

OCENA EKSPLOATACYJNA KOMBAJNU GRIMME 170-60SE

Paweł Ożóg, Jerzy Bieniek, Franciszek Molendowski
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań kombajnu do zbioru ziemniaków marki GRIMME typu 170-60SE. W nowoczesnych maszynach do zbioru ziemniaków widać istotny postęp techniczny i technologiczny, między innymi wzrosła wydajność, a w wyposażeniu pojawiły się elementy poprawiające jakość pracy kombajnów, np. systemy automatycznego naprowadzania na rząd. Celem badań była ocena jakości pracy dwóch dwurzędowych kombajnów do zbioru ziemniaków firmy GRIMME typ 170-60SE. Przeprowadzono badanie pracochłonności zbioru oraz uszkodzeń bulw ziemniaków. Wskaźnik uszkodzeń bulw zawierał się w przedziale od 11,8–12,5%. Wydajność eksploatacyjna (W_{07}) badanych maszyn wynosiła od 16,04 do 20,40 t·h⁻¹.

Słowa kluczowe: kombajn do zbioru ziemniaków, wskaźniki eksploatacyjne, uszkodzenia bulw

Wstęp

Przy uprawie ziemniaków na dużych arealach coraz częściej znajdują zastosowanie 2 lub 4 rzędowe kopaczki ładujące oraz 2 i 4 rzędowe kombajny samojezdne wyposażone w separatory brył i kamieni oraz zbiorniki o pojemności do 14 t [Kachel-Jakubowska, Nowak 2009]. Produkowane obecnie kombajny do zbioru ziemniaków wyposażone są w elementy robocze z dodatkowymi otulinami gumowymi oraz w zmodernizowane oddzielacze łętów. Zespoły robocze posiadają elementy pozwalające na regulację prędkości i wysokości spadku bulw [Marks 2004]. Wydajność tych maszyn może wynosić do 1 ha·h⁻¹. Wyposażenie niektórych z nich, eksploatowanych na polskim rynku, obejmuje komputery sterujące zespołami roboczymi kombajnu, które dobierają parametry pracy do warunków zbioru.

Agrotechniczny okres zbioru ziemniaków wynosi około 40 dni. Zbiór należy rozpocząć jak najpóźniej, aby osiągnąć jak najwyższy plon w okresie technicznej dojrzałości bulw, kiedy peryderma bulwy nie łuszczy się pod naciskiem kciuka [Sęk, Przybył 2004]. Ziemniaki należy zbierać tylko w dogodnych warunkach pogodowych, kiedy temperatura wyno-

si powyżej 10°C, a wilgotność gleby nie przekracza 15%. Ze względu na rosnące wymagania jakości bulw ziemniaków plantatorzy zmuszeni są do stosowania coraz nowocześniejszych maszyn i przestrzegania rygorystycznych norm [Krzysztofik i in. 2009].

Większość prac w rolnictwie jest wykonywana na ogół w krótkich okresach agrotechnicznych. Racjonalne wykorzystanie czasu jest więc szczególnie ważne, gdyż determinuje terminowe wykonanie prac [Banasiak 2004]. Kryterium oceny poziomu eksploatacji maszyn jest stopień wykorzystania czasu roboczego zmiany i wartość wskaźników wydajności. Ważny jest zarówno wysoki udział czasu efektywnie wykorzystanego na zasadniczą pracę, jak i wysoka wydajność [Bentini i in. 2006].

Celem było przeprowadzenie badań eksploatacyjnych dwurzędowego kombajnu do zbioru ziemniaków firmy GRIMME typ 170-60SE poprzez:

- określenie czasów technologicznych pracy kombajnu,
- wyznaczenie współczynników i wskaźników eksploatacyjnych kombajnu,
- określenie uszkodzeń bulw ziemniaków przez zespoły robocze kombajnu.

Wyniki badań dwurzędowego kombajnu do zbioru ziemniaków GRIMME typ 170-60SE porównano z wynikami kopaczki GRIMME DLS 1500.

