015; SZLACHTA, TUPIEKA 2013].

W technologii uprawy kukurydzy można zaobserwować następujące trendy: zastępowanie orki uprawą uproszczoną, łączenie zabiegów uprawy przedsiębiernej i siewu nasion, siew w glebę nieuprawioną, mechaniczna walka z chwastami, zbiór siewczkarniami ciągnikowymi i samojezdnymi, zakiszanie w belach i rękawach foliowych.

Asortyment maszyn do zbioru kukurydzy na kiszonkę jest szeroki (siewczkarnie jedno- i wielorzędowe, pracujące ukośnie do kierunku rzędów) i dostosowany do ciągników znajdujących się w gospodarstwach rolnych.

Powierzchnia zasiewów kukurydzy na ziarno w świecie w 2012 r. wynosiła 177 380 tys. ha, a średni plon $4,92 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast plony osiągane w poszczególnych krajach różniły się znacznie od $1,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w Nigerii do $10,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w Hiszpanii (tab. 1).

Tabela 1. Plony ziarna kukurydzy w wybranych krajach świata

Table 1. Maize grain yields in selected countries of the world

Kraj Country	Plon Yield [$\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	Kraj Country	Plon Yield [$\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$]
Nigeria Nigeria	1,8	Etiopia Ethiopia	3,1
Węgry Hungary	4,0	Pakistan Pakistan	4,3
Indonezja Indonesia	4,9	Chiny China	6,0
Turcja Turkey	7,4	Egipt Egypt	7,8
Włochy Italy	8,4	Niemcy Germany	9,8
Indie India	2,5	Meksyk Mexico	3,2
Rosja Russia	4,2	Ukraina Ukraine	4,8
Brazylia Brazil	5,0	Polska Poland	7,4
USA	7,7	Kanada Canada	8,4
Francja France	9,1	Hiszpania Spain	10,9

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [2014].

Source: own elaboration based on Central Statistical Office data [GUS 2014].

Powierzchnia zasiewów kukurydzy cukrowej na świecie [NIEDZIÓŁKA i in. 2006; WALLIGURA, SKRZYPCZAK 2009] jest niewielka i szacowana jest następująco: USA 300 000 ha, Australia 40 000 ha, Francja 25 000 ha, Węgry 24 000 ha, Niemcy 7000 ha, Izrael 4400 ha, Włochy 3800 ha, Polska 3500 ha, Hiszpania 3000 ha.

W 2013 r. areał uprawy kukurydzy na ziarno w Polsce, według „Rocznika statystycznego rolnictwa 2014” wynosił 614 tys. ha, w tym w gospodarstwach indywidualnych 500 tys. ha, natomiast areał uprawy kukurydzy na kiszonkę – 462 tys. ha, w tym w gospodarstwach indywidualnych – 406 tys. ha.

W 2013 r. rozpoczęto badania odmian kukurydzy kiszonkowej w celu stworzenia Listy Odmian Zalecanych (LOZ) do uprawy w województwie podlaskim [GAZDA 2013; 2014]. Doświadczenia z uprawą kukurydzy, objętej systemem Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego (PDOiR), założono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian (SDOO) w Krzyżewie, Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian (ZDOO) w Łyskach i Podlaskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego (PODR)

w Szepietowie. Badano 13 odmian kukurydzy kiszonkowej: ES Bombastic, ES Albatros, ES Convent, Drim, NK Cooler, Ambrosini, KWS 5133 ECO, Touran, Kosmo, Smolan, Rataj, Lokata, Kadryl.

Celem badań była analiza kosztów zbioru kukurydzy przeznaczonej na kiszonkę z użyciem sieczkarni ciągnikowej i samojezdnej. Zakres pracy obejmował zabiegi koszenia i transportu pociętej kukurydzy do gospodarstwa rolnego.

Metody badań

Do badań wytypowano dwa zestawy maszyn, w technologii I – ciągnik z zawieszoną sieczkarnią i ciągnik w z przyczepą objętościową, w technologii II – sieczkarnia samojezdna i ciągnik z przyczepą objętościową. Zebrana kukurydza transportowana była z pól do gospodarstw rolnych z odległości od pól wynoszących 1 i 2 km. Wydajności maszyn ustalono na podstawie ochronometraży czasu pracy, przejazdów oraz prędkości roboczej i transportowej z pominięciem przestojów wynikłych z przyczyn obiektywnych. Plantacje kukurydzy były zlokalizowane na polach o glebie bielicznej, o wilgotności bezwzględnej od 12 do 15%. Do badań użyto dwóch odmian kukurydzy przeznaczonych do uprawy na kiszonkę w rejonie województwa podlaskiego.

