

WPŁYW NAWADNIANIA PLANTACJI ZIEMNIAKA NA CECHY BULW ISTOTNE W PROCESIE ZBIORU I OBRÓBKI POZBIOROWEJ

Krzysztof Klamka

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Badano wpływ nawadniania plantacji ziemniaków na wskaźniki sferyczności oraz wartość zewnętrznego współczynnika tarcia kinetycznego bulw. Badania przeprowadzono na polach gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce. Porównywano trzy odmiany ziemniaków nawadnianych i nie nawadnianych uprawianych na glebie średnio zwięzłej. Zakres badań obejmował pomiar: wymiarów liniowych bulw, powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę i powierzchnię styku bulwy z podłożem, wyznaczenie współczynników sferyczności, zewnętrznego współczynnika tarcia kinetycznego, wskaźnika wypełnienia gabarytowego, ciśnienia wywieranego przez bulwę na podłoże.

Słowa kluczowe: bulwa, odmiana, współczynniki sferyczności i tarcia

Wykaz oznaczeń

- a – długość bulwy [m],
- b – szerokość bulwy [m],
- c – grubość bulwy [m],
- 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],
- μ – współczynnik tarcia kinetycznego bulw
- S – maksymalna powierzchnia rzutu bulwy na płaszczyznę [cm^2],
- S_1 – powierzchnia styku bulwy z podłożem trącym [cm^2],
- W_a – współczynnik wydłużenia bulw
- W_c – współczynnik spłaszczenia bulw

Wprowadzenie

W walce o jakość plonu ogromną pozytywną rolę odgrywa prawidłowa agrotechnika, jednak przeszkodą bywa często niedobór lub niekorzystny rozkład opadów. Nierównomierny rozkład opadów przypadający w okresie po tuberyzacji, gdy zawiązane bulwy powiększają swoją wielkość i masę, zakłóca prawidłowy wzrost bulw. Po wznowieniu opadów tworzą się bulwy o tzw. kształtach lalkowatych. Nawadnianie plantacji stwarza dobre warunki do niezakłóconego prawidłowego wzrostu bulw, a przez to do uzyskania ich właściwego kształtu [Głuska 1997].

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 uszkodzają plon roślin. Dlatego też ciągle poznawanie cech materiałów biologicznych jest uzasadnione, ponieważ wprowadzanie do produkcji nowych odmian ziemniaków dezaktualizuje wyniki badań [Fleszer i in. 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].

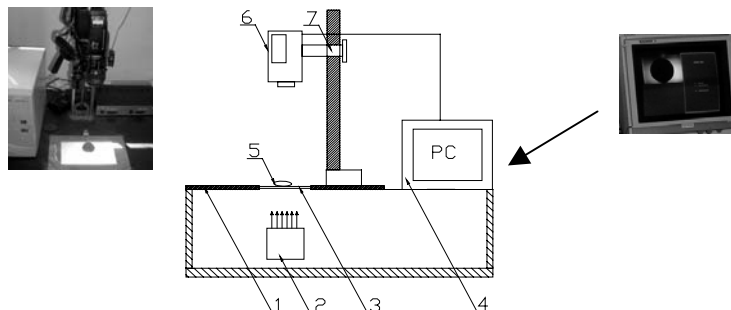
Cel i metodyka badań

Celem badań była analiza wpływu sztucznego nawadniania plantacji ziemniaków na wskaźniki sferyczności oraz wartość zewnętrznego współczynnika tarcia kinetycznego bulw.

Materiał badawczy pobrano z pól gospodarstwa rolnego Top Farms Głubczyce położonego na terenie województwa opolskiego. Badaniami objęto trzy odmiany ziemniaków (Hermes, Innovator, Saturna) z plantacji nawadnianych i nie nawadnianych, uprawianych na glebie średnio zwięzłej. Nawadnianie przeprowadzono w odstępach 7–8 dni deszczownią przetaczną.