Material i metody badań

Badania kombajnu GRIMME 170-60SE przeprowadzono podczas zbioru ziemniaków odmiany Santana, które były uprawiane z przeznaczeniem na produkcję frytek. Zbioru dokonano w stanie dojrzałości technicznej bulw. Ziemniaki zbierane były na dwóch plantacjach. Pierwszą plantację należącą do spółki oznaczono symbolem G1, a drugą należącą do prywatnego rolnika symbolem G2. Charakterystykę wykorzystanych w doświadczeniu plantacji przedstawiono w tabeli 1. Na potrzeby przeprowadzonych badań wykonano pełny chromometrą pracy kombajnu powtórzony przez 3 dni [Szeptycki 1985; Waszkiewicz i in. 2008].

Tabela 1. Charakterystyka warunków badań
Table 1. Description of the research conditions

Mierzona wielkość	Jednostka	Plantacja	
		G1	G2
Szerokość międzyrzędzi	[m]	0,9	0,9
Temperatura powietrza (rano)	[°C]	9	8
Temperatura powietrza (po południu)	[°C]	14,2	15,1
Temperatura bulw	[°C]	6,8	6,8
Temperatura gleby	[°C]	6,6	6,9
Powierzchnia pola	[ha]	2,3	3,3
Plon ziemniaków	[t·ha ⁻¹]	53	55,7

Źródło: obliczenia własne

Przebadano dwa kombajny GRIMME 170-60SE. Na plantacji w gospodarstwie G1 kombajn agregatowany był z ciągnikiem MF 6495 Dynashift o mocy 180 KM, zaś na plantacji G2 z ciągnikiem Case Puma o mocy 170 KM. Przed przystąpieniem do pracy

przeprowadzono wszystkie niezbędne regulacje kombajnów. Prędkości robocze były zbliżone i mieściły się w przedziale od 3 do 4 km·h⁻¹. Do oceny jakości pracy kombajnów przyjęto kryteria określone w SMR [1988, Kiełbasa 2006].

Ocenę ilościową uszkodzonych bulw ziemniaków przeprowadzono według metodyki stosowanej w firmie McCain Polska. Wskaźnik uszkodzeń nie powinien być wyższy niż 10%.

W trakcie badania jakości pracy kombajnu wyznaczono wskaźnik uszkodzeń bulw ziemniaków. Ziemniaki pobierano z trzech zespołów roboczych kombajnu: pierwszego (I) przenośnika prętowego (znajduje się za zespołem podbierającym), stołu selekcyjnego i zbiornika. Dla określenia uszkodzeń próby pobierano rano ok. 9.00 i po południu ok. 14.00. Masa próby kontrolnej wynosiła 20 kg. Próby umieszczano w „hotboxach”, specjalnych szafach służących do określania uszkodzeń bulw. Jako czynnik istotny, wpływający na uszkodzenia, mierzono temperaturę bulw, gleby oraz powietrza. Rozmiar uszkodzeń określany był przy pomocy przymiaru wg McCaina.

Na tej podstawie wyznaczano ilość uszkodzonych bulw, przyznając wagi punktowe od 1 do 3, w zależności od rozmiaru uszkodzenia. Następnie obliczono procentową ilość bulw uszkodzonych.

Wyniki badań

Na podstawie prowadzonych chronometraży określono strukturę czasu pracy kombajnów. W trakcie badań żadna z maszyn nie uległa awarii, konieczne było jedynie wykonanie dodatkowych czynności obsługowych (czyszczenie i smarowanie łańcucha, usuwanie nadmiaru ziemi z przenośników). Chronometrażę wykonywano w takcie zmiany. Strukturę czasów pracy kombajnów oraz współczynniki eksploatacyjne przedstawiono w tabeli 2.