W uprawie kukurydzy na kiszonkę – uprawa podstawowa, uprawa przedsiewna, uprawa uproszczona, nawożenie mineralne, siew i pielęgnacja – wykonywane były maszynami podobnymi, jak w technologii uprawy kukurydzy na ziarno.

Analizę kosztów badanych zestawów maszyn do zbioru i transportu kukurydzy oparto na metodach liczenia kosztów, przyjętych w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym [MUZALEWSKI 2010; WÓJCICKI 2000; 2007]. Zgodnie z tymi metodami koszt wykonania określonego zabiegu jest sumą następujących kosztów składowych:

$$K = K_{utr} + K_{uż} + K_c + K_{ot} + K_r \quad (1)$$

gdzie:

K_{utr} = koszt utrzymania maszyny [zł];

$K_{uż}$ = koszt użytkowania maszyny [zł];

K_c = koszt eksploatacji ciągnika współpracującego z maszyną [zł];

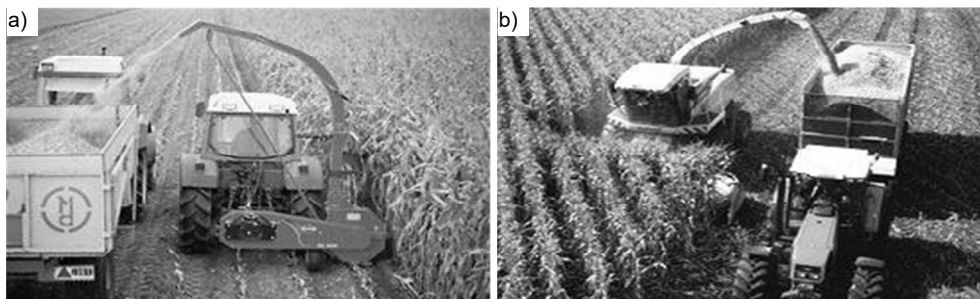
K_{ot} = koszt obsługi transportowej [zł];

K_r = koszt robocizny [zł].

Przebieg i wyniki badań

Do zbioru plonu są wykorzystywane różnego typu sieczkarnie z załadunkiem pociętej zielonki na przyczepy transportowe przyczepiane do sieczkarni lub przyczepy ciągnione obok przez drugi ciągnik [Euralis Semences 2015; KAMIŃSKI i in. 2015; MUZALEWSKI 2008]. Przykładowe zestawy maszyn zamieszczono na zdjęciach 1a, b, c.

Zakiszanie kukurydzy zebranej sieczkarniami może odbywać się różnymi metodami. Tradycyjny sposób to formowanie przyzmi kiszonkowych na specjalnych placach utwardzonych ze studzienkami na soki kiszonkowe. Drugi, obecnie rozpowszechniany sposób, to zakiszanie w specjalnych rękawach foliowych [CHLEBOWSKI i in. 2006; GACH, KOWALSKI 2010]. Do tej technologii produkowane są specjalne maszyny (fot. 1c).



<http://www.kuhn.com.pl/internet/webpl.nsf/0/C12573D300301421C12575760047084F?OpenDocument>

http://pl.wikipedia.org/wiki/Sieczkarnia_samojezdna



<http://bagpolska.pl/usluga/zakiszanie-rekawy-foliowe/>

Fot. 1. Maszyny do zbioru kukurydzy na kiszonkę: a) sieczkarnia ciągnikowa do kukurydzy firmy Kuhn, b) sieczkarnia samojezdna firmy Claas, c) przyczepa transportowa i prasa silosowa z rękawem foliowym

Photo 1. Maize harvesting machines for silage: a) Kuhn tractor forage harvester, b) Claas self-propelled forage harvester, c) transport trailer and the silo press with a plastic silage bag

Zależnie od rodzaju zielonki lub ziarna, proponowane jest wykorzystanie rękawów foliowych o średnicy od 1,2 do 3,0 m i pojemności od 50 do 300 t.

