

OCENA WYDAJNOŚCI WYBIERANIA ZANIECZYSZCZEŃ NA STOLE PRZEBIERCZYM KOMBAJNU DO ZBIORU ZIEMNIAKÓW

Czesław Waszkiewicz, Aleksander Lisowski, Adam Strużyk

Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Zbiór roślin okopowych jest jednym z najważniejszych i najbardziej pracochłonnych zabiegów w technologii ich produkcji. Na przestrzeni ostatnich lat zmniejszają się powierzchnie upraw, ale zmiany ulegają również preferencje odbiorców i wykorzystanie produktów. Zmniejsza się spożycie ziemniaków świeżych, rośnie natomiast spożycie ziemniaków przetworzonych. Dla odbiorców istotne jest uzyskanie roślin wysokiej jakości bez zanieczyszczeń, która umożliwi ich przechowywanie i wykorzystanie bez strat. Dla producentów ważne staje się najefektywniejsze wykorzystanie maszyn, ekonomicznie opłacalne zwiększenie stopnia mechanizacji oraz jeżeli jest to możliwe zmniejszenie udziału kosztownej pracy ludzkiej.

Mimo stosowania nowoczesnych technik w procesie mechanicznej separacji i selekcji, nie można uzyskać zadowalającej czystości plonu, dlatego też w większości przypadków separację mechaniczną poprawia się ręcznie. Liczba zatrudnionych pracowników przy stole przebierczym kombajnu do zbioru ziemniaków jest związana z czynnikami agrotechnicznymi i parametrami pracy maszyny. W literaturze występują duże rozbieżności, dotyczące wydajności pracowników wybierających zanieczyszczenia, które wahają się w granicach 72–200 szt. na min na jednego zatrudnionego [PIETROW 1972; KARWOWSKI 1982]. Brak jest również zależności, które mogłyby być przydatne do modelowania procesu transportu i separacji mieszaniny w kombajnie.

Celem badań było określenie wpływu warunków zbioru ziemniaków na wydajność procesu wybierania zanieczyszczeń na stole przebierczym i wyznaczenie zależności empirycznych dla potrzeb modelowania procesu separacji materiału w kombajnie do zbioru ziemniaków.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono podczas zbioru ziemniaków kombajnem jednorzędowym z bocznym ustawieniem zespołu wyorującego. W skład stołu selekcyj-

nego wchodzą: dwa przenośniki tarczowe (odsiewacze tarczowe) i dwa przenośniki prętowe. Pierwszy przenośnik prętowy jest wyposażony w odstęp co pięć prętów, w krótkie palce zabierające, które zapobiegają staczaniu się bulw w dolnej, pochyłej części przenośnika. Ręcznie oddzielone zanieczyszczenia trafiają dwoma zsypani, umieszczonymi po obu stronach stołu selekcyjnego, do zbiornika kamieni (zanieczyszczeń).

Pomiary wykonywano na wyznaczonych 45-metrowych odcinkach. Materiał zgromadzony w zbiornikach kamieni i ziemniaków segregowano na następujące frakcje: bulwy nieuszkodzone i uszkodzone, bryły glebowe, kamienie i łęciny. W czasie badań ważono ziemniaki oraz zanieczyszczenia dostających się na stół przebieczy i ilość domieszek wybranych przez trzech pracowników. Dla poszczególnych składników mieszaniny (ziemniaki, bryły, kamienie) określono masy jednostkowe z dokładnością 0,1 g oraz wymiary z dokładnością 1 mm. Jako wielkości charakterystyczne dla procesu separacji zanieczyszczeń na stole przebiecznym przyjęto wymiary szerokości i grubości tych składników.

Sprawność wybierania zanieczyszczeń η_k (kamieni i brył ziemi) przez obsługę określono wg wzoru:

$$\eta_k = \frac{k_p}{k} \cdot 100 \quad (\%),$$

gdzie:

- k_p – zanieczyszczenia (kamienie i bryły) oddzielone prawidłowo (kg),
- k – zanieczyszczenia (kamienie i bryły) poddane oddzielaniu (kg).