Z obliczeń wynika, że współczynnik wykorzystania czasu operacyjnego K_{02} wyniósł odpowiednio 0,68 dla G1 i 0,58 dla G2. Wyższa wartość tego współczynnika w firmie G1 wynika z regularnego kształtu pola (prostokąt o długości 527 m i powierzchni 2,3 ha), natomiast pole gospodarstwa G2 miało powierzchnię 3,3 ha w postaci odcinków wymagających dużej ilości nawrotów i poprawek ustawienia kombajnu w rzędzie. Również wartość współczynników wykorzystania czasu roboczego zmiany K_{04} i ogólnego czasu zmiany K_{07} była wyższa na plantacji w firmie G1 i wyniosła odpowiednio 0,63 i 0,51 wobec wartości 0,56 i 0,43 uzyskanych w gospodarstwie G2. Wpływ na to ma struktura czasów technologicznych, które przedstawiono w tabeli 2. Współczynnik obsługi technicznej p_{31} był bardzo wysoki dla obu badanych maszyn i wynosił odpowiednio 0,98 dla G1 i 1,0 dla G2. Współczynnik pewności technologicznej p_{41} był identyczny dla obu badanych maszyn i osiągnął wartość 0,98. Średnia wartość tego współczynnika nie powinna być niższa niż 0,95 [Bieńnik, Molendowski 1998]. Współczynnik pewności technicznej p_{42} wyniósł 1,0. Kombajny na obu plantacjach pracowały bezawaryjnie i wartość współczynnika nie przekroczyła normy. Obliczone współczynniki porównano z wynikami otrzymanymi przez Bieńnika i Molendowskiego [1998] (rys. 2). Na podstawie wykonanych obliczeń stwierdzono (tab. 3), że w czasie efektywnym wydajność W_1 zbierania bulw ziemniaków w tonach jest wyższa na plantacji G2 i wynosi 46,94 t·h⁻¹ w porównaniu do G1 29,94 t·h⁻¹. W czasie operacyjnym W_{02} kombajn GRIMME 170-60SE uzyskał 27,26 t·h⁻¹ w gospodarstwie G2

i $20,84 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ w firmie G1. Dla czasu roboczego W_{04} odpowiednio $26,47 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ i $19,38 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ oraz dla czasu ogólnego W_{07} kombajn uzyskał wartości $20,40 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ i $16,04 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Wyższe wydajności uzyskane na plantacji G2 wynikają z większej prędkości roboczej (do $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) uzyskiwanej dzięki ciągnikowi o większej mocy silnika; obroty silnika na poziomie $1600 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ (MF) w stosunku do $2100 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ (CASE). Analizując wartości współczynników wydajności dla obu plantacji w hektarach na godzinę, zaobserwowano również wyższe wartości dla gospodarstwa G2 w przypadku wskaźnika w czasie roboczym, operacyjnym i ogólnym. W porównaniu z dotychczas przeprowadzonymi przez Bieńka i Molendowskiego badaniami [1998] otrzymane wydajności kombajnu GRIMME 170-60 SE są niższe niż kopaczki GRIMME DLS 1500.

Tabela 2. Struktura czasów w godzinach i współczynniki eksploatacyjne dla badanych kombajnów (wartości uśrednione)

Table 2. Structure of time in hours and exploitation coefficients for the researched harvesters (averaged values)