Badaniami objęto następujące zestawy samojezdnych i ciągnikowych agregatów maszynowych: jednorzędowa zawieszana sieczkarnia ciągnikowa do kukurydzy firmy Kuhn, współpracująca z ciągnikiem klasy 14 kN, ciągnik klasy 14 kN z przyczepą objętościową 20 m³, sieczkarnia samojezdna firmy Claas, ciągnik klasy 20 kN współpracujący z przyczepą objętościową 40 m³. Ogólną charakterystykę techniczną ciągników podano w tabeli 2.

Dane techniczne dwurzędowej zawieszanej sieczkarni do kukurydzy MC 90S TWIN firmy Kuhn są następujące: wymiary (długość, szerokość, wysokość) 2090/2950/3550 mm, masa własna 550 kg, opony 16,5/6,5-84PR, typ zawieszenia kat. II, zapotrzebowanie na moc min./max. 40–88/55–120 kW/KM. Wydajność eksploatacyjna W_{07} wynosiła 0,9 ha·h⁻¹, cena sieczkarni – 50 000 zł.

Dane techniczne sieczkarni samojezdnej Jaguar 930 firmy Claas są następujące: silnik wysokoprężny 6-cylindrowy o pojemności skokowej 12,8 dm³, mocy znamiono-

Tabela 2. Ogólna charakterystyka techniczna ciągników rolniczych
Table 2. General technical characteristics of agricultural tractors

Typ ciągnika Tractor make	Masa całkowita Total weight [kg]	Moc silnika Engine power [kW/KM]	Rozmiar ogumienia (przód/tył) Tyre size (front/rear)	Zużycie paliwa Fuel consumption [dm ³ ·h ⁻¹]	Cena ciągnika Tractor price [zł]
Ursus 380M	3 370	55,5/75	12,2R24; 16,9R30	8,32	200 000
John Deere 5090R	3 700	66/98	380/70R24; 480/70R34	9,90	250 000
Ursus 1224	4 970	84,8/120	14,9 24/18,4-34	12,70	300 000

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

nowej 303/412 kW/KM, masa własna 11 440 kg, wymiary (długość/szerokość/wysokość) 6535/2845/3783 mm, zbiornik paliwa o pojemności 1000 dm³. Wydajność W_{07} wynosiła 2,7 ha·h⁻¹, zużycie paliwa – 47,1 dm³·h⁻¹, cena siewczarni – 200 000 zł.

Do odbierania masy od siewczarni zastosowano dwa typy przyczep objętościowych: w gospodarstwach małych do 100 ha użytków rolnych – o pojemności skrzyni ładunkowej 20 m³ (15 t) i w gospodarstwach dużych ponad 100 ha użytków rolnych – o pojemności skrzyni ładunkowej 40 m³ (30 t).

Przyczepę objętościową Metaltech DB 14000 (fot. 2a), charakteryzują następujące dane techniczne: dopuszczalna masa całkowita 20 000 kg, masa własna 5 000 kg, ładowność 15 000 kg, pojemność skrzyni ładunkowej z jedną nadstawką 20 m³ (z dwiema nadstawkami 30 m³), wymiary (długość/szerokość/wysokość) 5000/2420/1600 mm, rozmiar ogumienia 385/65 R22,5, zapotrzebowanie na moc 66/98 kW/KM. Wydajność eksploatacyjna W_{07} wynosiła 0,45 ha·h⁻¹, cena przyczepy – 50 000 zł.

Przyczepę objętościową Pronar T-400 (fot. 2b), charakteryzują następujące dane techniczne: dopuszczalna masa całkowita 37 450 kg, masa własna 7450 kg, ładowność 30 000 kg, pojemność skrzyni ładunkowej 40 m³, wymiary (długość/szerokość/wysokość) 10100/2900/3950 mm, ogumienie 700/50-26,5, zapotrzebowanie na moc 118/160 kW/KM. Wydajność W_{07} wynosiła 1,35 ha·h⁻¹, cena przyczepy – 75 000 zł.