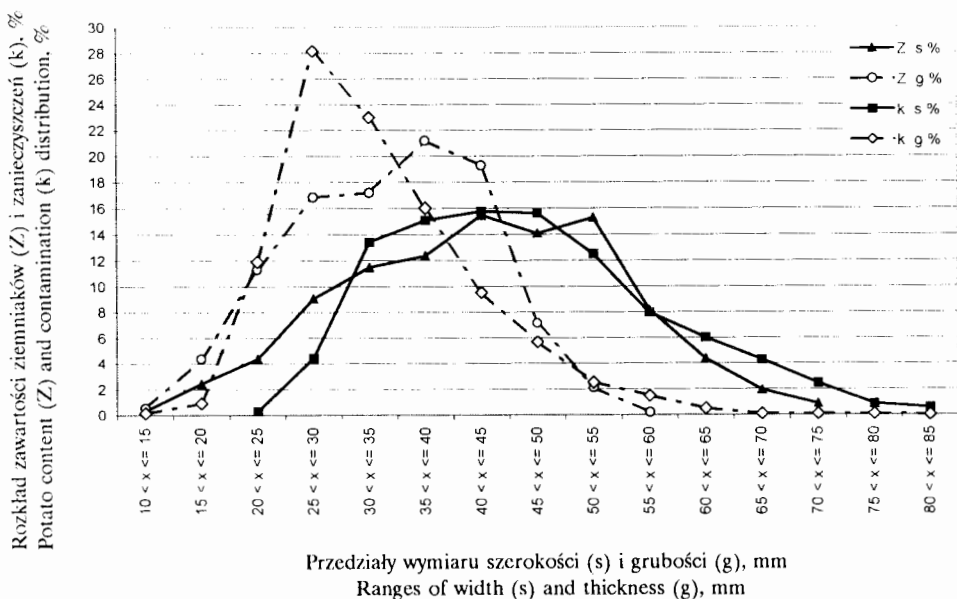
Wyniki i dyskusja

Zbiór ziemniaków odmiany 'Panda' dokonano na dwu plantacjach różniących się warunkami agrotechnicznymi: na glebie lekkiej zakamienionej, praktycznie pozbawionej brył oraz na glebie średniej, charakteryzującej się dużym zbryleciem (tab. 1).

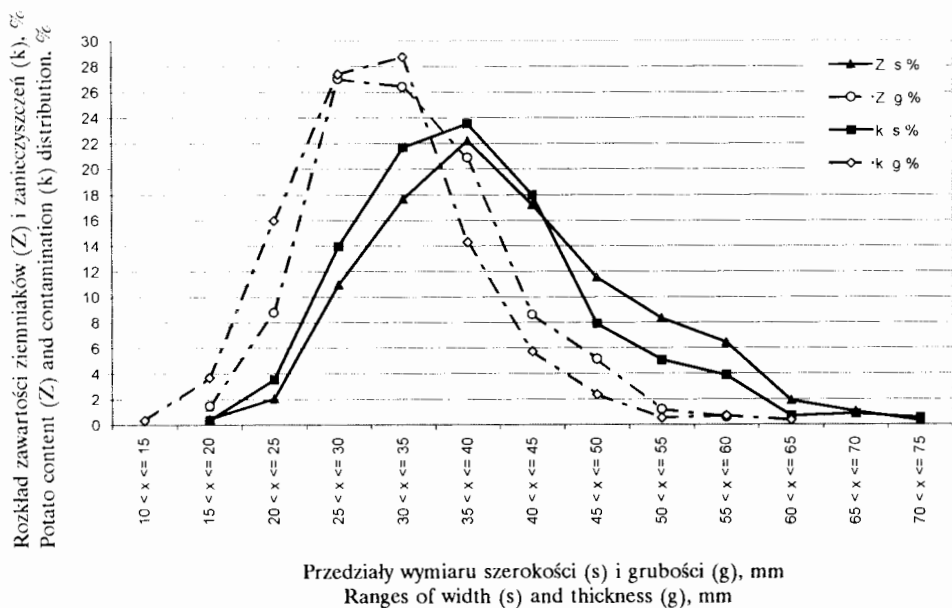
Wykazano, że wymiary charakterystyczne bulw oraz zanieczyszczeń (kamieni i brył), zarówno wymiary szerokości jak i grubości, były zbliżone pod względem rozkładu procentowego (rys. 1). Na glebie lekkiej wystąpiła nieznaczna różnica rozkładu procentowego wymiaru grubości. Brak jednoznacznych różnic w cechach rozdzielczych składników mieszaniny miał wpływ na niską efektywność wydzielenia zanieczyszczeń w mechanicznych zespołach separujących. W takich warunkach zbioru konieczne było zatrudnienie pracowników do wybierania pozostałych zanieczyszczeń.

