

EFEKTYWNOŚĆ WYKORZYSTANIA ZMODERNIZOWANEJ GÓRKI PALCOWEJ W MASZYNACH DO ZBIORU ZIEMNIAKÓW

Wojciech Tanaś

Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie. W publikacji przedstawiono jedną z możliwości zwiększenia intensywności procesu separacji w maszynach do zbioru ziemniaków. Efekt ten osiągnięto poprzez zastosowanie zmodernizowanej górki palcowej ze wstrząsaniem jej powierzchni roboczej. Przeprowadzona analiza wyników badań pozwoliła określić optymalną wartość parametrów roboczych górki palcowej.

Słowa kluczowe: zbiór, kombajn, górka palcowa, efektywność separacji, mechanizm wstrząsający, czystość, straty plonu

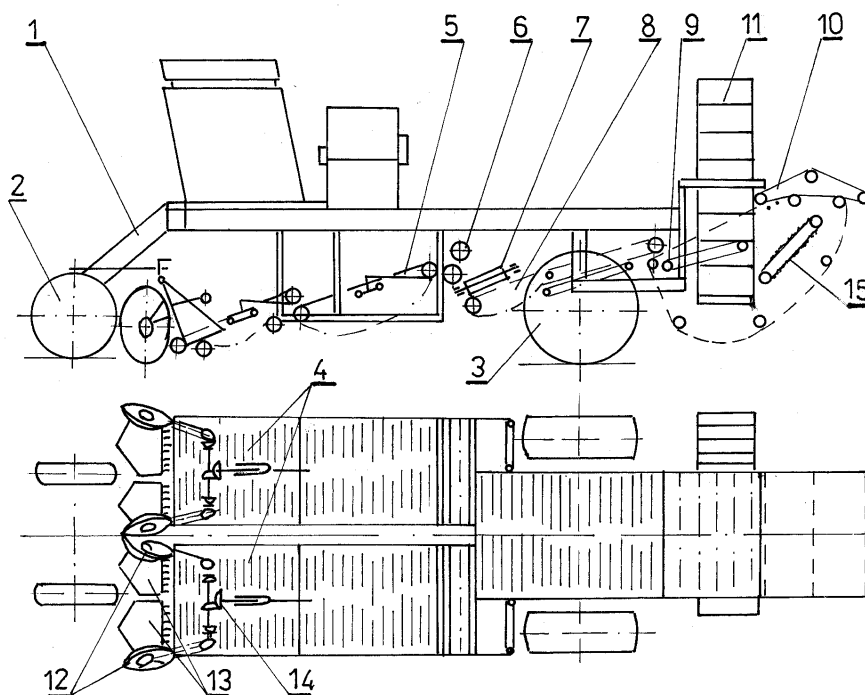
Wprowadzenie

Analiza rezultatów laboratoryjno-polowych badań samobieżnego kombajnu do zbioru ziemniaków KSK-4-1 (rys. 1) pokazuje, że przy prędkościach roboczych $1,1\text{--}1,6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($4\text{--}6\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) na glebach piaszczysto-gliniastych poziom zanieczyszczeń wynosi 22%, w tym 5% brył gleby. Straty bulw za górką palcową kombajnu dochodziły do 6%.

Na podstawie powyższych danych można stwierdzić, że jedną z możliwości doskonalenia pracy kombajnów jest zwiększenie zdolności separującej jego zespołów roboczych. W większości kombajnów do zbioru ziemniaków mieszanina technologiczna separowana jest na przenośnikach prętowych, a w końcowej fazie na górcie palcowej zespołów oddzielających lęty [Lisowski 1999; Tanaś 2001].

Górka palcowa ma możliwości regulacji kąta nachylenia β w granicach $35\text{--}55^\circ\text{C}$. W celu ograniczenia strat ziemniaków w czasie zbioru kąt nachylenia nastawia się na maksymalną wartość. Prowadzi to jednak do wzrostu poziomu zanieczyszczeń plonu, szczególnie bryłami gleby. Skutkiem tego procesu czystość plonu jest ograniczona i nie odpowiada wymaganiom agrotechnicznym [Marks i in. 1977].