Dane do obliczeń, koszty roczne i godzinowe użytkowania maszyn, jednostkowe koszty użytkowania maszyn, dla badanych technologii zbioru kukurydzy zamieszczono w tabelach 3. i 4.

a)



<http://www.metaltech.com.pl/files/gallery/fotob-583.jpg>

b)



<http://pronar.pl/towary/objetosciowe/>

Fot. 2. Przyczepy objętościowe: a) Metaltech DB 14000, b) Pronar T-400
Photo 2. Volume trailers: a) Metaltech DB 14000, b) Pronar T-400

Tabela 3. Wyniki obliczeń dla zestawu maszyn stosowanych w technologii I
Table 3. The results of calculations for a set of machines used in technology I

Wyszczególnienie Specification		Symbol	Dane do obliczeń Data for the calculation				Koszenie Cutting		Transport	
			T	Ursus 380M	Kuhn MC 90S TWIN	John Deere 5090R	Metaltech DB 14000			
Przewidywany okres użytkowania [lata] The estimated useful life [years]		T	20	15	20	20				
Potencjał eksploatacyjny [h] Exploitation potential [h]		T_h	12 000	6 000	12 000	6 000				
Czas użytkowania w roku [h] Year lifetime [h]		W_r	600	400	600	300				
Cena zakupu maszyny [zł] The purchase price of the machine [PLN]		C_m	200 000	50 000	250 000	50 000				
Powierzchnia użytkowa garażu [m ²] Usable surface of garage [m ²]		P_u	8,38	4,70	7,39	24,74				
Jednostkowy koszt eksploatacji garażu [zł·m ⁻²] Unit cost of garage operating [PLN·m ⁻²]		K_g	30,00	30,00	30,00	30,00				
Koszt konserwacji [zł·rok ⁻¹] The cost of maintenance [PLN·year ⁻¹] 0,04% C_m		K_k	80,00	20,00	100,00	20,00				
Koszt ubezpieczenia [zł·rok ⁻¹] The cost of insurance [PLN·year ⁻¹]		U	100,00	80,00	100,00	80,00				
Wskaźnik kosztów napraw w okresie użytkowania [%] Indicator repair costs in the period of use [%]		K_n	90	90	90	90				
Cena paliwa [zł·l ⁻¹] Fuel price [PLN·l ⁻¹]		C_p	4,50	–	4,50	–				
Zużycie paliwa [l·ha ⁻¹] Fuel consumption [l·ha ⁻¹]		Z_p	8,32	–	9,9	–				
Wydajność eksploatacyjna [ha·h ⁻¹] Operational performance [ha·h ⁻¹]		W_{07}	–	0,90	–	0,45				
Koszty użytkowania maszyny The costs of operating machine										
Koszt amortyzacji [zł·rok ⁻¹] Amortization cost [PLN·year ⁻¹]		K_a	10 000,00	3 333,33	12 500,00	2 500,00				
Koszt przechowywania i konserwacji [zł·rok ⁻¹] The cost of storage and maintenance [PLN·year ⁻¹]		K_p	331,34	161,12	321,60	762,05				
Koszt ubezpieczenia [zł·rok ⁻¹] The cost of insurance [PLN·year ⁻¹]		K_{ub}	100,00	80,00	100,00	80,00				
Razem koszt utrzymania [zł·rok ⁻¹] Total cost of maintenance [PLN·year ⁻¹]		K_{utr}	10 431,34	3 574,45	12 921,60	3 342,05				
Jednostkowy koszt utrzymania [zł·h ⁻¹] Unit cost of maintenance [PLN·h ⁻¹]		K_{utrzym}	17,39	8,94	21,54	11,14				
Jednostkowe koszty użytkowania maszyny Unit costs of operating the machine										
Koszt napraw [zł·h ⁻¹] The cost of repairing [PLN·h ⁻¹]		k_{np}	15,00	7,50	18,75	7,50				
Koszt paliwa i smarów [zł·h ⁻¹] The cost of fuel and lubricants [PLN·h ⁻¹]		k_{ps}	39,69	–	47,22	–				
Razem koszty użytkowania [zł·h ⁻¹] Total operating costs [PLN·h ⁻¹]		k_{uz}	54,69	7,50	65,97	7,50				
Jednostkowe koszty eksploatacji [zł·h ⁻¹] Unit operating costs [PLN·h ⁻¹]		k_e	72,07	16,44	87,51	18,64				
Koszty eksploatacji zestawu [zł·h ⁻¹] The costs of operating the set [PLN·h ⁻¹]		K	88,51		106,15					
Jednostkowe koszty eksploatacji zestawu [zł·ha ⁻¹] Unit costs of operating the set [PLN·ha ⁻¹]		k	98,34		235,89					