Podczas zbioru ziemniaków na glebie lekkiej, zakamienionej, niezbrylonej, przy stosunku masowym zanieczyszczeń do bulw 0,06–0,74, wydajność pracownika (W_{R1}) zawiera się w przedziale 13–156 szt. \cdot min⁻¹, a sprawność wybierania kamieni (η_{k1}) była praktycznie stała i wynosiła 94,4–96,5% (rys. 2). Taka wysoka sprawność pracy wynika z występowania na glebie lekkiej zanieczyszczeń, których wymiar wyraźnie różni się od wymiaru bulw (rys. 1a), dzięki czemu są łatwiej oddzielane przez obsługę oraz z faktu, że ich ilość nie przekraczała możliwości ergonomicznych pracownika, która przez ZALEWSKIEGO [1974] jest przyjęta na poziomie 200 szt. \cdot min⁻¹.

a)

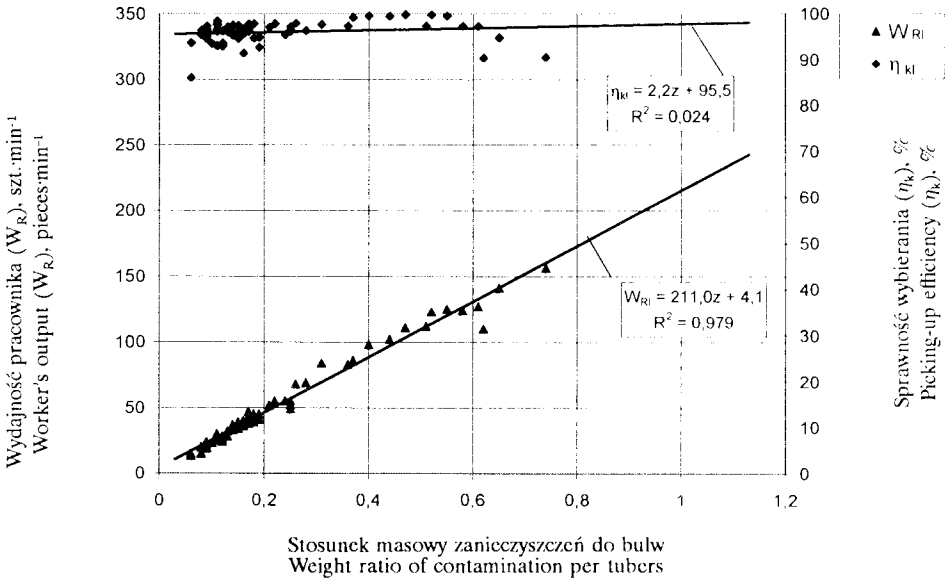


b)



