

## ZASTOSOWANIE TECHNIKI WIDEO-KOMPUTEROWEJ PRZY WYZNACZANIU CECH FIZYCZNYCH BULW

### Streszczenie

Procesy wydzielenia plonu ziemniaków na separatorach mechanicznych oparte są na różnicy cech fizycznych pomiędzy bulwami i pozostałymi składnikami masy redliny. Badano, czy istnieje wpływ gatunku gleby na współczynniki sferyczności i współczynnik tarcia zewnętrznego bulw. Trzyletnie badania prowadzono na glebie lekkiej i średniozwięzłej. Odnotowano wpływ gatunku gleby na badane czynniki, należy jednak zaznaczyć, że nie we wszystkich przypadkach różnice pomiędzy średnimi wartościami są statystycznie istotne.

**Słowa kluczowe:** bulwa, współczynniki sferyczności bulw, współczynnik tarcia kinetycznego bulw

### Wykaz oznaczeń

$A$	- długość bulwy, cm
$B$	- szerokość bulwy, cm
$C$	- grubość bulwy, cm
$E$	- wskaźnik wypełnienia gabarytowego, $\text{g/cm}^3$
$\mu$	- współczynnik tarcia kinetycznego bulwy
$F$	- siła tarcia bulwy, N
$F_c$	- ciężar bulwy, N
$m_{bc}$	- masa bulwy, g
$P$	- ciśnienie bulwy na powierzchnię trąca, MPa
$S_{rz}$	- maksymalna powierzchnia rzutu bulw na płaszczyznę, $\text{cm}^2$
$S_s$	- powierzchnia styku bulwy z podłożem trącym, $\text{cm}^2$
$W_a$	- współczynnik wydłużenia bulw
$W_c$	- współczynnik spłaszczenia bulw

### Wprowadzenie

W rolnictwie krajowym kombajny do zbioru ziemniaków wyposażone są w separatory typu Packmana i typu Peisa. Proces rozdzielania mieszaniny na tych separatorach opiera się na różnicy we własnościach fizycznych separowanych składników, takich jak gęstość, kształt i współczynnik

tarcia zewnętrznego [Gilewicz 1979]. Sprawność tych separatorów nie przekracza 70%. Tarcie występuje tam, gdzie odbywa się ruch materiałów, a więc także w czasie transportu, czyszczenia i sortowania ziemniaków. Tarcie zewnętrzne występuje między materiałem roślinnym a powierzchnią elementów roboczych maszyn, dlatego dokładna analiza oraz pełne rozpoznanie tego zjawiska jest rzeczą konieczną przy projektowaniu nowych maszyn do zbioru i obróbki pozbiorowej plonu ziemniaków oraz optymalizacji procesów technologicznych [Ślipek i in. 1999].

W procesie separacji a także transportu na taśmociągach ważną cechą fizyczną jest pole powierzchni maksymalnego rzutu separowanych składników mieszaniny bulw i typowych zanieczyszczeń plonu ziemniaków, a także pole powierzchni styku i ciśnienie wywierane przez te składniki na podłoże. Trudności techniczne i ekonomiczne w rozwiązywaniu skomplikowanych technologii separacji mechanicznej kamieni i brył ziemi i związane z nim trudności wydzielania ich z plonu, uzasadniają celowość prowadzenia badań związanych z własnościami fizycznymi składników separowanej mieszaniny.

