

*Jacek Przybył*  
*Instytut Inżynierii Rolniczej*  
*Akademia Rolnicza w Poznaniu*

## **JAKOŚĆ PRACY NOWYCH KOMBajnÓW DO ZBIORU BURAKÓW CUKROWYCH**

### **Streszczenie**

W przeprowadzonych badaniach porównano dwa nowe samojezdne kombajny do zbioru buraka cukrowego typu Grimme Maxtron 620 i Kleine SF 20 ze sprawdzonymi w praktyce kombajnami Holmer Terra Dos T2 i Kleine SF 10-2. Badania wykonano we wrześniu 2005 r. w gospodarstwie rolnym Garzyn (Wielkopolska). Maszyny badano według metodyki Międzynarodowego Instytutu Buraka Cukrowego w Brukseli (I.I.R.B.). Dodatkowo ocenę uszkodzeń korzeni wykonano według Polskiej Normy. Uzyskane wyniki wskazują, że jakość pracy badanych maszyn była zbliżona w zakresie udziału zanieczyszczeń i jakości ogłownienia. Natomiast w zakresie strat plonu korzeni, wyniki są bardziej zróżnicowane, a najlepszy wynik uzyskał kombajn Grimme Maxtron.

**Słowa kluczowe:** kombajn do zbioru buraków cukrowych, nowe rozwiązania, jakość pracy

### **Wprowadzenie**

Reforma rynku cukru w Unii Europejskiej zakłada, że w okresie najbliższych czterech lat nastąpi ograniczenie produkcji cukru z 17,5 mln ton do 11-12 mln ton oraz obniżenie ceny za buraki cukrowe i cukier o ponad 36% [Kasprzak 2006]. Wprowadzenie tych założeń do praktyki rolniczej dla wielu plantatorów może oznaczać utratę zysku z uprawy buraka cukrowego. Konieczne jest więc poszukiwanie takich rozwiązań w procesie produkcji tej rośliny, które zmierzają do minimalizowania kosztów. Dotyczy to także kosztów eksploatacji maszyn stosowanych w procesie produkcji buraków cukrowych. W przypadku maszyn do zbioru buraka, oprócz zmniejszenia kosztów eksploatacji, istotne znaczenie ma wysoka jakość ich pracy. Kombajny buraczane powinny zebrać cały wyprodukowany plon, przy możliwie niskich stratach i zanieczyszczeniu [Degen, Kromer 1998; Przybył

2003]. Producenci maszyn do zbioru buraka od wielu lat poszukiwali rozwiązań, które mogłyby spełnić to wymagania [Borchard 1998; Degen, Kromer 1998; Vale S. 1997]. Jednak dopiero najnowsze konstrukcje kombajnów firm Grimme i Klenie stanowią rozwiązania, które wyszły poza etap eksperymentu. Dlatego celem pracy było porównanie jakości pracy nowych kombajnów buraczanych typu Grimme Maxtron 620 i Kleine SF 20, ze sprawdzonymi już w praktyce kombajnami Holmer Terra Dos T2 i Kleine SF 10-2. Dodatkowym czynnikiem, wyróżniającym badania, była bardzo niska wilgotność gleby.

### **Materiał i metody**

W kombajnach Grimme Maxtron 620 i Kleine SF 20 zastosowano nowe wyciągacze, układy czyszczące i układy jezdne. W zakresie wyciągania korzeni są to napędzane wyciągacze kołowe w kombajnie Maxtron oraz tzw. system dwufazowy w kombajnie Kleine SF 20. W Maxtronie zastosowano układ czyszczący na całej szerokości roboczej (2,8 m). Dół kanału tworzy przenośnik odsiewający i 13 wałów ślimakowych, a od góry przenośnik prętowy z palcowymi zabierakami. W kombajnie Kleine SF 20 układ czyszczący poprowadzono na zewnątrz maszyny, z prawej strony kabiny. Dolną część zespołu czyszczącego stanowi przenośnik prętowy i 14 wałów palcowych lub pierścieniowych, a górną elewator o szerokości 1 m. Korzenie z wyciągaczy trafiają wpierw na siedem wałów ślimakowych, które przemieszczają je na prawą stronę maszyny, skąd są zabierane przez listwy palcowe elewatora. Kombajn Maxtron z przodu posiada gąsienice, a z tyłu sterowane koła bliźniacze. Układ jezdny kombajnu Kleine SF 20 stanowią cztery jednakowe koła o szerokości 1,1 m i średnicy 1,85 m.