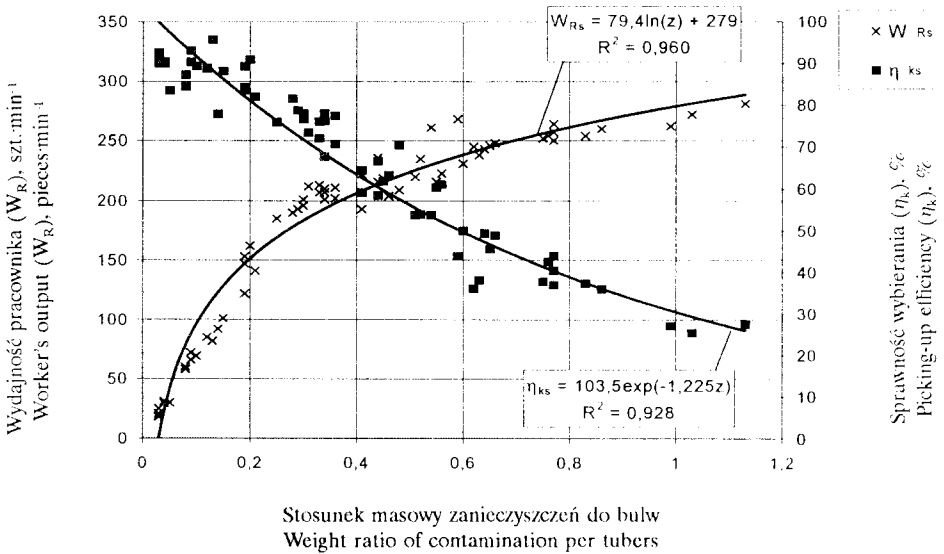
Rys. 1. Histogramy rozkładu procentowego szerokości i grubości bulw (Z) i zanieczyszczeń (k): a) – na glebie lekkiej, b) – na glebie średniej

Fig. 1. Percentage distribution histograms of tuber width and thickness (Z) and contaminations (k): a) – light soil, b) – medium soil



Rys. 2. Zależności wydajności pracownika W_{Rl} i sprawności wybierania brzoł i kamieni η_{kl} od stosunku masowego zanieczyszczeń do bulw, podczas zbioru na glebie lekkiej

Fig. 2. Dependence of worker's output W_{Rl} and clod and stone picking-up efficiency η_{kl} on the contamination-tuber mass ratio in light soil during harvesting



Rys. 3. Zależności wydajności pracownika W_{Rs} i sprawności wybierania brzoł i kamieni η_{ks} od stosunku masowego zanieczyszczeń do bulw, podczas zbioru na glebie średniej

Fig. 3. Dependence of worker's output W_{Rs} and clod and stone picking-up efficiency η_{ks} on contamination-tuber mass ratio in the medium soil during harvesting

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka warunków agrotechnicznych i niektóre parametry uprawy ziemniaków (wartości średnie ze wszystkich punktów pomiarowych)

Specification of agri-technical conditions and some parameters of potato cultivation (mean values of all measurements)

Mierzony parametr Measured parameters	Jedn. miary Unit	Gleba Soil	
		lekka light	średnia medium
Szerokość międzyrzędzi; Spacing of rows	m	0,75±0,05	0,75±0,03
Szerokość gniazd; Width of seats	m	0,340±0,025	0,325±0,015
Głębokość zalegania bulw; Depth of tuber placing	m	0,135±0,015	0,140±0,020
Wilgotność gleby; Soil moisture	%	8,76±0,24	16,51±0,91
Temperatura powietrza; Air temperature	°C	21,2±3,1	16,0±1,1
Temperatura gleby; Soil temperature	°C	21,1±1,7	15,0±0,6
Temperatura bulw; Tuber temperature	°C	16,9±1,3	15,4±0,5
Plon ziemniaków; Potato yield	t·ha ⁻¹	38,38±1,45	22,38±1,19
Zbrylenie gleby; Clodiness of soil	t·ha ⁻¹	1,04±0,23	29,95±10,45
Zakamienienie gleby; Stone content in soil	t·ha ⁻¹	8,71±2,97	0,12±0,01
Plon łącin; Haulm yield	t·ha ⁻¹	2,29±0,09	3,70±0,15
Szerokość bulw; Width of tuber	mm	43,4±12,04	41,06±9,81
Grubość bulw; Thickness of tuber	mm	34,81±8,49	33,62±6,99
Szerokość bryły kamienia; Width of clod stone	mm	47,39±12,66	38,82±9,32
Grubość bryły kamienia; Thickness of clod stone	mm	34,0±8,64	31,48±7,14