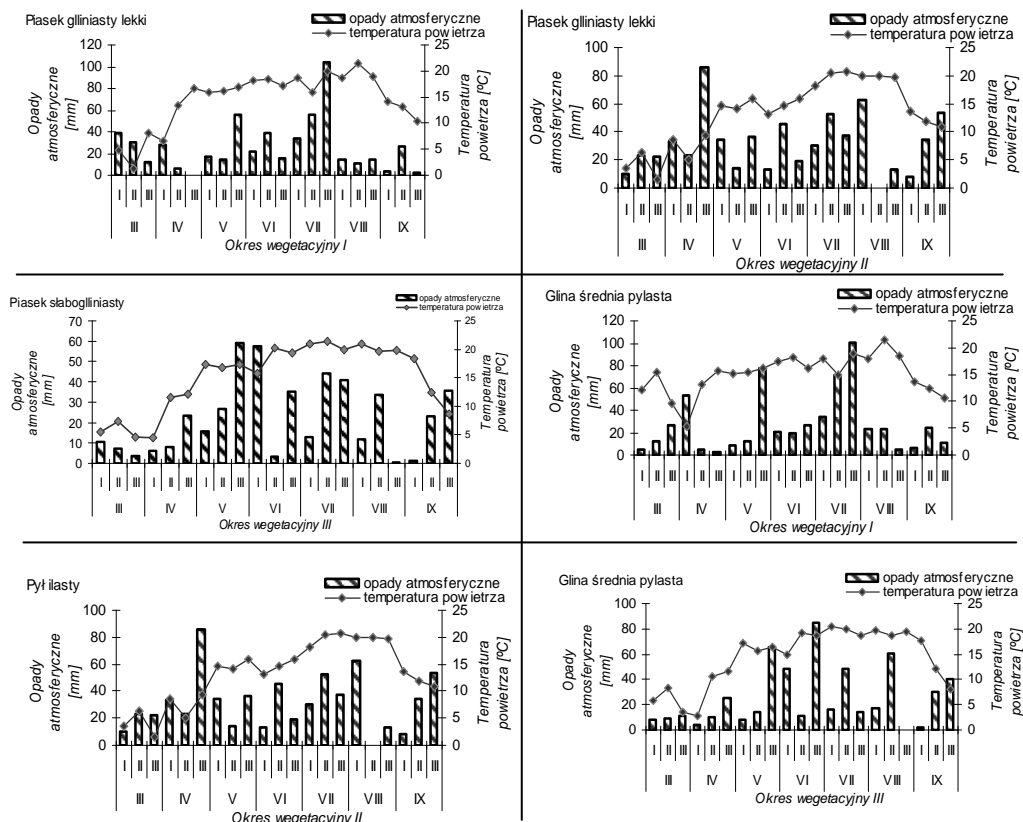
Celem badań była analiza wpływu gatunku gleby na wskaźniki sferyczności i zewnętrzny współczynnik tarcia kinetycznego bulw o podłoże gumowe.

### **Przedmiot i warunki badań**

Doświadczenie metodą długich łańców założono na gatunkach gleb zaliczonych do gleb lekkich (10-14% części spławialnych) i gatunkach gleb zaliczonych do gleb średniozwięzłych (37-40% części spławialnych). Stosowano mechaniczno-chemiczną uprawę międzyrzędową. Badania prowadzono w latach 2000, 2001 i 2002 w miejscowościach: Dobczyce i Mydlniki koło Krakowa. Miejscowości te są położone w centralnej części województwa małopolskiego.

Badaniami objęto dwie odmiany ziemniaków: Irga i Baszta, a kwalifikowany materiał sadzeniakowy frakcji 4–5 cm corocznie nabywano w Stacji Nasiennej Małopolskiej Hodowli Roślin. Użyte do badań odmiany są odmianami jadalnymi o średnich wymaganiach glebowych i kształcie bulw okrągło owalnym.

Ilość opadów i przebieg temperatury powietrza w okresie wegetacji ziemniaków w latach 2000-2002 (dane ze stacji Uniwersytetu Jagiellońskiego w Gaiku Brzezowej i Krakowa) przedstawiono na rysunku 1.



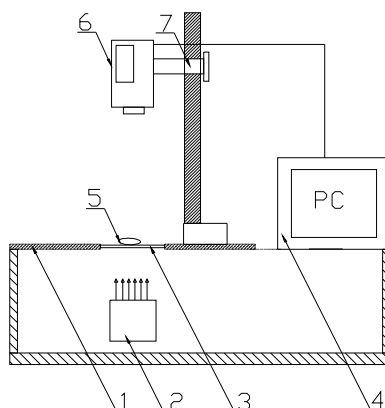
Rys.1. Rozkład dekadowy opadów i temperatur powietrza w okresie wegetacji ziemniaków w latach 2000-2002 [Kiełbasa 2003]  
 Fig. 1. Distribution of decade precipitation and air temperatures during potato vegetation period in 2000–2002 [Kiełbasa, 2003]

Rozkład opadów w okresie wegetacji ziemniaków w latach 2000-2002 był zbliżony. Założono, że niewielkie zróżnicowanie nie miało wpływu na badane cechy fizyczne bulw istotne w procesie zbioru i obróbki pozbiorowej plonu ziemniaków.