Symbol	Wyszczególnienie przedziałów czasowych	Plantacja	
		G1	G2
T_1	Efektywny czas pracy	04:10:43	03:55:20
T_2	Czas pomocniczy	01:44:34	02:51:55
T_{21}	Czas nawrotów	00:45:08	01:03:24
T_{22}	Czas przejazdów jałowych w miejscu pracy	00:13:19	00:38:14
T_{23}	Czas przestojów technologicznych	00:46:07	01:10:17
T_{31}	Czas codziennej obsługi technicznej	00:13:27	00:20:00
T_4	Czas usuwania usterek	00:06:03	00:06:15
T_{41}	Czas usuwania usterek technologicznych	00:06:03	00:05:20
T_{42}	Czas usuwania usterek technicznych	00:00:00	00:00:00
T_5	Czas odpoczynku	00:06:03	00:50:33
T_6	Czas przejazdów transportowych	00:00:00	00:00:00
T_{61}	Czas przejazdów maszyn z miejsca postoju na pole	00:00:00	00:00:00
T_{62}	Czas przejazdów maszyny z pola na miejsce postoju	00:00:00	00:00:00
T_{81}	Straty czasu z przyczyn organizacyjnych	00:53:20	00:56:52
T_{02}	Operacyjny czas pracy maszyn	05:32:44	06:47:15
T_{04}	Roboczy czas zmiany	05:59:54	06:57:06
T_{08}	Czas zmiany kontrolnej	07:20:06	09:01:36
K_{02}	Współczynnik wykorzystania czasu operacyjnego	0,68	0,58
K_{04}	Współczynnik wykorzystania czasu roboczego	0,63	0,56
K_{07}	Współczynnik wykorzystania ogólnego czasu zmiany	0,51	0,43
p_{31}	Współczynnik obsługi technicznej	0,98	1,00
p_{41}	Współczynnik pewności technologicznej	0,98	0,98
p_{42}	Współczynnik pewności technicznej	1,00	1,00

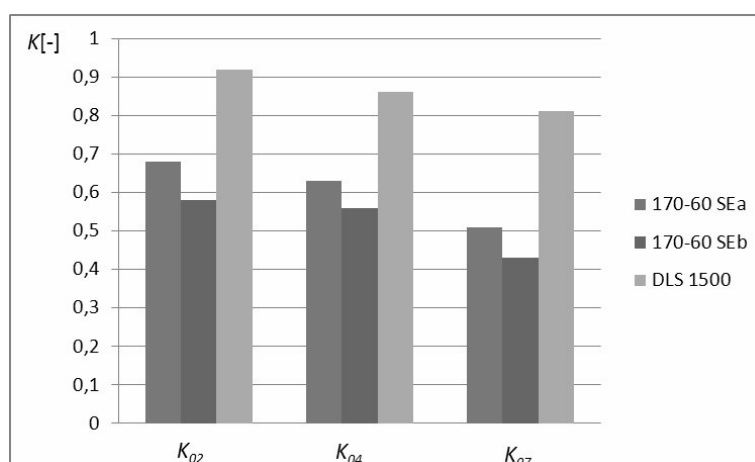
Źródło: obliczenia własne

Dla porównania na rysunku 1 przedstawiono współczynniki wykorzystania czasu operacyjnego, roboczego i ogólnego zmiany dla różnych rodzajów maszyn do zbioru ziemniaków [Bieniek, Molendowski 1998].

Tabela 3. Wskaźniki eksploatacyjne kombajnów w gospodarstwach G1 i G2
Table 3. Exploitation coefficients of harvesters in farms G1 and G2

Symbol	Jednostka miary	Plantacja	
		G1	G2
W_1	[t·h ⁻¹]	29,94	46,94
W_{02}	[t·h ⁻¹]	20,84	27,26
W_{04}	[t·h ⁻¹]	19,38	26,47
W_{07}	[t·h ⁻¹]	16,04	20,40
W_1	[ha·h ⁻¹]	0,55	0,84
W_{02}	[ha·h ⁻¹]	0,39	0,49
W_{04}	[ha·h ⁻¹]	0,36	0,47
W_{07}	[ha·h ⁻¹]	0,30	0,37

Źródło: obliczenia własne



Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Współczynniki eksploatacyjne badanych kombajnów do zbioru ziemniaków w porównaniu do wyników osiągniętych przez kopaczkę DLS 1500, K_{02} – współczynnik wykorzystania czasu operacyjnego zmiany, K_{04} – współczynnik wykorzystania czasu roboczego zmiany, K_{07} – współczynnik wykorzystania czasu ogólnego zmiany; 170-60SEa – kombajn użytkowany w gospodarstwie G1, 170-60SEb – kombajn użytkowany w gospodarstwie G2