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 4. Wyniki obliczeń dla zestawu maszyn stosowanych w technologii II
Table 4. The results of calculations for a set of machines used in technology II

Wyszczególnienie Spcification		Symbol	Koszenie Cutting	Transport
Dane do obliczeń Data for the calculation			Claas Jaguar 930	Ursus 1224
Pronar T400				
Przewidywany okres użytkowania [lata]	The estimated useful life [years]	T	10	20
Potencjał eksploatacyjny [h]	Exploitation potential [h]	T_h	4 000	12 000
Czas użytkowania w roku [h]	Year lifetime [h]	W_r	400	600
Cena zakupu maszyny [zł]	The purchase price of the machine [PLN]	C_m	200 000	300 000
Powierzchnia użytkowa garażu [m^2]	Usable surface of garage [m^2]	P_u	16,13	10,42
Jednostkowy koszt eksploatacji garażu [$zł \cdot m^{-2}$]	Unit cost of garage operating [PLN· m^{-2}]	K_g	30,00	30,00
Koszt konserwacji [$zł \cdot rok^{-1}$]	The cost of maintenance [PLN· $year^{-1}$]	K_k	80,00	120,00
Koszt ubezpieczenia [$zł \cdot rok^{-1}$]	The cost of insurance [PLN· $year^{-1}$]	U	100,00	100,00
Wskaźnik kosztów napraw w okresie użytkowania [%]	Indicator repair costs in the period of use [%]	K_r	90	90
Cena paliwa [$zł \cdot l^{-1}$]	Fuel price [PLN· l^{-1}]	C_p	4,50	4,50
Zużycie paliwa [$l \cdot ha^{-1}$]	Fuel consumption [$l \cdot ha^{-1}$]	Z_p	47,1	12,7
Wydajność eksploatacyjna [$ha \cdot h^{-1}$]	Operational performance [$ha \cdot h^{-1}$]	W_{07}	2,70	–
Koszty użytkowania maszyny The costs of operating machine				
Koszt amortyzacji [$zł \cdot rok^{-1}$]	Amortization cost [PLN· $year^{-1}$]	K_a	20 000	15 000
Koszt przechowywania i konserwacji [$zł \cdot rok^{-1}$]	The cost of storage and maintenance [PLN· $year^{-1}$]	K_o	563,90	432,58
Koszt ubezpieczenia [$zł \cdot rok^{-1}$]	The cost of insurance [PLN· $year^{-1}$]	K_{ub}	100,00	100,00
Razem koszt utrzymania [$zł \cdot rok^{-1}$]	Total cost of maintenance [PLN· $year^{-1}$]	K_{utr}	20 663,90	15 532,58
Jednostkowy koszt utrzymania [$zł \cdot h^{-1}$]	Unit cost of maintenance [PLN· h^{-1}]	K_{utrzym}	51,66	25,89
Jednostkowe koszty użytkowania maszyny Unit costs of operating the machine				
Koszt napraw [$zł \cdot h^{-1}$]	The cost of repairing [PLN· h^{-1}]	k_{np}	45,00	22,50
Koszt paliwa i smarów [$zł \cdot h^{-1}$]	The cost of fuel and lubricants [PLN· h^{-1}]	k_{ps}	224,67	60,58
Razem koszty użytkowania [$zł \cdot h^{-1}$]	Total operating costs [PLN· h^{-1}]	k_{uz}	269,67	83,08
Jednostkowe koszty eksploatacji [$zł \cdot h^{-1}$]	Unit operating costs [PLN· h^{-1}]	k_e	325,33	108,97
Koszty eksploatacji zestawu [$zł \cdot h^{-1}$]	The costs of operating the set [PLN· h^{-1}]	K	325,33	132,06
Jednostkowe koszty eksploatacji zestawu [$zł \cdot ha^{-1}$]	Unit costs of operating the set [PLN· ha^{-1}]	k	120,49	97,82

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

W sezonie agrotechnicznym obejmującym 400 godzin pracy maszyn areał plantacji kukurydzy możliwy do zbioru wynosi w technologii I 360 ha, w technologii II – 1080 ha.