### Metodyka badań

Stanowisko badawcze do pomiarów gabarytów bulw wyposażono w kamerę video typu CDD-555 i komputer klasy PC/386 DX/40 z pamięcią RAM 256-88x95SIM [Budyn 1998]. W komputerze zamontowano kartę AVER-

2000, umożliwiającą rejestrację obrazu analogowego widzianego przez kamerę, binaryzację tego obrazu oraz ekstrakcję z niego charakterystycznych parametrów badanych cech.



Rys. 2. Schemat stanowiska do pomiaru gabarytów bulw: 1- stół, 2- lampa, 3- kryształowe szkło, 4- komputer, 5- bulwa, 6- kamera wideo, 7- śruba regulacyjna [Kielbasa 2003]

Fig. 2. Scheme of a stand to measuring overall dimensions of potato tubers. 1- table, 2- lamp, 3- lead glass, 4- computer, 5- potato tuber, 6- video-camera, 7- adjusting screw [Kielbasa, 2003]

Metodą wideo-komputerową oznaczono: wymiary liniowe bulw, powierzchnię styku bulw z podłożem trącym i maksymalną powierzchnię rzutu bulw. Mierzone wartości były automatycznie zapisywane w pamięci komputera, a wyniki rejestrowane w formie tabelarycznej dla każdej serii pomiarowej oddzielnie, z podaniem wartości średniej i odchylenia standardowego.

Wskaźniki kształtu bulw wyliczono ze wzoru [Fleszer i in. 1991]:  
wydłużenia

$$W_a = \frac{a}{b}, \quad (1)$$

splaszczczenia

$$W_c = \frac{c}{b}, \quad (2)$$

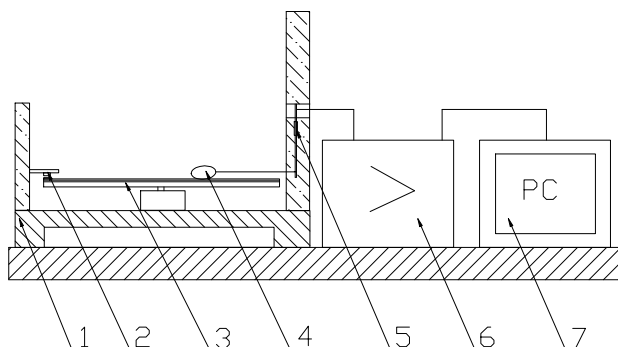
a wskaźnik wypełnienia gabarytowego ze wzoru:

$$\varepsilon = \frac{m_{bc}}{a \cdot b \cdot c}, \quad (3)$$

Ciśnienie bulw na płaszczyznę wyliczono ze wzoru:

$$P = \frac{m_{bc} \cdot g}{100 S_1} \quad (4)$$

Sygnał pomiarowy, odpowiednio wzmacniony i przetworzony, podawano na komputer PC klasy 486, w którym zainstalowano program przeznaczony do obsługi pomiaru współczynnika tarcia.



Rys.3. 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 [Kielbasa 2003]

Fig. 3. Scheme of a measuring system to determine kinetic friction coefficient of potato tubers. 1- fixing frame, 2- inductive sensors, 3- friction surface, 4- potato tuber, 5- strain gauge, 6- amplifier, 7- computer [Kielbasa, 2003]

Po wyskalowaniu układu, podczas pomiaru na ekranie widoczne są dwa okienka w trybie graficznym: górne przedstawia, jak podczas pomiaru zmienia się odczyt z kanału, którym mierzona jest siła tarcia, dolne - jak zachowuje się znacznik drogi przebytej przez obiekt badawczy. Nad górnym okienkiem podawane są ponadto: liczba punktów, które mają być zarejestrowane, całkowity czas trwania pomiaru oraz nazwa pliku, do którego zostaną zapisane wyniki, które umożliwią wyliczenie współczynnika tarcia wg następującego wzoru:

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

Przed każdą serią pomiarową układ był skalowany za pomocą programu testującego.

## Wyniki badań

Sprawdzono, czy istnieje wpływ gatunku gleby na wymiary liniowe i współczynniki sferyczności bulw. Średnie wartości współczynników sferyczności bulw przedstawiono w tabeli 1. Nie odnotowano wpływu gatunku gleby na wartość wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw, współczynnika stanowiącego istotny parametr w procesie separacji. Stwierdzenie to dotyczy również różnic międzyodmianowych.