W kombajnie Kleine SF 10-2 korzenie są wyorywane polderowymi lemieszami i oczyszczane na układzie złożonym z pięciu prętowych kół czyszczących. W kombajnach Terra Dos T2 korzenie po wyoraniu wyciągaczami z polderowymi lemieszami trafiają wpierw na zespół ślimakowych wałów czyszczących, a następnie na prętowy przenośnik odsiewający z rewersem i na trzy prętowe koła czyszczące.

Badania przeprowadzono we wrześniu 2005 r. w OHZ Garzyn k/Leszna, według metodyki Międzynarodowego Instytutu Buraka Cukrowego (I.I.R.B.) [Vandergeten I in. 2004], poza oceną uszkodzeń korzeni, którą wykonano według PN-91-R-55023. Zakres badań obejmował ocenę ogłowienia buraków, uszkodzeń korzeni, ich zanieczyszczenia oraz straty plonu. Ogłowienie i uszkodzenia buraków oceniono na podstawie losowych pięciu prób po 100 korzeni, pobranych z przyzmy. Straty korzeni badano na poletkach długości 10 m i szerokości 2,7 m w czterech powtórzeniach. Do oceny zanieczyszczeń pobrano po cztery próby korzeni wprost

z przenośnika wyładowczego kombajnu do pojemników o masie minimum 50 kg. Przed rozpoczęciem badań maszyn wykonano ocenę stanu plantacji na podstawie pięciu losowych prób, liczących po 100 kolejnych korzeni w rzędzie.

Ocena jakości ogłownienia polegała na zakwalifikowaniu korzeni do jednej z sześciu kategorii: burak nie ogłowniony z resztkami liści powyżej 2 cm, nie ogłowniony z resztkami liści poniżej 2 cm, za wysoko ogłowniony, prawidłowo ogłowniony, za nisko ogłowniony lub ogłowniony skośnie.

Według metodyki IIRB na straty korzeni składają się korzenie zgubione i nie wykopane o średnicy powyżej 4,5 cm oraz oszacowane straty w postaci obłamanych końców buraków na podstawie średnicy u dołu korzenia (powyżej 2 cm średnicy). W celu określenia masy korzeni nie wykopanych, po zebraniu z poletek korzeni zgubionych, wykonano dwukrotne kultywatorowanie na głębokość 20 cm. Średnicę w miejscu obłamania zmierzono na korzeniach, które pobrano do oceny jakości ogłownienia. Dane podzielono na pięć klas o długości 2 cm. Oszacowanie relatywnych strat plonu w postaci obłamanych końców buraków wykonano według formuły zapisanej w metodyce I.I.R.B.:

$$\sum_{i=1}^5 \left( \frac{((b_i \times c_i) - r_b)}{b_i \times 10^6} \times PD_h \right) [t / ha] \quad (1)$$

gdzie:

- $b_i$  – relatywna liczebność klasy, %
- $c_i$  – faktor (0, 23, 60, 130, 230) strat masy w danej klasie, g
- $r_b$  – Masa obłamanych końców korzeni w pobranej próbie, g
- $PD_h$  – końcowa obsada plantacji, szt. roślin/ha.

Klasyfikacja uszkodzeń korzeni według metodyki IIRB polega na określeniu powierzchni uszkodzeń buraka wyrażonej w  $cm^2/100$  korzeni. Polska Norma oprócz głębokości skaleczeń bocznej powierzchni korzeni, pod uwagę bierze średnicę u dołu buraka (do średnicy 15 mm to korzenie nie uszkodzone, lekko uszkodzone do 30 mm, a ciężko powyżej 30 mm). Ponieważ taka klasyfikacja uszkodzeń nawiązuje do oceny strat masy korzeniowej, uwzględniono ją w pomiarach.

