

Krzysztof Klamka, Piotr Budyn, Paweł Kielbasa
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie

WPLYW CECH ODMIANOWYCH NA WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA BULW ISTOTNEGO W PROCESIE SEPARACJI PŁONU ZIEMNIAKÓW

Streszczenie

Badano wpływ cech odmianowych na wartość współczynnika tarcia kinetycznego bulw. Badania przeprowadzono na polach gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce. Badaniami objęto pięć odmian ziemniaków uprawianych na glebie średnio zwięzłej. Zakres badań obejmował pomiar: współczynnika tarcia kinetycznego, wskaźnika wypełnienia gabarytowego, ciśnienia wywieranego przez bulwę na podłoże. Odnotowano duży wpływ odmiany na współczynnik tarcia kinetycznego, niewielki na ciśnienie wywierane przez bulwę na podłoże.

Słowa kluczowe: bulwa, współczynnik tarcia, odmiana ziemniaków

Wykaz oznaczeń

- a – długość bulwy [cm],
- b – szerokość bulwy [cm],
- c – grubość bulwy [cm],
- ε – wskaźnik wypełnienia gabarytowego bulwy, [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$],
- g – przyspieszenie ziemskie, [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$],
- m – masa bulwy, [g],
- m_r – masa ramienia spoczywającego na badanym obiekcie ($m_r=20\text{g}$), [g],
- P – ciśnienie wywierane przez bulwę na podłoże, [Pa],
- F – siła tarcia bulwy, [N],
- F_c – ciężar bulwy, [N].

Wstęp

Obecny rozwój rolnictwa stawia mechanizację i automatyzację na jednym z pierwszych miejsc w procesach produkcyjnych. Przy projektowaniu tego typu procesów bardzo ważne jest rozpoznanie jak największej ilości cech materiału biologicznego

poddawanego obróbce. Prawidłowe poznanie cech, zarówno biologicznych jak i reologicznych powoduje, że maszyny nowej generacji używane w rolnictwie są wydajniejsze, mają nie tylko większą sprawność, ale również w mniejszym stopniu uszkadzają plon roślin. Dlatego też ciągle poznawanie cech materiałów biologicznych jest uzasadnione, ponieważ wprowadzanie do produkcji nowych odmian ziemniaków dezaktualizuje wyniki badań [Fleszer, Fabian 1993].

W urządzeniach separujących, gdzie najczęściej mamy do czynienia z tarciami bulw o powierzchni elementów maszyn zagadnienie to jest równie ważne jak w przypadku kojarzenia materiałów konstrukcyjnych. Miarą tarcia jest opór równoważony wypadkową siłą styczną podczas przemieszczania jednego ciała względem drugiego [Karwowski 1982].

Podczas badania materiałów roślinnych ważne jest uwzględnienie zmian wartości nacisku, stosunku powierzchni elementarnej do całkowitej oraz zmian współczynnika tarcia wynikających głównie z różnej wilgotności roślin i prędkości ruchu, oraz różnego ułożenia materiału względem kierunku ruchu jak również dużej różnorodności kształtu ziemniaków [Ślipek i in. 1987].

Cel i zakres badań

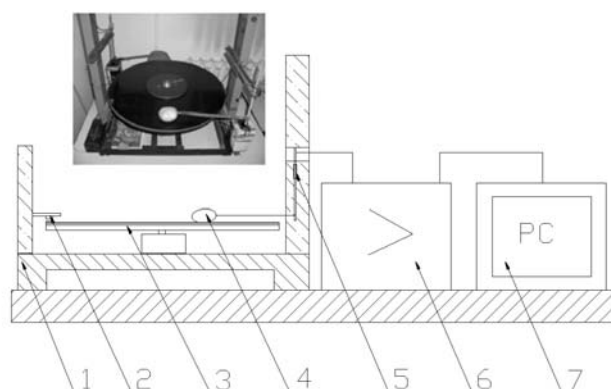
Celem badań była analiza wpływu cech odmianowych na wartość współczynnika tarcia bulw.

Materiał badawczy pozyskano z pól gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce położonego na terenie województwa opolskiego. Badaniami objęto pięć odmian ziemniaków (Ditta, Hermes, Markies, Satina i Saturna) uprawianych na glebie średniozwięzłej. Zakres badań obejmował: wyznaczenie współczynnika tarcia kinetycznego bulw, ciśnienia wywieranego przez bulwę na powierzchnię trącą i współczynnika wypełniania gabarytowego. Czynności wchodzące w skład technologii uprawy ziemniaków przedstawiono tabeli 1.