Średnia wartość wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw badanych odmian ziemniaków wynosiła od  $0,5\text{g/cm}^3$  przy uprawie odmiany Irga na piasku gliniastym lekkim i glinie średniej pylastej, a także bulw odmiany Baszta uprawianej na tym samym gatunku gleby w pierwszym roku badań, do  $0,6\text{ g/cm}^3$  dla pozostałych kombinacji doświadczenia. Odnotowano zmienność badanej cechy w zakresie 3,7-10,7%.

Tab. 1. Średnie wartości wskaźnika wypełnienia gabarytowego i współczynników sferyczności bulw

Table 1. Mean values of dimensional filling and sphericity indices of potato tubers

Gatunek gleby	Rok badań	Odmiana	Wskaźnik wypełnienia gabarytowego $\text{g/cm}^3$			Współczynnik wydłużenia			Współczynnik spłaszczenia		
			$\varepsilon$	$\sigma\varepsilon$	$W_z$	$W_a$	$\sigma W_a$	$W_z$	$W_c$	$\sigma W_c$	$W_z$
Piasek gliniasty Lekki	1	Baszta	0,6	0,009	8,8	1,4	0,028	11,4	0,8	0,017	12,0
		Irga	0,5	0,008	8,6	1,2	0,019	8,4	0,7	0,008	6,2
Piasek gliniasty Lekki	2	Baszta	0,6	0,005	6,4	1,2	0,021	9,5	0,7	0,010	7,8
		Irga	0,6	0,009	7,9	1,2	0,017	7,9	0,7	0,008	6,0
Piasek słabo gliniasty	3	Baszta	0,6	0,011	10,7	1,2	0,020	9,1	0,8	0,008	6,1
		Irga	0,6	0,005	4,9	1,2	0,014	6,5	0,8	0,008	5,9
Glina średnia Pylasta	1	Baszta	0,5	0,004	3,9	1,4	0,021	8,6	0,7	0,009	7,1
		Irga	0,5	0,003	3,7	1,2	0,018	8,1	0,7	0,010	8,4
Pył ilasty	2	Baszta	0,6	0,004	5,6	1,2	0,021	9,4	0,7	0,024	10,3
		Irga	0,6	0,012	10,6	1,3	0,024	10,2	0,7	0,012	8,7
Glina średnia Pylasta	3	Baszta	0,6	0,004	3,8	1,3	0,019	7,9	0,8	0,010	6,7
		Irga	0,6	0,004	3,8	1,3	0,017	7,2	0,7	0,007	5,7

Największą wartość współczynnika wydłużenia bulw 1,4 odnotowano przy bulwach odmiany Baszta, uprawianej na obydwu gatunkach gleb w pierwszym roku badań. W pozostałych kombinacjach uprawowych i odmianowych wartość współczynnika wydłużenia bulw wynosiła 1,2 i 1,3. Względna procentowa różnica pomiędzy skrajnymi wartościami współczynnika wydłużenia bulw wynosi 14,3%. Odnotowano średnie wartości współczynnika spłaszczenia bulw w zakresie 0,7 – 0,8.

Pole powierzchni maksymalnego rzutu bulw wynosi od 31,9 cm<sup>2</sup> dla bulw odmiany Baszta, uprawianej na glinie średniej pylastej w trzecim roku, do 47,2 cm<sup>2</sup> dla bulw odmiany Baszta, uprawianej na glinie średniej pylastej w pierwszym roku badań. Pole powierzchni styku bulw z podłożem wynosi od 2,4 cm<sup>2</sup> dla bulw odmiany Baszta, uprawianej na piasku gliniastym lekkim w pierwszym roku badań, do 5,1 cm<sup>2</sup> dla bulw tej samej odmiany uprawianej na piasku słabo gliniastym w trzecim roku badań.

Średnia wartość ciśnienia bulw na powierzchnię trącą wynosiła od 3,1 kPa dla bulw odmiany Baszta, uprawianej na piasku słabo gliniastym w trzecim roku badań, do 7,0 kPa dla bulw tej samej odmiany, uprawianej na piasku gliniastym lekkim w pierwszym roku badań (tab. 2).