Procedura określania zanieczyszczeń korzeni polegała na wydzieleniu z pobranej próby ziemi luźnej i kamieni, a następnie po umyciu korzeni, zanieczyszczeń organicznych i ziemi oblepiającej korzenie.

Badane maszyny były nowe, a do badań zostały przygotowane przez serwis producenta.

## Wyniki badań i ich analiza

Na podstawie przeprowadzonych badań obliczono, że obsada buraków wynosiła 99,6 tys. roślin/ha, masa 1 korzenia 0,758 kg, a teoretyczny plon 75,5 t/ha. Plantacja charakteryzowała się znacznym zróżnicowaniem wysokości wystawiania korzeni (do 14 cm) i odstępów między burakami w rzędzie (od 8-84 cm). Na taki stan plantacji pewien wpływ wywarła gęstość siewu, która wynosiła 16,8 cm (1,32 j.s./ha). Wysiano odmianę Izolda firmy Syngenta. Ponadto test odbył się w bardzo trudnych warunkach, spowodowanych długotrwałym brakiem opadów. Wilgotność bezwzględna gleby w warstwie do głębokości 30 cm wynosiła tylko od 4 do 8%.

**Jakość ogłowienia.** Ogłowienie korzeni zarówno przez nowe maszyny, jak i kombajny o starszej konstrukcji było bardzo przeciętne. Najwięcej korzeni prawidłowo ogłowionych stwierdzono po zbiorze kombajnem Kleine SF 10 - 49%, a najmniej po kombajnie Maxtron - 41,4%. Ogólnie najmniej korzeni wymagających ręcznej korekty ogłowienia było po zbiorze kombajnem Klenie SF 20 - 33,6%, a najczęściej po kombajnach Holmer (43,2%) i Grimme 48,0%). Natomiast, gdyby pod uwagę wziąć sumę korzeni ogłowionych prawidłowo i za wysoko, to najlepszy wynik uzyskał kombajn firmy Holmer (72,8%). Dla nowych kombajnów wynik jest taki sam i wynosi 69,4%.

**Zanieczyszczenia.** Zaletą wyciągania korzeni z suchej gleby było bardzo niskie ich zanieczyszczenie ziemią. Łącznie z kamieniami zanieczyszczenia mineralne wynosiły od 1,30% (Grimme Maxtron) i 1,60% (Klenie SF 10) do 2,34 (Holmer) i 2,41% (Klenie SF 20). Udział zanieczyszczeń ziemią był wyższy w przypadku nowych kombajnów, co wskazuje, że nowe zespoły czyszczące w warunkach suszy są mniej skuteczne od rozwiązań z prętowymi gwiazdami czyszczącymi. Ponadto w badanych warunkach nie potwierdziło swoich zalet zastosowanie w kombajnie Kleine SF 20 nowego tzw. dwufazowego wyciągacza, który według producenta powinien sprzyjać podawaniu mniejszej ilości ziemi na zespół czyszczący.

Wskutek niskiej jakości ogłowienia buraków znacznie więcej było zanieczyszczeń organicznych, głównie w postaci główek i resztek liści. Adekwatnie do ilości korzeni nie ogłowionych, ogłowionych za wysoko i skośnie, najmniej zanieczyszczeń organicznych było w burakach po zbiorze kombajnem SF 20 (3,37%), a najczęściej po kombajnie Grimme Maxtron (5,68%). Dla dwóch pozostałych kombajnów ten wskaźnik wynosi ok. 4,1%.