Biorąc pod uwagę to, że górka palcowa jest jednym z droższych zespołów roboczych kombajnu KSK-4-1, nie można ograniczyć jej roli tylko do czynnika zwiększającego czystość plonu. W związku z tym wynika potrzeba udoskonalenia konstrukcji górki palcowej w celu intensyfikacji procesu separacji na jej powierzchni [Tanaś 2001].



Rys. 1. Schemat technologiczny kombajnu KSK-4-1 (źródło własne): 1 - rama, 2 - koła kopiujące, 3 - koła jezdne napędowe, 4,5 - przenośniki prętowe –separujące, 6 –bębny pneumatyczne, 7 - przenośnik poprzeczny, 8 - przenośnik separujący, 9 - przenośnik podający, 10 - taśma oddzielnicza łąt, 11 - przenośnik wyładowczy, 12 - aktywne kroje tarczowe, 13 - zespół podkopujący z lemieszami pasywnymi, 14 - układ napędowy zespołu separującego, 15 - górką palcowa

Fig. 1. Technological diagram of the KSK-4-1 harvester (own source): 1 – frame, 2 – copying wheels, 3 – ground drive wheels, 4,5 – separating bar –type conveyors, 6 – pneumatic drums, 7 – transverse conveyor, 8 – separating conveyor, 9 – feed conveyor, 10 – haulm separator belt, 11 – unloading conveyor, 12 – active disk cuts, 13 – digging unit with passive shares, 14 – separating unit drive system, 15 – haulm separation conveyor

Materiał, metody, wyniki badań

W tym celu przeprowadzono badania wstępne, pozwalające ocenić zdolność separującą górkę palcowej, wpływ kąta jej nachylenia β na czystość plonu oraz poziom strat powodowany przez górkę.

Badania przeprowadzono w czasie zbioru ziemniaków w okresie jesiennym 2005 roku na glebach piaszczysto-gliniastych o wilgotności 16%. Plon ziemniaków odmiany „Sante” wynosił 22-25 t/ha.

Zgodnie z metodyką badań maszyn do zbioru ziemniaków przeprowadzono agrotechniczną ocenę jakości pracy kombajnu KSK-4-1. Ocenę przeprowadzono przy trzech wartościach kąta nachylenia górkę palcowej: $\beta_1 = 40^\circ$, $\beta_2 = 45^\circ$ i $\beta_3 = 50^\circ$. W czasie badań kombajn przebywał odcinki o długości 10 m z prędkością 5 km/h. Po przejeździe kombajnu przez kolejny odcinek przeprowadzono ważenie bulw, kamieni, brył i resztek gleby schodzących z przenośnika wyładowniczego i górkę palcowej za kombajnem. Mieszanina technologiczna była gromadzona na dwóch plandekowych pasach o wymiarach 10 x 2 m jeden obok kombajnu, drugi za.

Badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Obróbkę statystyczną przeprowadzono zgodnie z metodologią zalecaną przez [Mielnikow 1980; Pabis 1985].

Zgodnie z powyższą metodyką i wg *kryterium Kochrena* – *W* stwierdzono, że rozkład wartości czystości plonu i jego strat odpowiada normalnemu rozkładowi.

W tabeli 1 przytoczono wartości wskaźników statystycznych czystości plonu i jego strat za górkę palcową.

Tabela 1. Wskaźniki statystyczne czystości i strat plonu ziemniaków (źródło własne)
Tabela 1. Statistical indexes of potato purity and crop losses (own source)

Nr doświadczenia	Czystość plonu, [%]			Straty bulw za górkę		
	$\beta_1 = 40^\circ$	$\beta_2 = 45^\circ$	$\beta_3 = 50^\circ$	$\beta_1 = 40^\circ$	$\beta_2 = 45^\circ$	$\beta_3 = 50^\circ$
1	45,5	52,4	43,5	25,2	8,5	7,4
2	49,1	43,3	37,0	26,9	11,1	5,0
3	48,9	45,4	37,4	24,9	11,2	7,6
Średnia	47,8	47,0	39,3	25,7	10,3	6,7
Dyspersja	4,1	22,7	13,2	1,2	3,2	1,5