Tab.2. Średnie wartości powierzchni maksymalnego rzutu i powierzchni styku bulw, z podłożem trącym oraz ciśnienie wywierane przez bulwy na tę powierzchnię  
Table 2. Mean values of maximum projection area and contact area of potato tubers with friction surface as well as the pressure of tubers on the background surface

Gatunek gleby	Rok badań	Odmiany	Powierzchnia rzutu cm <sup>2</sup>			Powierzchnia styku cm <sup>2</sup>			Ciśnienie bulw na podłoże kPa		
			S <sub>rz</sub>	σ <sub>Srz</sub>	W <sub>z</sub>	S <sub>ś</sub>	σ <sub>Sś</sub>	W <sub>z</sub>	P	σ <sub>P</sub>	W <sub>z</sub>
Piasek gliniasty lekki	1	Baszta	39,7	0,781	10,8	2,4	0,168	38,0	7,0	0,649	50,9
		Irga	44,1	0,544	6,8	3,6	0,161	24,9	4,8	0,236	27,1
Piasek gliniasty lekki	2	Baszta	38,3	0,828	11,8	2,9	0,201	38,5	5,9	0,401	37,5
		Irga	38,8	0,806	11,4	2,8	0,197	38,6	5,9	0,459	42,3
Piasek słabo gliniasty	3	Baszta	38,5	0,684	9,7	5,1	0,250	26,7	3,1	0,233	40,6
		Irga	38,2	0,737	10,6	4,3	0,285	36,1	4,1	0,386	52,1
Glina średnia pylasta	1	Baszta	47,2	0,850	9,9	3,3	0,206	34,1	5,8	0,477	45,4
		Irga	46,7	0,770	9,0	4,3	0,232	29,7	4,2	0,281	36,9
pył ilasty	2	Baszta	38,3	0,835	11,9	3,1	0,156	27,9	5,4	0,306	31,2
		Irga	40,3	0,908	12,4	3,1	0,182	31,9	4,9	0,290	32,4
Glina średnia pylasta	3	Baszt	31,9	0,766	13,1	3,0	0,263	47,7	4,8	0,377	42,8
		Irga	36,5	0,960	14,4	4,2	0,201	26,1	3,4	0,192	30,9

Tab.3. Charakterystyka zewnętrznego współczynnika tarcia kinetycznego bulw  
Table 3. Characteristics of kinetic friction coefficient of potato tubers

Gatunek gleby	Rok badań	Odmiany	Ciężar N		Siła tarcia N		Współczynnik tarcia		
			$G_o$	$\sigma_{G_o}$	$F_t$	$\sigma_{F_t}$	$\mu$	$\sigma_\mu$	$W_z$
Piasek gliniasty Lekki	1	Baszta	1,51	0,027	1,211	0,0252	0,80	0,013	19,7
		Irga	1,63	0,019	1,19	0,0203	0,73	0,008	5,9
Piasek gliniasty Lekki	2	Baszta	1,53	0,044	1,10	0,0469	0,72	0,025	18,7
		Irga	1,47	0,031	1,07	0,0371	0,73	0,020	15,1
Piasek słabo gliniasty	3	Baszta	1,47	0,028	0,96	0,0363	0,65	0,024	8,6
		Irga	1,50	0,030	1,20	0,0305	0,80	0,012	8,3
Gлина średnia Pylasta	1	Baszta	1,70	0,035	1,25	0,0340	0,74	0,015	11,3
		Irga	1,66	0,027	1,22	0,0235	0,73	0,010	7,0
Pył ilasty	2	Baszta	1,50	0,029	1,28	0,0419	0,86	0,021	13,4
		Irga	1,46	0,038	1,24	0,0365	0,85	0,011	6,9
Gлина średnia Pylasta	3	Baszta	1,22	0,030	0,88	0,0269	0,72	0,016	12,2
		Irga	1,38	0,043	0,84	0,0307	0,61	0,019	16,5

Średnia wartość współczynnika tarcia kinetycznego bulw o podłoże gumowe wynosiła od 0,61 dla bulw odmiany Irga, uprawianej na glinie średniej pylastej w trzecim roku badań do 0,86 dla bulw odmiany Baszta uprawianej na pyle ilastym w drugim roku badań (tab.3)

Tabela 4. Wynik testu Wilcoxon dla zbadania istotności różnic pomiędzy wartościami badanej cechy bulw w obrębie tej samej odmiany uprawianej na dwóch różnych gatunkach gleb

Table 4. Result of the Wilcoxon's test determining the significance of differences between values of tested tuber properties within the same potato variety cultivated on two different soil types