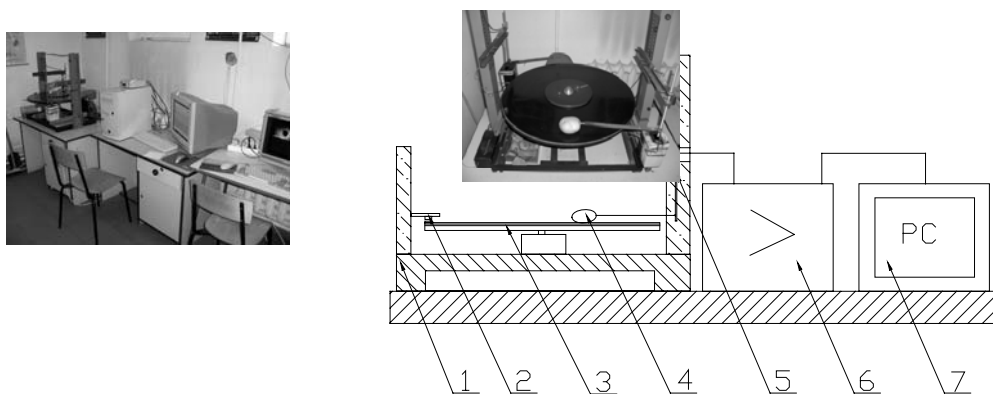
Materiał badawczy pozyskano bezpośrednio z redliny w liczbie 60 szt. bulw każdej z badanych odmian ziemniaków, a następnie losowo wybierano 30 szt. bulw, które poddawano ocenie laboratoryjnej.

Wymiary bulw wyznaczono metodą video-komputerową (rys. 1), a współczynnik tarcia kinetycznego metodą trybometryczną (rys. 2).



Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru gabarytów bulw: 1 - stół, 2 - lampa, 3 - kryształowe szkło, 4 - komputer, 5 - bulwa, 6 - kamera video, 7 - śruba regulacyjna [Kiełbasa 2005]

Fig. 1. Diagram showing a measuring station for determining tuber overall dimensions: 1 - table, 2 - lamp, 3 - crystal glass, 4 - computer, 5 - tuber, 6 - video camera, 7 - adjusting screw [Kiełbasa 2005]



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia współczynnika tarcia kinetycznego bulw: 1 - rama mocująca, 2 - czujnik indukcyjny, 3 - powierzchnia trąca, 4-bulwa, 5 - czujnik tensometryczny, 6-wzmacniacz tensometryczny, 7 - komputer pomiarowy [Kiełbasa 2005]

Fig. 2. Diagram of a measuring system used to determine tuber kinetic friction coefficient: 1 - fixing frame, 2 - inductive sensor, 3 - friction surface, 4 - tuber, 5 - strain gauge, 6 - extensometric amplifier, 7 - measuring computer [Kiełbasa 2005]

Właściwości bulw istotne w procesie separacji i sortowania plonu ziemniaków wyliczono ze wzorów [Gilewicz 1979]:

a) współczynnik wydłużenia W_a

$$W_a = \frac{a}{b}$$

b) współczynnik spłaszczenia W_c

$$W_c = \frac{c}{b}$$

c) wskaźnik wypełnienia gabarytowego

$$\varepsilon = \frac{m}{a \cdot b \cdot c} [g \cdot cm^{-3}]$$

d) ciśnienie wywierane przez bulwę na podłoże

$$P = \frac{m \cdot g}{100 \cdot S} [kPa]$$

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:

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

Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono parametry liniowe (długość, szerokość, grubość) bulw badanych odmian ziemniaków. Zaobserwowano że średnia długość bulw badanych odmian ziemniaków deszczowanych wynosiła 7,82 cm, natomiast nie deszczowanych 7,44 cm.

Tabela 2. Wymiary liniowe bulw ziemniaka
Table 2. Potato tuber linear dimensions

Odmiana	Średnia długość a [cm]	Błąd standardowy średniej σ [cm]	Współczynnik zmienności Wz [%]	Średnia szerokość b [cm]	Błąd standardowy średniej σ [cm]	Współczynnik zmienności Wz [%]	Średnia grubość c [cm]	Błąd standardowy średniej σ [cm]	Współczynnik zmienności Wz [%]
Hermes D	7,19	0,17	12,52	6,10	0,12	10,49	5,15	0,10	11,7
Hermes ND	6,95	0,13	9,93	6,18	0,13	11,49	5,04	0,10	10,91
Innovator D	8,67	0,12	7,38	6,00	0,07	6,67	4,62	0,07	8,66
Innovator ND	8,38	0,13	8,23	5,75	0,07	6,96	4,51	0,05	6,21
Saturna D	7,60	0,20	14,21	6,21	0,12	10,79	4,81	0,09	10,60
Saturna ND	6,99	0,18	14,16	5,70	0,13	12,11	4,67	0,10	11,56

Źródło: obliczenia własne autora

D – deszczowane; ND – nie deszczowane

Wpływ nawadniania plantacji...