Materiał badawczy w liczbie 60 szt. wybierano bezpośrednio z redliny plantacji ziemniaków gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce. Bulwy układano w pojemnikach i przysypywano ziemią pobraną z plantacji, celem odzwierciedlenia warunków fizycznych redliny. Przed przytępieniem do badań laboratoryjnych bulwy ziemniaków poddano myciu pod bieżącym strumieniem wody o temperaturze 15°C. Badanie laboratoryjne przeprowadzono w pomieszczeniu o temperaturze 20±2°C i wilgotności powietrza wynoszącej 50±2%. Stanowisko badawcze do pomiaru i rejestracji rzeczywistej siły tarcia kinetycznego bulw o podłoże wykonano w Katedrze Eksploatacji Maszyn Rolniczych Akademii Rolniczej w Krakowie (rys. 1) w formie stołu obrotowego o średnicy 0,62m i pionowej osi obrotu [Budyn 1998]. Chropowatość powierzchni gumowej wynosiła $Ra = 0,98 \mu m$.

Tabela 1. Czynności, maszyny i narzędzia stosowane w uprawie i zbiorze ziemniaków
Table 1. Operations, machines and implements used to cultivate and harvest potatoes

Rodzaj czynności	Typ maszyny
Siew nawozów potasowych	6-7 kg K ₂ O na 1 tonę plonu (rozsiewacz 6 tonowy)
Orka zimowa	plóg 10 skibowy
Siew nawozów NP	superfosfat wzbogacony 40% P ₂ O ₅ dawka 70 kg/ha; saletra amonowa/siarczan amonu/ saletrzak – 100-140 kg/ha
Głęboszowanie ścieżek przejazdowych	głębosz dwuzębny
Uprawa przed sadzeniem	brona wirnikowa o szerokości roboczej 8m, głębokość pracy 18 cm,
Sadzenie	sadzarka 6 rzędowa Grimme z zasobnikiem na 5 ton,
Formowanie redlin	obsypnik 6 rzędowy
Ochrona herbicydowa, fungicydowa/insektycydowa	opryskiwacz samobieźny SAM, szerokość robocza 27 m,
Niszczenie naci	ścinacz łętów 2 rzędowy
Zbiór	kopaczka 4 rzędowa, kopaczka 2 rzędowa z elewateorem przeładunkowym



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego do wyznaczania współczynnika tarcia kinetycznego bulw: 1 – rama mocująca, 2 – czujnik indukcyjny, 3 – powierzchnia trąca, 4 – bulwa, 5 – czujnik tensometryczny, 6 – wzmacniacz tensometryczny, 7 – komputer pomiarowy [Budyn i in. 2004]

Fig. 1. A diagram of the measurement system for establishing the coefficient of the kinetic friction of bulbs: 1 – supporting frame, 2 – induction sensor, 3 – rubbing surface, 4 – bulb, 5 – extensometric sensor, 6 – extensometric amplifier, 7 – measuring computer

Natomiast wymiary liniowe niezbędne do wyznaczenia wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw oraz powierzchni styku bulwy z podłożem trącym wyznaczono metodą video-komputerową [Kielbasa i in. 2005]. Właściwości bulw istotne w procesie separacji i sortowania plonu ziemniaków wyliczono ze wzorów [Gilewicz 1979]:

c) wskaźnik wypełnienia gabarytowego

$$\varepsilon = \frac{m}{a \cdot b \cdot c} \quad (g \cdot cm^{-3})$$

d) ciśnienie wywierane przez bulwę na podłoże

$$P = \frac{m \cdot g}{100 \cdot S} \quad (\text{kPa})$$

W przypadku wyznaczania współczynnika tarcia kinetycznego bulw o podłoże gumowe zainstalowany program rejestrował wartość średnią siły tarcia bulw, jednocześnie zapisując dane w pliku tekstowym na dysku komputera wyliczając współczynnik tarcia kinetycznego wg. wzoru:

$$\mu = \frac{F}{F_c}$$

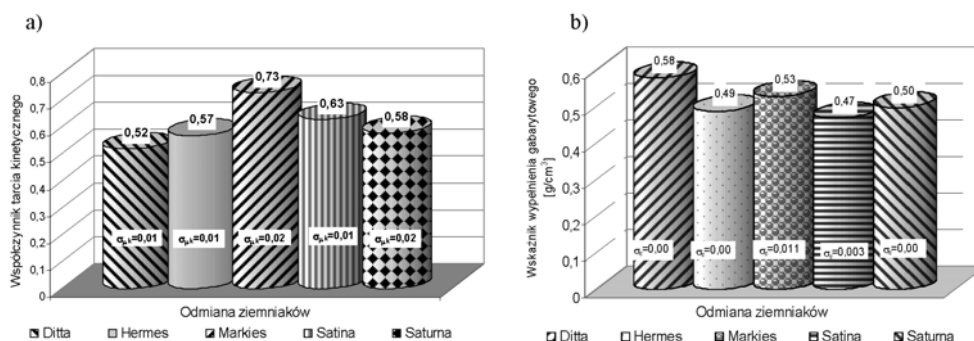
Gdzie siłę nacisku bulwy obliczono z zależności:

$$F_c = \frac{(m + m_r) \cdot g}{1000} \quad (\text{N})$$

Wyniki badań

Na rysunku 2a i 2b przedstawiono średnie wartości współczynnika tarcia kinetycznego bulw ziemniaka o podłoże gumowe (rys. 2a) i wartości średnie współczynnika wypełnienia gabarytowego (rys. 2b) bulw badanych odmian ziemniaków.

Średnie wartości współczynnika tarcia kinetycznego (rys. 2a) bulw badanych odmian ziemniaków plasowały się na poziomie 0,61, natomiast największą wartość odnotowano w przypadku odmiany Markies wynoszącą 0,73 stanowiącą ok. 29% różnicę względną w stosunku do najmniejszej wartości współczynnika tarcia kinetycznego dla bulw odmiany Ditta. Bulwy badanych odmian ziemniaków charakteryzowały się niewielkim zróżnicowaniem wewnątrz odmiany, błąd standardowy średniej wynosił średnio 0,014.



Rys. 2. Średnie wartości współczynnika tarcia kinetycznego bulw o podłoże gumowe (a) oraz średnie wartości współczynnika wypełnienia gabarytowego bulw ziemniaków (b)

Fig. 2. Average values of the kinetic friction coefficient of bulbs on a rubber base (a) and the average values of the size filling ratio of potato bulbs (b)

Odnośnie współczynnika wypełnienia gabarytowego (rys. 2b) bulw badanych odmian ziemniaków, zaobserwowano, że średnia wartość dla bulw wszystkich odmian ziemniaków wynosiła 0,51 g·cm⁻³. Różnica względna pomiędzy skrajnymi wartościami tego parametru odnotowanymi dla bulw odmiany Ditta i Satina wynosiła około 9%. Błąd standardowy średniej oscylował w granicach od 0,003 g·cm⁻³ do 0,011 g·cm⁻³.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy wariancji z testem Duncana dla zbadania różnic pomiędzy wartościami średnimi współczynnika tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków.

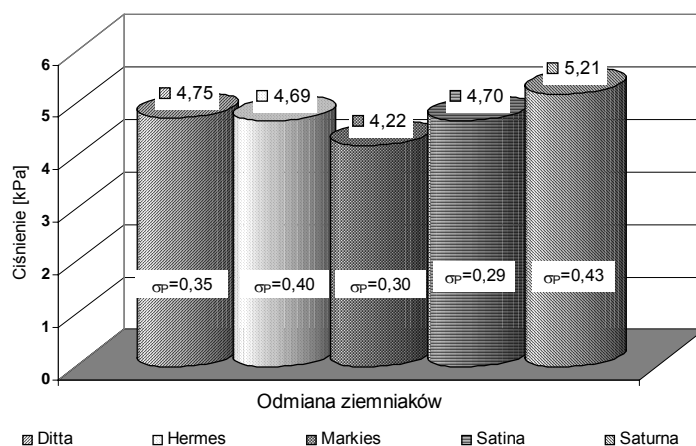
Tabela 2. Analiza wariancji z testem Duncana dla wartości średnich współczynnika tarcia kinetycznego bulw