**Straty plonu.** Na straty korzeni składają się korzenie zgubione i nie wykopane o średnicy powyżej 4,5 cm oraz oszacowane straty obłamanych końców buraków. Najniższe całkowite straty masy korzeniowej (2,72%) spowodował kombajn

Grimme Maxtron, a najwyższe (6,07%) kombajn Kleine SF 10-2. W przypadku kombajnu Maxtron niskie straty plonu wynikają z bardzo małych strat w postaci korzeni nie wykopanych (0,13%) oraz obłamanych końców korzeni (1,96%). Te wyniki wskazują, że zastosowanie w maszynie napędzanych wyciągaczy kołowych, o prędkości obwodowej większej niż prędkość postępową, sprzyja wyciągnięciu z gleby niemal całych korzeni, a układ czyszczący zbudowany z wałów ślimakowych znacznie ogranicza obłamywanie końców korzeni. Natomiast najwyższe straty kombajnu Kleine SF 10 wynikają ze znacznego udziału korzeni zgubionych (1,04%), niemal dwukrotnie wyższych niż w przypadku pozostałych kombajnów i obłamanych końców korzeni (4,53%), których udział w porównaniu z pozostałymi kombajnami był wyższy od 35% (Holmer) - 130% (Grimme).

Straty masy korzeni spowodowane przez drugi nowy kombajn Kleine SF 20 wyniosły 4,80% i były wyższe o 76% w porównaniu z kombajnem Maxtron i o 38% w odniesieniu do strat kombajnu Holmer (3,47%). Z uzyskanych wyników można wnioskować, że nowe rozwiązania zastosowane w kombajnie Kleine SF 20, czyli dwufazowy wyorywacz i układ czyszczący z wałami palcowymi są mniej skuteczne od rozwiązań przyjętych przez firmę Grimme, czyli napędzanych wyciągaczy kołowych i układu czyszczącego z wałków ślimakowych na całej szerokości roboczej kombajnu. Na podstawie uzyskanych wyników można także stwierdzić, że rozwiązania zastosowane w kombajnie Kleine SF 20 powodują większe straty plonu, niż zespoły robocze kombajnu Holmer Terra Dos, który w układzie czyszczącym posiada trzy prętowe gwiazdy czyszczące.

**Uszkodzenia korzeni.** Wyniki pomiaru strat plonu korespondują z oceną uszkodzeń korzeni, których klasyfikacja w Polskiej Normie, oprócz skaleczeń bocznej powierzchni korzeni, bierze pod uwagę średnicę u dołu buraka. Największy udział korzenie nie uszkodzonych stwierdzono po zbiorze kombajnem Maxtron (48,2%), a najmniejszy po kombajnie Kleine SF 10 – tylko 7,4%. Dla kombajnu Kleine SF 20 ten wskaźnik wynosi 21,6% a dla Holmer Terra Dos – 29,4%. Również w zakresie udziału korzeni uszkodzonych lekko i ciężko najniższe wartości uzyskał kombajn Maxtron, a najwyższe Kleine SF 10. Z pozostałych kombajnów w tych dwóch kategoriach oceny korzystniejsze wyniki uzyskał kombajn firmy Holmer. Skaleczenia lub otarcia powierzchni bocznej korzenia, opracowane według zaleceń metodyki I.I.R.B. najniższe były po kombajnie Maxtron i Kleine SF 20 (odpowiednio 127 i 144 cm<sup>2</sup>/100 korzeni).

Tabela 1. Jakość pracy maszyn do zbioru buraka cukrowego  
 Table 1. Working quality of sugar-beet harvesters

Wyszczególnienie	Typ maszyny			
	GRIMME Maxtron 620	KLEINE SF20	HOLMER Terra Dos T2	KLEINE SF10-2
Prędkość robocza, km/h	4,81	4,75	8,00	5,35
Ogłowienie korzeni, %				
Nie ogłowione, ogonki liści >2cm	5,2	3,4	6,2	5,4
Nie ogłowione, ogonki liści <2cm	11,8	2,8	7,0	9,6
Za wysoko	28,0	25,4	28,6	17,8
Prawidłowo	41,4	44,0	44,2	49,0
Za nisko	10,6	22,8	12,6	11,2
Skośnie	3,0	1,6	1,4	7,0
Zanieczyszczenia, %				
Ziemia	0,92	1,08	0,80	0,68
Kamienie	0,38	1,33	1,54	0,92
Zanieczyszczenia organiczne	5,68	3,37	4,11	4,16
Zanieczyszczenia ogółem	6,98	5,78	6,45	5,76
Uszkodzenia korzeni, %				
Nie uszkodzone	48,2	21,6	29,4	7,4
Uszkodzone lekko	31,4	42,8	40,0	40,6
Uszkodzone ciężko	20,4	35,6	30,6	52,0
Skaleczenie lub otarcie powierzchni bocznej korzenia, cm <sup>2</sup> /100 korzeni	127	144	148	151
Straty korzeni, %				
Korzenie zgubione	0,63	0,65	0,58	1,04
Korzenie nie wykopane	0,13	0,82	0,25	0,50
Obłamane końce korzeni	1,96	3,33	2,64	4,53
Suma strat, %	2,72	4,80	3,47	6,07