Średnia wartość szerokości bulw na plantacjach nie deszczowanych wynosiła 5,88 cm, natomiast odmian deszczowanych plasowała się na poziomie 6,10 cm. Średnia grubość bulw badanych odmian ziemniaków deszczowanych wynosiła 4,86 cm, natomiast odmian nie deszczowanych 4,74 cm.

Średnia wartość współczynnika wydłużenia bulw badanych odmian ziemniaków deszczowanych oraz nie deszczowanych wynosiła 1,3 (tab. 2a).

Tabela 2. Średnie wartości współczynnika wydłużenia bulw ziemniaków (a) oraz średnie wartości współczynnika spłaszczenia bulw ziemniaków (b) i analiza wariancji z testem Duncana

Table 2. Average values of potato tuber elongation factor (a) and average values of potato tuber flattening factor (b), and variance analysis with Duncan test

a)

Odmiana	Średnie wartości		Odmiana					
	W_a	σ_{W_a}	Hermes D	Hermes ND	Innovator D	Innovator ND	Saturna D	Saturna ND
Hermes D	1,13	0,016	X		*		*	
Hermes ND	1,18	0,024		X		*		
Innovator D	1,46	0,026			X		*	
Innovator ND	1,45	0,026				X		*
Saturna D	1,23	0,025					X	
Saturna ND	1,23	0,040						X

b)

Odmiana	Średnie wartości		Odmiana					
	W_c	σ_{W_c}	Hermes D	Hermes ND	Innovator D	Innovator ND	Saturna D	Saturna ND
Hermes D	0,82	0,013	X					
Hermes ND	0,85	0,010		X		*		*
Innovator D	0,79	0,013			X			
Innovator ND	0,77	0,010				X		
Saturna D	0,82	0,012					X	
Saturna ND	0,78	0,016						X

Źródło: obliczenia własne autora

* - różnica istotna ($\alpha = 0,05$); D – deszczowane; ND – nie deszczowane

Natomiast średni współczynnik spłaszczenia (tab. 2b) dla odmian deszczowanych wynosiła 0,81, a dla nie deszczowanych 0,80.

Zaobserwowano pięć statystycznie istotnych różnic na piętnaście możliwych pomiędzy wartościami średnimi współczynnika wydłużenia bulw badanych odmian ziemniaków. Natomiast analizując wartości średnie współczynnika spłaszczenia stwierdzono dwie statystycznie istotne różnice pomiędzy bulwami badanych odmian ziemniaków.

W tabeli 3 przedstawiono wartości średnie pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę (S) i wartości średnie pola powierzchni styku bulwy z podłożem (S₁) bulw badanych odmian ziemniaków oraz wyniku analizy wariancji z testem Duncana. Średnia wartość pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę dla wszystkich badanych odmian ziemniaków kształtował się na poziomie 35,2 cm².

Tabela 3. Średnie wartości pola powierzchni rzutu bulwy na płaszczyznę (S) oraz średnie wartości pola powierzchni styku bulwy z podłożem (S₁)

Table 3. Average values of the area of tuber projection onto a plane (S) and average values of contact area between tuber and ground (S₁)

Odmiana	Średnie wartości		Średnie wartości	
	S	σ_S	S ₁	σ_{S_1}
Hermes D	35,69	2,49	6,29	0,38
Hermes ND	34,61	1,24	6,16	0,34
Innovator D	38,45	0,82	3,40	0,18
Innovator ND	41,51	0,74	4,35	0,32
Saturna D	31,99	1,38	2,10	0,12
Saturna ND	36,11	1,26	2,34	0,35

Źródło: obliczenia własne autora

D – deszczowane; ND – nie deszczowane

Najwyższą średnią wartość pola powierzchni styku bulwy z podłożem wynoszącą 6,23 cm² wyznaczono dla bulw ziemniaków odmiany Hermes, natomiast najniższą średnią wartość dla bulw odmiany Saturna (2,22 cm²).

Średnie wartości współczynnika tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków (tab. 4) wynosiły 0,61. Największą wartość odnotowano w przypadku odmiany Hermes 0,72 dla bulw z plantacji deszczowanej oraz 0,74 dla bulw a plantacji nie deszczowanej.