Wydajność maszyn zastosowanych w technologii I wynosiła: sieczkarnia ciągnikowa Kuhn MC 908 TWIN – $0,9 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$, dwa zestawy transportowe ciągnik John Deere 5090R i przyczepa objętościowa DB 20000 o wydajności zestawu transportowego $0,45 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Wydajność maszyn zastosowanych w technologii II wynosiła: sieczkarnia samojezdna Claas Jaguar 930 – $2,7 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$, dwa zestawy transportowe ciągnik Ursus 1224 i przyczepa Pronar T 400 o wydajności zestawu transportowego $1,35 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

Godzinowe oraz jednostkowe zużycie paliwa wynosiło w technologii I – $18,22 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($29,02 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), w technologii II – $59,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($26,85 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Łączna cena maszyn użytych w technologii I wynosiła 850 tys. zł, natomiast w technologii II – 950 tys. zł.

Godzinowe koszty eksploatacji zestawów wynosiły odpowiednio: zestaw I – $194,66 \text{ zł} \cdot \text{h}^{-1}$, zestaw II – $457,39 \text{ zł} \cdot \text{h}^{-1}$, natomiast jednostkowe koszty eksploatacji zestawów wynosiły: zestaw I – $334,23 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$, zestaw II – $218,31 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Wnioski

1. Doskonalenie maszyn i technologii uprawy kukurydzy jest zagadnieniem ciągle aktualnym z uwagi na duży areał uprawy tej rośliny zarówno na świecie, jak i w Polsce oraz szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, paszowym, przetwórstwie, a także wykorzystanie do celów energetycznych.
2. W zależności od warunków glebowo-klimatycznych oraz stosowanych odmian i technologii uprawy plony masy zielonej dochodzą do $150 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Zbiór jest w pełni zmechanizowany, a stosowane sposoby zakiszania odpowiadają warunkom klimatycznym regionu i zapewniają wysoką jakość kiszonki.
3. Z uwagi na wydajność godzinową i sezonową oraz koszty zbioru i transportu technologia II jest bardziej efektywna (koszty jednostkowe są o ok. 30% niższe).
4. Technologię I można zalecać do uprawy kukurydzy na powierzchni do 300 ha, natomiast technologię II do 1000 ha.

Bibliografia

- ANISHIN L. 2015. Urozhaj kukuruzy zavisit ot urovnja uchoda za posevami [The yield of maize depends on the level of crop protection] [online]. Agrosursy. Institut Genetiki i Microbiologii Nacionalnoj Akademii Agrarnych Nauk Ukrainy. [Dostęp 2.03.2015]. Dostępny w Internecie: <http://agrosev.narod.ru/page149itemid2685number87.htm>
- CHLEBOWSKI J., GACH S., KOWALSKI P. 2006. Analiza możliwości zakiszania surowców roślinnych w rękawach foliowych [Analysis of the possibility of silage plant materials in plastic silage bags]. Technika Rolnicza Ogrodnicza i Leśna. Nr 9–10 s. 16–20.
- Euralis Semences. 2015. Poradnik uprawy kukurydzy [Guide to maize production] [online]. [Dostęp 02.03.2015]. Dostępny w Internecie: <http://www.euralis.pl>

GACH S., KOWALSKI P. 2010. Nakłady materiałowe i koszty zbioru oraz zakiszania kukurydzy z zastosowaniem różnych technologii [Material inputs and costs of green maize harvesting and ensiling with the use of various technologies]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 2 (68) s. 41–50.

GAZDA W. 2013. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych i rolniczych zbóż, grochu siewnego, kukurydzy, ziemniaków [Results of the varietal and agricultural experiences of cereals, pea, maize, potatoes]. *Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie* ss. 115.

GAZDA W. 2014. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych i rolniczych zbóż, grochu siewnego, kukurydzy, ziemniaków [Results of the varietal and agricultural experiences of cereals, pea, maize, potatoes]. *Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie* ss. 96.

GUS 2014. *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej* [Statistical yearbook of Poland]. Warszawa. ISSN 1506-0632 ss. 827.

KAMIŃSKI J. R., KRUK I. S., SZEPTYCKI A. 2015. Ciągnikowe agregaty maszynowe w nowoczesnym rolnictwie [Tractor units machine in modern agriculture]. *Inżynieria w Rolnictwie. Monografie*. Nr 18 ss. 133.