Na podstawie danych z tabeli 1 i metodyki Mielnikowa i Pabisa otrzymano analityczną zależność opisującą wpływ kąta nachylenia górkę palcowej β na czystość plonu Z i jego straty P :

$$Z = -207,3 + 12,1\beta - 0,14\beta^2 \quad (1)$$

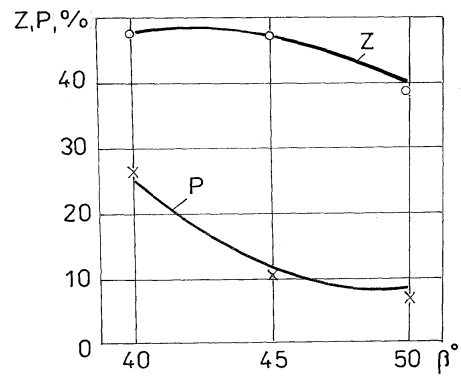
$$P = 571 - 23\beta + 0,24\beta^2 \quad (2)$$

Zależności (1) i (2) przedstawiono graficznie na rys. 2.

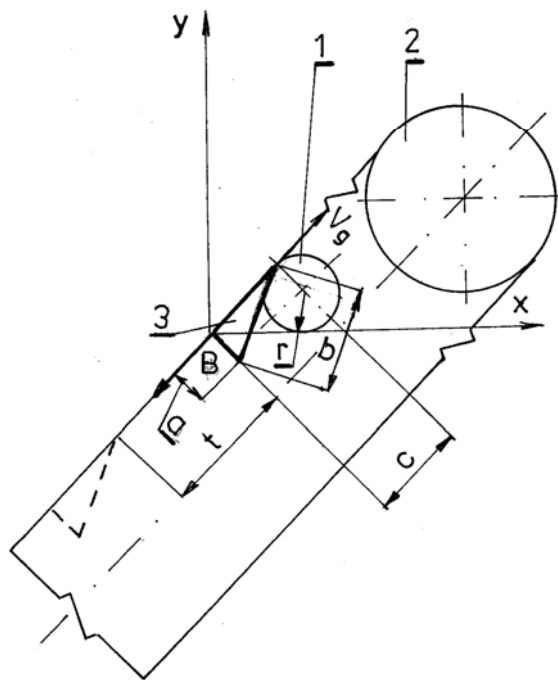
Analiza statystyczna równań (1) i (2) pokazuje, że maksymalną czystość plonu uzyskano przy $\beta = 43^\circ$, a minimalny poziom strat przy $\beta = 49^\circ$. Z powyższego wypływa wniosek, że intensyfikacja procesu separacji na górkę palcowej może odbywać się poprzez zmniejszenie kąta jej nachylenia przy zachowaniu niskiego poziomu strat bulw.

W tym celu przeprowadzono modernizację seryjnej górkę palcowej (rys. 3). Przenośnik podający masę technologiczną z prędkością $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ustawiono pod kątem 8° [Tanaś, Zawierucha, 2006].

Na wewnętrznej stronie taśmy górkę palcowej przytwierdzono po trzy rzędy krzywek. Odległość między krzywkami w rzędzie wynosiła $t = 0,16 \text{ m}$ a długość krzywki $c = 0,065 \text{ m}$. Dla swobodnego przejścia krzywek wały górkę palcowej mają konstrukcję pierścieniową. W górnej części górkę palcowej ustanowiono wał z rolkami o promieniu $r = 0,03 \text{ m}$ z mechanizmem umożliwiającym zmianę amplitudy A wstrząsania powierzchni górkę poprzez zmianę położenia wału wraz z rolkami.



Rys. 2. Zależność czystości plonu Z i strat bulw P od kąta nachylenia górki palcowej β
 Fig. 2. Relation between crop purity Z and tuber losses P , and haulm separation conveyor inclination angle β



Rys. 3. Schemat mechanizmu wstrząsającego powierzchnią górki palcowej: 1 – rolka, 2 – górka, 3 – krzywka
 Fig. 3. Diagram showing a mechanism, which shakes haulm separation conveyor surface: 1 – roller, 2 – haulm separation conveyor, 3 – cam

Efektywność wykorzystania...