## Dyskusja wyników

Wyniki testu są adekwatne do warunków glebowych i stanu plantacji w Garzynie oraz dla zastosowanych regulacji maszyn. W innym miejscu wartości badanych wskaźników będą odmienne. Wskazują na to wyniki badań kombajnów buraczanych przeprowadzone przez Schulze Lammersa [2005] i Schmittmanna [2006].

Schulze Lammersa i Rose [2005] przeprowadzili w 2004 badania trzech kombajnów: Grimme Maxtron 620, Holmer Terra Dos i Ropa euroTiger podczas zbioru buraków z plantacji o obsadzie 96,8 tys szt./ha, o gęstości siewu 19,5 cm i rozstawie rzędów 50 cm. Teoretyczny plon wynosił 84,6 t/ha. Maszyny pracowały z prędkością 5,5-5,9 km/h. Badania odbyły się w warunkach krytycznej wilgotności gleby wynoszącej 28,3%, po obfitych opadach deszczu. Miało to wpływ na stosunkowo wysokie zanieczyszczenie korzeni ziemią, które wynosiło w kolejności dla trzech wyżej wymienionych kombajnów 11,9, 12,0 i 13,2%. Całkowite straty masy korzeniowej spowodowane przez kombajny wynosiły: 2,3, 4,0 i 3,4%. Najniższe straty kombajnu Maxtron wynikają z niskiego udziału obłamanych końców korzeni – tylko 1,6%, wobec 3,3 (Holmer) i 3,0% (Ropa). Wszystkie maszyny prawidłowo ogłowiły ponad 70% korzeni (71,2 – Grimme), 72,9 – Holmer i 73,5% – Ropa). W porównaniu z badaniami własnymi, można zauważyć zbliżony poziom strat plonu, w tym zdecydowanie niższy udział strat w postaci obłamanych końców korzeni spowodowany przez kombajn Maxtron oraz znacznie dokładniejsze ogłowienie korzeni, na co wpływ wywarł zapewne rozrzedzony siew (19,5 cm wobec 16,8 cm w Garzynie).

W Anglii, w połowie października 2005 r., Schmittmann i Schulze Lammers [2006] przeprowadzili badania 16 kombajnów buraczanych, przyczepianych i samojezdnych, w tym czterech będących przedmiotem badań własnych. Plantacja była obsiana w rozstawie 45x17 cm, a obsada wahała się od 66 do 86 tys. szt./ha. Teoretyczny plon oszacowano na 85 t/ha. Kombajny pracowały z prędkością 4,9 do 6,4 km/h. W tych warunkach badań straty korzeni spowodowane przez kombajny samojezdne wynosiły od 0,89 (Kleine SF 20) do 1,53 t/ha (Grimme Maxtron), przy czym najmniej końców korzeni obłamał Holmer Terra Dos (0,56 t/ha). Dla pozostałych kombajnów ten wskaźnik wynosił 0,64 (SF 10-2), 0,77 (Maxtron) i 0,82 t/ha (SF 20). Ziemi przylegającej na korzeniach było od 2,9% (Holmer) i 3,1 % (SF 20) do 3,8% (Maxtron) i 4,3% (Kleine SF 10). Zanieczyszczenia organiczne korzeni wynosiły 7,4% (SF 20), 9,6% (Holmer), 10,2% (SF10) i 11,2% (Grimme). Odnosząc te dane do wyników własnych badań, uwagę zwraca bardzo niski poziom strat całkowitych, wynoszący maksymalnie 1,87% plonu, a także zbliżony udział obłamanych końców korzeni, bez niższego wyniku kombajnu Maxtron. Ponadto korzenie były znacznie zanieczyszczone ziemią oraz główkami i resztkami liści. Wyniki uzyskane przez Schmittmanna i Schulze Lammersa nie wskazują na wyższą jakość pracy kombajnów Grimme Maxtron 620 i Kleine SF 20.