Table 2. Variance analysis using the Duncan test for the average values of the kinetic friction coefficient of bulbs

Odmiana ziemniaków	Odmiana ziemniaków				
	Ditta	Hermes	Markies	Satina	Saturna
Ditta	X				
Hermes		X			
Markies	*	*	X		
Satina	*	*	*	X	
Saturna	*	*	*	*	X

* - różnica istotna ($\alpha = 0,05$)

Zaobserwowano dziewięć statystycznie istotnych różnic na dziesięć możliwych w wartościach średnich współczynnika tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków. Na rysunku 3 przedstawiono średnie wartości ciśnienia wywieranego przez badane bulwy na powierzchnie trącą.



Rys. 3. Średnie wartości ciśnienia wywieranego przez bulwy na powierzchnie trącą

Fig. 3. Average values of the pressure of bulbs on the rubbing surface

Średnia wartość ciśnienia wywieranego przez bulwy badanych odmian ziemniaków na powierzchnie trącą plasowała się na poziomie 4,71 kPa, największą wartość ciśnienia wywieranego przez bulwy na powierzchnie trącą odnotowano w przypadku odmiany Saturna wynoszącą 5,21 kPa będącą o 20% większą w stosunku do najniższej wartości odnotowanej w przypadku bulw odmiany Markies.

Analiza wariancji z testem Duncana na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ wskazała trzy statystycznie istotne różnice na dziesięć możliwych w wartościach średnich ciśnienia wywieranego przez bulwy badanych odmian ziemniaków na powierzchnie trącą.

Podsumowanie

1. W przypadku współczynnika tarcia kinetycznego bulw odnotowano statystycznie istotne różnice pomiędzy wszystkimi badanymi bulwami ziemniaków z wyjątkiem dwóch odmian Ditta i Hermes.
2. Średnia wartość wskaźnika wypełnienia gabarytowego w przypadku badanych ziemniaków wynosiła $0,51 \text{ g/cm}^3$.

3. Zakres ciśnienia wywieranego przez bulwy na powierzchnie trącą wynosił od 4,22 kPa w przypadku bulw odmiany Markies do 5,21 kPa dla odmiany Saturna. Zaobserwowano trzy na dziesięć możliwych statystycznie istotnych różnic w wartościach średnich ciśnienia wywieranego przez bulwy badanych odmian ziemniaków na powierzchnie trącą.

Bibliografia

Budyn P. 1993. Badanie wybranych właściwości powierzchniowych bulw ziemniaka z punktu widzenia ich znaczenia w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej. Zesz. Nauk. AR, nr 178.

Budyn P., Kielbasa P. 2004. Physical characteristics of stones and soil clumps contaminating potato harvests. Bichnik, nr 8.

Fleszer J., Fabian H. 1993. Badania zależności wymiarowo-masowych bulw ziemniaka. Zeszyt naukowy nr. 15, Wydział Mechanizacji Wyższej szkoły Inżynierskiej, Koszalin.

Karwowski T. 1982. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych T.II Maszyny do zbioru ziemniaków. PWRiL, Warszawa.

Kielbasa P., Budyn P. 2005. Zastosowanie techniki wideo komputerowej przy wyznaczaniu cech fizycznych bulw. Inżynieria rolnicza, nr. 8(68).

Macepuro M.F. 1959. Technologiczieskije osnovy mechanizacji uborki kartofiel. Gosudarstwiennyje izdatielstwo, BSSR, Mińsk.

Ślipek Z., Frączek J., Złobecki A. 1987. Pomiar tarcia zewnętrznego materiałów roślinnych. Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 321.

**INFLUENCE OF VARIETAL CHARACTERISTICS ON THE BULB
FRICTION COEFFICIENT, WHICH IS OF IMPORTANCE
IN THE SORTING OF THE POTATO HARVEST**

Summary

The influence of varietal characteristics on the coefficient of the kinetic friction of bulbs. The research was conducted on the fields of the Top Farms Głubczyce farm. The study covered five potato varieties grown in medium-compact soil. The range of research included: measuring the kinetic friction, the size filling ratio and the pressure exerted by the bulb on the base. The variety was found to significantly influence the kinetic friction coefficient, while its influence on the pressure of the bulb on the base was small.

Key words: potato varieties, potato tubers, kinetic friction coefficient