W wyniku powyższej modernizacji bryły gleby powinny zostać rozbite a podrzucone ziemniaki przez mechanizm krzywkowy muszą trafić na przenośnik wyładowniczy kombajnu.

W celu określenia efektywności modernizacji górkę palcowej przeprowadzono laboratoryjno-polowe badania kombajnu KSK-4-1 wyposażonego w modernizowaną górkę palcową. Na podstawie uzyskanych wyników badań polowych przeprowadzono analizę zależności:

$$Z, P = f(\beta, A, V_g) \quad (3)$$

gdzie:

- β – kąt nachylenia górkę (X_1),
- A – amplituda wstrząsania (X_2),
- V_g – prędkość robocza powierzchni górkę (X_3),
- Z – Y_1 ,
- P – Y_2 .

W tabeli 2 przytoczono plan przeprowadzonego ortogonalnego eksperymentu.

Tabela 2. Plan eksperymentu polowego (źródło własne).

Table 2. Field experiment plan

Nr doświadczenia	Wartości kodowane parametrów			Odpowiedzi - rezultaty	
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
	$\beta, ^\circ$	A, mm	$V_g, \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	$Z, \%$	$P, \%$
1.	40	4	0,91	77,4	21,8
2.	50	4	0,91	61,7	6,0
3.	40	22	0,91	70,7	11,8
4.	50	22	0,91	52,3	2,2
5.	40	4	1,16	68,3	18,6
6.	50	4	1,16	53,6	4,0
7.	40	22	1,16	65,4	7,8
8.	50	22	1,16	49,7	1,5
9.	39	13	1,04	88,0	9,8
10.	51	13	1,04	70,7	2,1
11.	45	0	1,04	73,3	16,3
12.	45	26	1,04	65,7	8,0
13.	45	13	0,88	78,6	6,9
14.	45	13	1,19	72,0	5,1
15.	45	13	1,04	82,3	6,3

Realizacja badań polowych wg przytoczonego w tabeli 2 planu i warunków (tab. 3) pozwoliła na otrzymanie równań regresji opisujących proces separacji na górcie palcowej.

$$Y_1 = 84,81 + 7,8X_1 - 2,9X_2 - 3,0X_3 - 4,3X_1^2 - 10,9X_2^2 - 7,0X_3^2 \quad (4)$$

$$Y_2 = 7,1 - 5,2X_1 - 3,5X_2 - 1,1X_3 + 3,5X_2^2 + 1,9X_1X_2 \quad (5)$$

W wyniku różniczkowania zależności (4) i (5) otrzymano optymalne wartości parametrów pracy zmodernizowanej górci, przy których czystość plonu Z jest maksymalna a straty bulw P minimalne:

dla:

$$Z_{max} = 88,9\% \text{ dla: } P_{min} = 3,0\%$$

$$\beta_{opt} = 40,4^\circ \quad \beta_{opt} = 50^\circ$$

$$A_{opt} = 11,8 \text{ mm} \quad A_{opt} = 15 \text{ mm}$$

$$Vg_{opt} = 1,02 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad Vg_{opt} = 0,89 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Tabela 3. Warunki badań polowych i wyniki oceny agrotechnicznej

Table 3. Conditions of field research and agro-engineering assessment results

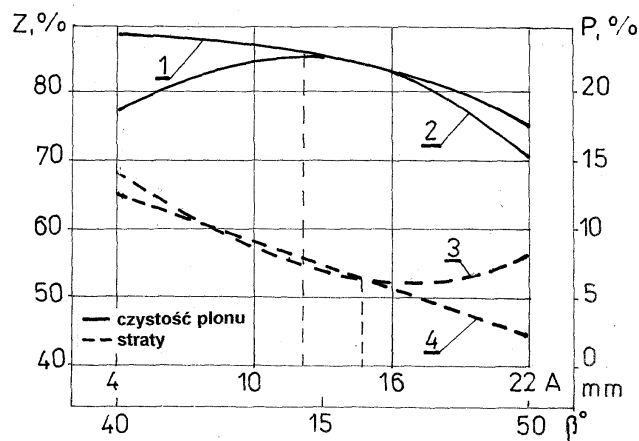
Wskaźniki	Kombajn KSK-4-1	
	modernizowany	seryjny
Prędkość robocza [kmh^{-1}]	5	5
Głębokość podkopywania [m]	0,18	0,18
Plon ziemi [t]	240	240
Gleba	piaszczysto-gliniasta	piaszczysto-gliniasta
Czystość plonu [%]:		
a) bulwy	88,7	80,5
b) gleba	4,5	7,2
c) kamienie	2,1	5,8
d) resztki roślinne	4,7	6,5
Straty plonu na powierzchni pola	4,6	16,1
Wilgotność	22	22