Rok badań	Odmiany	Cecha bulw							
		$S_{rz}$	$S_s$	P	$\varepsilon$	$W_a$	$W_c$	$\mu$	
1	Baszta	*	*	*			*	*	
	Irga		*						
2	Baszta							*	
	Irga					*		*	
3	Baszta	*	*	*		*		*	
	Irga					*		*	

- różnice istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$



Zaobserwowano istotne statystycznie różnice pola powierzchni rzutu bulw na podłożu przy odmianie Baszta uprawianej na piasku gliniastym lekkim i na glinie średniej pylastej w pierwszym roku badań, a także na piasku słabo gliniastym i glinie średniej pylastej w trzecim roku badań (tab. 4). Natomiast w odniesieniu do powierzchni styku bulw z podłożem trącym zaobserwowano to istotne statystycznie różnice pomiędzy wartościami badanej cechy bulw odmiany Baszta i Irga, uprawianych na dwu gatunkach gleb w pierwszym roku badań, oraz przy odmianie Baszta, uprawianej na piasku słabo gliniastym i glinie średniej pylastej w trzecim roku badań.

W przypadku ciśnienia wywieranego przez bulwy na podłożu, istotne różnice odnotowano przy bulwach odmiany Baszta, uprawianej na piasku słabo gliniastym i glinie średniej pylastej w pierwszym roku badań oraz piasku słabo gliniastym i glinie średniej pylastej w trzecim roku badań.

Wartości współczynnika wydłużenia różniły się statystycznie istotnie w przypadku bulw obydwu odmian ziemniaków uprawianych na różnych gatunkach gleb w trzecim roku badań i bulw odmiany Irga, uprawianej na piasku gliniastym lekkim i piasku słabo gliniastym w drugim roku badań. Natomiast przy współczynniku spłaszczenia zaobserwowano istotną statystycznie różnicę tylko w jednym przypadku pomiędzy badaną cechą bulw odmiany Baszta, uprawianej na piasku słabo gliniastym i glinie średniej pylastej w pierwszym roku badań. Natomiast w odniesieniu do średnich wartości współczynnika tarcia bulw o podłożu gumowe tylko w jednym przypadku (bulwy odmiany Irga uprawianej na piasku gliniastym lekkim i glinie średniej pylastej) nie odnotowano wpływu gatunku gleby na badaną cechę.

## **Podsumowanie**

W 16 kombinacjach doświadczenia na 42 możliwe stwierdzono oddziaływanie gatunku gleby na wartości współczynników sferyczności i tarcia kinetycznego bulw badanych odmian ziemniaków.

## **Bibliografia**

*Budyn P. 1998. Badanie wpływu rodzaju gleby na wybrane fenotypowe cechy bulw odmian ziemniaków Ibis, Kolia i Maryna. Prace Komisji Nauk Rolniczych PAU, nr1*

*Budyn P. 1998. Badanie wpływu gleby na wartość współczynnika tarcia bulw odmian ziemniaków Ibis, Kolia i Maryna. Prace Komisji Nauk Rolniczych PAU, nr1*

*Fleszer J., Fabian H. 1991. Wymiarowa i masowa charakterystyka bulw ziemniaka. Politechnika Warszawska*

Gilewicz K. 1979. Analiza kształtu i wymiarów kłąbów ziemniaczanych jako cech rozdzielczych w procesie sortowania. *Rocz. Nauk Rol.*, C-74-1

Kiełbasa P. 2003. Wybrane energetyczne i środowiskowe aspekty uprawy i zbioru ziemniaków. *Rozprawa doktorska. AR, Kraków*

Ślipek Z., Kaczorowski J., Frączek J. 1999. Analiza teoretyczno-doświadczalna tarcia materiałów roślinnych. *PTIR, Kraków*

## APPLICATION OF COMPUTER IMAGE PROCESSING TO DETERMINE THE PHYSICAL PROPERTIES TO POTATO TUBERS

### Summary

The separation process of harvested potato yield on mechanical separators are based on differentiated physical properties of the tubers and other components of picked-up ridge mass. Studies dealt with the influence of soil type on the sphericity indices and friction coefficient of potato tubers. Three-year experiments were conducted on the light and medium compact soils. The effect of soil type on tested tubers' parameters was observed, however, it should be mentioned that the differences between determined mean values were significant in not every possible cases.

**Key words:** potato tubers, sphericity indices, kinetic friction coefficient, soil type, computer image processing

*Recenzent – Jerzy Weres*