Fig. 1. Exploitation coefficients of the researched potato harvesters compared to results obtained by a digger DLS 1500, K_{02} – coefficient of use of operational time of change, K_{04} – coefficient of use of working time of change, K_{07} – coefficient of use of general time of change, 170-60SEa – a harvester used in G1 farm, 170-60SEb a harvester used in G2 farm

Niższe wartości dla nowocześniejszego kombajnu Grimme 170-60 SE spowodowane są organizacją pracy na polu oraz regularnością kształtu i położeniem pola. Przy badaniach prowadzonych przez Bienka i Molendowskiego [1998] pole miało kształt prostokąta (mała ilość nawrotów), a kopaczka obsługiwana była przez środki transportowe w postaci ciągnika z przyczepą (wyładunek w trakcie pracy). Pole zlokalizowane było obok magazynu i bazy maszyn. Kombajn GRIMME 170-60 SE użytkowany na plantacji G1 uzyskał wyższe wartości współczynników o ok. 0,1 niż kombajn użytkowany w gospodarstwie G2.

Wyniki badań uszkodzeń bulw dla odmiany Santana przedstawiono w tabeli 4. Średnia wartość uszkodzeń dla ziemniaków wyniosła 11,7% dla gospodarstwa G2 i 12,6% dla plantacji w firmie G1. Kombajny użytkowane na obu plantacjach przekroczyły dopuszczalną 10% wartość uszkodzeń założoną w PN 82/R-74456 dla badań jakości ziemniaków. Wpływ na tę wyższą wartość uszkodzeń miały między innymi czynniki meteorologiczne (deszcze na przemian z suszą w miesiącu poprzedzającym zbiór) oraz sama odmiana Santana, która posiada cienką skórkę, łatwo ulegająca uszkodzeniu, np. o kamienie znajdujące się w glebie. Ziemniaki zbierane po południu przy wyższej temperaturze powietrza ulegały mniejszym uszkodzeniom: 14,6% uszkodzeń rano i 10,7% popołudniu w G1 oraz 15,2% rano i 8,2% popołudniu w G2. Świadczy to o dużym wpływie warunków meteorologicznych na jakość zbioru ziemniaków.

Tabela 4. Wartość uszkodzeń bulw ziemniaków odmiany Santana dla badanych kombajnów
Table 4. Value of damages to potato tubers of Santana variety for the researched harvesters

Plan-tacja	Pora dnia	Miejsce pobrania	Bulwy uszkodzone [szt.]				Bulwy całe	Ogółem [szt.]	Średnia [%]	
			1 pkt	2 pkt	3 pkt	obite				
G1	rano	I przenośnik	3	0	0	3	43	46	14,6	12,6
		Stół selekcyjny	9	1	0	10	48	58		
		Zbiornik	10	1	0	11	50	61		
	po południu	I przenośnik	1	0	0	1	51	52	10,7	
		Stół selekcyjny	7	1	0	8	53	61		
		Zbiornik	8	2	0	10	54	64		
G2	rano	I przenośnik	2	0	0	2	55	57	15,2	11,7
		Stół selekcyjny	10	1	0	11	43	54		
		Zbiornik	11	1	0	12	41	53		
	po południu	I przenośnik	0	0	0	0	48	48	8,2	
		Stół selekcyjny	4	1	0	5	51	56		
		Zbiornik	7	1	0	8	46	54		