Źródło własne

Podsumowanie

Z analizy przytoczonych parametrów wynika, że zdolność separującą górci palcowej można zwiększyć poprzez zmianę wartości amplitudy wstrząsania A i prędkości Vg . Poprzez zmianę kąta nachylenia górci β cel ten osiągnąć jest trudniej, gdyż między czystością plonu a jego stratami zachodzi związek zwrotny (rys. 4).

W celu obniżenia strat bulw do minimum należy kąt β zwiększyć do 45° , a amplitudę wstrząsania A do 13 mm. Przy takich parametrach pracy zmodernizowanej górci czystość plonu wynosiła $Z = 85,1\%$, straty $P = 7,4\%$ a w seryjnej odpowiednio $Z_s = 80\%$ i $P_s = 16\%$.



Rys. 4. Zależności czystości plonu Z i jego strat P od parametrów górkę (źródło własne)
 Fig. 4. Relations between crop purity Z and its losses P , and haulm separation conveyor parameters

1- $Z = f(\beta)$ przy $V_g = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $A = 13 \text{ mm}$

2- $Z = f(A)$ przy $V_g = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\beta = 45^\circ$

3- $P = f(A)$ przy $V_g = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\beta = 45^\circ$

4- $P = f(\beta)$ przy $V_g = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $A = 13 \text{ mm}$.

Zastosowanie zmodernizowanej górkę palcowej w kombajnie KSK-4-1 pozwoliło obniżyć nakłady pracy o 220 rbh a całkowite koszty zbioru i obróbki pozbiorowej o 10 528 złotych z modelowej plantacji o powierzchni 100 ha.

Bibliografia

- Mielnikow S.W. 1980. Planowanie eksperymentu w badaniach sielскохозяйственных процесов. Колюс, Ленинград. s. 71-97.
- Pabis S. 1985. Metodologia i metody nauk empirycznych. PWN, Warszawa, ISBN 83-01-05256-2.
- Marks N., Baran D., Baran P., Krzysztofik B., Sobol Z. 1997. Wpływ nowej techniki uprawy na powstawanie mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka podczas zmechanizowanego zbioru. Inżynieria Rolnicza 1(1). s. 71-76.
- Lisowski A. 1999. Modele matematyczne opisujące pracę agregatu do zbioru ziemniaków. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 6. s. 17-20.
- Tanaś W. 2001. Rozробotka niektórych rekomendacji po rozwiązaniu koncepcji powyszenia produkcji kartofla i owoszczej. BGTU. Mińsk. s. 46-60.
- Tanaś W., Zawierucha M. 2006. Proces separacji mieszaniny technologicznej na górkę palcowej kombajnu do zbioru ziemniaków. Inżynieria Rolnicza 12(87). s. 501-509.

EFFICIENCY OF USING A MODERNISED HAULM SEPARATION CONVEYOR IN POTATO CROPPING MACHINES

Summary. The publication presents one of potential solutions allowing to increase separation process intensity in potato cropping machines. This effect was achieved by using a modernised haulm separation conveyor provided with a mechanism shaking its working surface. Completed analysis of test results allowed to determine optimal values for haulm separation conveyor operating parameters.

Key words: crop, harvester, haulm separation conveyor, separation efficiency, shaking mechanism, purity, crop losses

Adres do korespondencji:

Wojciech Tanaś; e-mail: wojciech.tanas@ar.lublin.pl
Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Głęboka 28
20-612 Lublin