MARKOWSKI P., CEJMAN K., RAWA T., KALINIEWICZ Z., LIPIŃSKI A. J. 2012. Wpływ gęstości i prędkości siewu na rozmieszczenie nasion kukurydzy wysiewanych pneumatycznym siewnikiem precyzyjnym [Influence of density and velocity of sowing on distribution of corn seeds sown with a pneumatic precision sieve]. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4 (139) s. 235–245.

MUZALEWSKI A. 2008. *Zasady doboru maszyn rolniczych* [Rules for selection of agricultural machinery]. Warszawa. IBMER. ISBN 98-83-89806-21-5 ss. 92.

MUZALEWSKI A. 2010. *Koszty eksploatacji maszyn* [Operating machine costs]. Nr 25. Warszawa–Falenty. ITP. ISBN 978-83-62416-05-9 ss. 56.

NIEDZIÓŁKA I., SZYMANEK M., TANAŚ W. 2006. Wyposażenie techniczne i stosowane w kraju technologie zbioru kukurydzy cukrowej [Technical equipment and technologies used in the country of harvest corn]. *MOTROL*. Nr 8 s. 149–155.

SZLACHTA J., TUPIEKA M. 2013. Analiza opłacalności produkcji kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę jako substratu do biogazowni [Analysis of the profitability of the production of corn for silage as a substrate for biogas plants]. *Inżynieria Rolnicza*. Z. 3 (145) s. 375–386.

WALIGÓRA H., SKRZYPCZAK W. 2009. Plonowanie odmian kukurydzy cukrowej typu sh2 [Yielding of sh2 sugar maize varieties]. *Biuletyn Informacyjny Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. Nr 253 s. 245–250.

WÓJCICKI Z. 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo energetyczne w rozwijających gospodarstwach rolniczych [Technical equipment and material and energy expenditure in developing farms]. Warszawa. IBMER. ISBN 8386264-62-4 ss. 139.

WÓJCICKI Z. 2007. Wpływ wyposażenia technicznego na efekty działalności gospodarstwa rodzinnego [Influence of technical equipment on the results of family farm activities]. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 (57) s. 5–12.

ZAREMBA W. 1985. *Ekonomika i organizacja mechanizacji rolnictwa* [Economics and organization of agricultural mechanization]. Warszawa. PWRiL. ISBN 83-09-00861-9 ss. 320.

Bronisław Franciszek Puczel

A COST ANALYSIS OF MAIZE HARVESTING FOR SILAGE

Summary

The paper presents an analysis of the costs of maize harvesting for silage with a suspended the tractor double-breasted forage harvester Kuhn MC 90S TWIN (technology I) and self-propelled forage harvester Claas Jaguar 930 (technology II). The research included cutting treatments and transport of cut maize to the farm. For the transport of cut maize in the tractor forage harvester technology used a set of tractor with trailer with 20 m³ loading volume, in the self-propelled forage harvester technology tractor with trailer with 40 m³ loading volume. Adopted the following efficiency of a machines: tractor forage harvester 0.9 ha·h⁻¹, transport set 0.45 ha·h⁻¹, self-propelled forage harvester 2.7 ha·h⁻¹, transport set 1.35 ha·h⁻¹. Hourly and specific fuel consumption amounted to: in technology I – 18.22 dm³·h⁻¹ and 29.02 dm³·ha⁻¹, in technology II – 59.8 dm³·h⁻¹ and 26.85 dm³·ha⁻¹. Hourly operating costs of machine sets respectively amounted to: technology I – 194.66 PLN·h⁻¹, technology II – 457.39 PLN·h⁻¹, while unit operating costs of sets in technology I – 334.23 PLN·ha⁻¹, in technology II – 218.31 PLN·ha⁻¹.

Key words: fodder maize, maize harvesting, forage harvester, chopped maize transport, harvesting costs

Adres do korespondencji:

mgr inż. Bronisław Franciszek Puczel
Centralny Ośrodek Badań Odmian Roślin Uprawnych
Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie
Krzyżewo 26, 18-218 Sokoły
tel. 86 476-43-00, 604 997 452; e-mail: bronekpuczel@gmail.com