Źródło: obliczenia własne

Wnioski

1. Wydajność pracy kombajnu GRIMME 170-60SE była wysoka i wynosiła $W_{07}=20,40 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ dla G2 i $W_{07}=16,04 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ dla G1. Była ona uzależniona od wielu czynników, między innymi ilości i organizacji środków transportowych, układu i regularności kształtu pola.
2. Kombajn GRIMME 170-60 SE uzyskał wyższe wartości współczynników wykorzystania czasu efektywnego $K_{02}=0,68$, roboczego $K_{04}=0,63$ i ogólnego zmiany $K_{07}=0,51$ w firmie G1 oraz wyższe wartości wskaźników wydajności efektywnej $W_1=46,94 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, operacyjnej $W_{02}=27,26 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, w czasie roboczym zmiany $W_{04}=26,47 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ i czasie ogólnym zmiany $W_{07}=20,40 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ w gospodarstwie G2.
3. Badane kombajny nie spełniły wymagań norm uszkodzeń bulw. Na plantacji G1 przekroczył normę o 2,6%, a na plantacji G2 o 1,7%.
4. Ziemniaki zbierane po południu były mniej uszkodzone od bulw zbieranych przed południem o 3,9% w gospodarstwie G1 i o 7% w gospodarstwie G2.

Bibliografia

- Banasiak J.** (2004): Projektowanie i ocena ekonomiczna procesów agrotechnologicznych. Wyd. AR Wrocław, ISBN 83-89189-43-7.
- Bentini M., C. Caprara C., Martelli R.** (2006): Harvesting Damage to Potato Tubers by Analysis of Impacts recorded. Biosystems Engineering, 94 (1), 75-85.
- Bieniek J., Molendowski F.** (1998): Ocena kombajnu ziemniaczanego Grimme DLS- 1500. Inżynieria Rolnicza, 1(1), 4-8.
- Kachel-Jakubowska M., Nowak J.** (2009): Postęp w budowie kombajnów do zbioru ziemniaków oraz warzyw okopowych. Technika Ogrodnicza Leśna, 5, 20-23.
- Kielbasa P.** (2006): Wpływ czynników agrotechnicznych na warunki zbioru ziemniaków. Inżynieria Rolnicza, 11(86), 157-168.
- Krzysztofik B., Marks N., Baran D.** (2009): Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na ilościowe cechy plonu bulw ziemniaka. Inżynieria Rolnicza, 5(114), 123-129.
- Marks N.** (2004): Maszyny rolnicze cz. II Maszyny do zbioru ziemiopłodów. Wyd. AR, Kraków, ISBN 83-86524-89-8.
- Sęk T., Przybył J.** (2004): Zbiór, obróbka i przechowywanie roślin okopowych. Wyd. AR, Poznań, ISBN 83-7160-383-5
- Szeptycki A.** (1985): Metodyka badań jakości pracy kombajnów do ziemniaków. IBMER, XVII/291.
- Waszkiewicz C., Lisowski A., Strużyk A., Klonowski J.** (2008): Wpływ parametrów technicznych i eksploatacyjnych kombajnu na wybrane wskaźniki energetyczne podczas zbioru korzeni marchwi. Inżynieria Rolnicza, 1(99), 389-394.
- System Maszyn Rolniczych (1988): Wydawnictwo IBMER, Warszawa.

EXPLOITATION EVALUATION OF GRIMME 170-60SE COMBINE HARVESTER

Abstract. The work presents research results of a potato picking combine GRIMME type 170-60SE. Significant technical and technological development is visible in modern potato picking machines. Inter alia, efficiency increased and elements improving the quality of work of harvesters, e.g. the system of automatic row guide, appeared. The origin of the issue was to widen the knowledge on modern potato-picking machines. The purpose of the work was to assess the quality of work of two-row potato harvesters GRIMME type SE 170-60SE. The research of labour consumption of a crop as well as damages to potato tubers was carried out. Damage rate of tubers was within the range 11.8-12.5%. Exploitation efficiency (W_{07}) of the researched machines was within the range of 16.04 to 20.40 t·h⁻¹.

Key words: potato picking machine, exploitation rates, tuber damages

Adres do korespondencji:

Jerzy Bieniek; email: jerzy.bieniek@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Chelmońskiego 37-41
51-630 Wrocław