## **Wnioski**

1. Uzyskane wyniki wskazują, że jakość pracy badanych maszyn była zbliżona w zakresie udziału zanieczyszczeń i jakości ogłowienia. Natomiast w zakresie strat plonu i uszkodzeń korzeni najwyższą jakością pracy wykazał się nowy kombajn firmy Grimme typu Maxtron 620.
2. Niskie straty plonu korzeni spowodowane przez kombajn Grimme Maxtron 620 wskazują na słuszność zastosowanych nowych rozwiązań w zespole wyorującym i czyszczącym.
3. Nowe rozwiązania firmy Kleine zastosowane w kombajnie SF 20 w postaci tzw. dwufazowego wyciągacza oraz zespołu czyszczącego z wałów palcowych pracowały dokładniej tylko w porównaniu z kombajnem Kleine SF 10, którego rozwiązania należą do przestarzałych.
4. Z porównania wyników jakości pracy kombajnów Holmer Terra Dos i Kleine SF 10-2 wynika, że im kombajn ma więcej prętowych gwiazd czyszczących, tym powoduje większe uszkodzenia korzeni i większe straty plonu.

## **Bibliografia**

- Borchard K. 1998. Reinigung von Zuckerrüben. Landtechnik 4: 246-247.
- Degen P., Kromer K.H. 1998. Reinigungsorgane in Zuckerrübenrodern. Landtechnik 5: 292-293.
- Kasprzak K. 2006. Rekompensaty utraconych dochodów z tytułu obniżenia ceny buraków cukrowych. Burak Cukrowy nr 3: 1.
- Metody badań maszyn do zbioru buraków cukrowych. PN-91-R-55023.
- Przybył J. 2003. Quality in post-harvest sugar beet crops. Acta Agrophisica 95, vol 2 (1): 151-160.
- Schmittmann O., Schulze Lammers P. 2006. Beet UK 2005. Rübenernte in Großbritannien. Zuckerrübe n 1: 40-42.
- Schulze Lammers P., Rose M. 2005. Sechseiher im Vergleich. Zuckerrübe r 4: 209-211.
- Vale S. 1997. Holländische Ideen senken den Erdanteil. Prof nr 10: 56-58.



Vandergeten J.P., Van der Linden J.P., Jarvis P., Leveque E., Guiraud de Willot D., Kromer K.-H. 2004. Test Procedures for Measuring the Quality in Sugar Beet Production - Seed Drillability, Precision Seeders, Harvesters, Cleaner Loaders. I.I.R.B. Bruksela. ss. 52.

## **WORKING QUALITY OF NEW SUGAR-BEET HARVESTERS**

### **Summary**

In the investigation two new self-propelled sugar-beet harvesters, Grimme Maxtron 620 and Kleine SF 20, were compared with the brands Holmer Terra Dos T2 and Kleine SF 10-2. The research was conducted in September 2005 in the Garzyn farm (Wielkopolska region). The harvesters were examined according to the methodology of the International Institute for Beet Research (IIRB) in Brussels. Additionally the estimation of roots breakages was made according to the Polish Norms System. Obtained results show that the work performance of the examined harvesters was similar in terms of impurities and topping quality. However as far as roots yield losses are concerned, the results are more variable, and the best result was obtained by the Grimme Maxtron equipment.

**Key words:** sugar-beet harvesters, new technical solutions, working quality