Podczas zbioru na glebie średniej, zbryłonej, niezakamienionej, przy stosunku masowym zanieczyszczeń do bulw 0,03–1,13, wydajność pracownika (W_{RS}) zawiera się w przedziale 18–281 szt. na min, a sprawność separacji wybierania brył (η_{ks}) wynosiła odpowiednio 90,9–27,5% (rys. 3). Z przebiegu krzywej wydajności wynika, że przy małym stosunku masowym zanieczyszczeń do bulw (do 0,3), wydajność pracy zwiększa się proporcjonalnie, a następnie dynamika przyrostu zmniejsza się i wydajność stabilizuje się na poziomie 250–260 szt. na min. Jeżeli stosunek masowy zanieczyszczeń do bulw nie przekracza 0,2, to sprawność wybierania jest stała i wynosi około 90%, a wydajność pracy zależy od bezwzględnej ilości zanieczyszczeń. Do prognozowania wydajności pracy pracownika, w funkcji stosunku masowego zanieczyszczeń (brył) do bulw, dostających się na stół przebieczy, można wykorzystać krzywą logarytmiczną (rys. 3). Obniżenie wydajności pracowników podczas zbioru na glebie średniej wynika z faktu przekroczenia ergonomicznych możliwości pracownika oraz z innego niż na glebie lekkiej rozkładu wielkości ziemniaków i zanieczyszczeń (rys. 1b). Na glebie średniej wystę-

powwały zanieczyszczenia o wymiarach zbliżonych do wymiarów bulw, dlatego były one trudniejsze do wydzielenia zarówno przez zespoły separacyjne kombajnu, jak i obsługę stołu przebiecznego.

Reasumując można stwierdzić, że podawanie oderwanej wartości wydajności wybierania zanieczyszczeń przez pracowników obsługujących stół przebieczny nie jest celowe.

Wskazane jest, aby wydajność ta była powiązana ze stosunkiem masowym zanieczyszczeń do bulw (z) w postaci funkcji $W_R = 79,4\ln(z) + 279$, a wydajność uwzględniająca możliwości ergonomiczne pracownika $200 \text{ szt.}\cdot\text{min}^{-1}$ stanowiła jedynie ograniczenie tej wielkości.

Wnioski

1. Wydajność wybierania zanieczyszczeń ze stołu przebiecznego zależy od stosunku masowego zanieczyszczeń do bulw i rodzaju wybieranych przez pracownika zanieczyszczeń.
2. Dla potrzeb modelowania procesu separacji materiału w kombajnie do zbioru ziemniaków i do prognozowania wydajności wybierania brył może być zastosowana funkcja logarytmiczna $W_R = 79,4\ln(z) + 279$ (z – stosunek masowy brył do bulw), której ograniczeniem jest wydajność uwzględniająca możliwości ergonomiczne pracownika (200 szt. na min).

Literatura

- KARWOWSKI 1982. *Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych*. T. 2, Cz. II. PWRiL, Warszawa: 428 ss.
- PIETROW G.D. 1972. *Kartofeleubocznyje maszyny*. Wydaw. Maszynostrojenie, Moskwa: 400 ss.
- ZALEWSKI P. 1974. *Metody oceny ergonomicznej maszyn rolniczych obsługiwanych ruchem powtarzalnym*. Roczn. Nauk Rol., Ser. D 152.

Słowa kluczowe: ziemniaki, sprawność separacji, wydajność pracownika

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu warunków zbioru ziemniaków na wydajność pracy pracowników wybierających zanieczyszczenia przy stole przebiecznym. Stwierdzono, że wydajność ta zależy od stosunku masowego zanieczyszczeń do bulw i rodzaju wybieranych przez pracownika zanieczyszczeń. Dla potrzeb modelowania matematycznego wydajność wybierania brył może być określona krzywą logarytmiczną.

EVALUATION OF CONTAMINATION PICKING-UP RATE ON THE PICK-UP TABLE IN THE POTATO COMBINE HARVESTER

Czesław Waszkiewicz, Aleksander Lisowski, Adam Strużyk
Department of Agricultural and Forest Machinery,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: potatoes, separation efficiency, worker's output

Summary

Investigations aimed at determination of the effect of potato harvesting conditions on the rate of work of people picking-up the contaminations on a pick-up table. It was found that the rate of work depended on the ratio between the contamination mass and the tubers, and also on the type of contaminations. The rate of picking-up clods can be described with a logarithmic curve for the purpose of mathematical modelling.

Mgr. inż. Adam **Strużyk**
Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 166
02-787 WARSZAWA
e-mail: struzyk@alpha.sggw.waw.pl