Tabela 4. Średnie wartości współczynnika tarcia kinetycznego bulw ziemniaka o podłoże gumowe i analiza wariancji z testem Duncana

Table 4. Average values of kinetic friction coefficient (between potato tubers and rubber base) and variance analysis with Duncan test

Odmiana	Średnie wartości		Odmiana					
	μ	σ_{μ}	Hermes D	Hermes ND	Innovator D	Innovator ND	Saturna D	Saturna ND
Hermes D	0,72	0,004	X	*	*		*	
Hermes ND	0,74	0,005		X		*		*
Innovator D	0,65	0,009			X	*	*	
Innovator ND	0,47	0,004				X		*
Saturna D	0,49	0,004					X	*
Saturna ND	0,59	0,003						X

Źródło: obliczenia własne autora

* - różnica istotna ($\alpha = 0,05$); D – deszczowane; ND – nie deszczowane

Zaobserwowano dziewięć statystycznie istotnych różnic na piętnaście możliwych w wartościach średnich współczynnika tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków. Średnia wartość ciśnienia wywieranego przez bulwy badanych odmian ziemniaków deszczowanych na powierzchnię trącą (tab. 5) plasowała się na poziomie 4,16 kPa, natomiast średnia wartość ciśnienia dla odmian nie deszczowanych wynosiła 4,11 kPa. Odnośnie współczynnika wypełnienia gabarytowego bulw badanych odmian ziemniaków to zaobserwowano, że średnia wartość dla bulw deszczowanych wynosiła 0,52 g·cm⁻³, natomiast dla bulw nie deszczowanych wynosiła 0,51 g·cm⁻³.

Tabela 5. Średnie wartości ciśnienia wywieranego przez bulwy na powierzchnię trącą oraz średnie wartości współczynnika wypełnienia gabarytowego bulw ziemniaków

Table 5. Average values of pressure exerted by tubers on friction surface and average values of potato tubers overall filling factor

Odmiana	Średnie wartości [kPa]		Średnie wartości [g·cm ⁻³]	
	P	σP	ε	σ _ε
Hermes D	2,22	0,16	0,49	0,005
Hermes ND	2,39	0,18	0,51	0,005
Innovator D	4,23	0,25	0,53	0,005
Innovator ND	3,99	0,42	0,52	0,006
Saturna D	6,04	0,43	0,53	0,018
Saturna ND	5,96	0,35	0,50	0,007

Źródło: obliczenia własne autora

D – deszczowane; ND – nie deszczowane

Podsumowanie

1. Zaobserwowano pięć statystycznie istotnych różnic na piętnaście możliwych pomiędzy wartościami średnimi współczynnika wydłużenia bulw badanych odmian ziemniaków.
2. Średnie wartości współczynnika spłaszczenia dla odmian deszczowanych wynosiła 0,81, a dla nie deszczowanych 0,80.
3. Zaobserwowano sześć na piętnaście możliwych statystycznie istotnych różnic pomiędzy wartościami średnimi współczynnika spłaszczenia bulw badanych odmian ziemniaków.
4. Średnia wartość współczynnika tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków wynosiła 0,61. Największa wartość odnotowano w przypadku odmiany Hermes wynoszącą 0,72 dla bulw z plantacji deszczowanej oraz 0,74 dla nie deszczowanych, stanowiło to dziewięć statystycznie istotnych różnic na piętnaście możliwych.

Bibliografia

- Fleszer J., Fabian H. 1993. Badania zależności wymiarowo-masowych bulw ziemniaka. Zeszyt Naukowy nr 15, Wydział Mechanizacji Wyższej Szkoły Inżynierskiej. Koszalin.
- Głuska A. 1997. Wpływ nawadniania na jakość plonu ziemniaków. Ziemiak Polski. ISSN 1425-4263.

- Karwowski T.** 1982. Teoria i konstrukcja maszyn rolniczych T.II Maszyny do zbioru ziemniaków. PWRiL, Warszawa.
- Kielbasa P.** 2005. Ocena wybranych cech fizycznych bulw ziemniaków. Inżynieria Rolnicza 6(66), s. 305-313.

THE IMPACT OF POTATO PLANTATION IRRIGATION ON TUBER PROPERTIES, WHICH ARE IMPORTANT FOR CROPPING AND AFTER-CROP PROCESSING

Summary. The research covered the impact of potato plantation irrigation on tuber spherical shape index and the value of external kinetic friction coefficient. The research was carried out in the fields of the Top Farms Głubczyce farmstead. Three varieties of irrigated and not irrigated potatoes grown in medium-compact soil were compared. The research covered the following measurements: linear dimensions of tubers, the area of tuber projection onto a plane and contact area between tuber and ground, determination of spherical shape coefficients, external kinetic friction coefficient, overall filling index, pressure exerted by tuber on the ground.

Key words: tuber, variety, spherical shape and friction coefficients

Adres do korespondencji:

Krzysztof Klamka; e-mail: klamka@interia.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków