

WYKORZYSTANIE ELEKTRONICZNEGO UKŁADU POMIAROWEGO DO OCENY WYBRANYCH CECH FIZYCZNYCH PŁODÓW ROLNYCH

Paweł Kiełbasa, Piotr Budyn

Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Michał Rad

Katedra Maszyn Elektrycznych, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Streszczenie. W dobie coraz bardziej precyzyjnych urządzeń sortujących i separujących plon rozpoznanie jak największej ilości cech materiału biologicznego jest koniecznością. Celem pracy było zbudowanie układu pomiarowego umożliwiającego wyznaczenia podstawowych wielkości liniowych płodów rolnych w warunkach statycznych. Układ pomiarowy pozwolił określić podstawowe wielkości liniowe cebuli oraz powierzchnię rzutu badanego obiektu na podłoże wraz z długością obwodu, a po wprowadzeniu masy wyznaczał ciśnienie wywierane na podłoże i współczynnik wypełnienia gabarytowego cebuli. Wyznaczono współczynniki sferyczności dwóch odmian cebuli stwierdzając dużą efektywność układu pomiarowego.

Słowa kluczowe: program komputerowy, współczynnik sferyczności, kształt

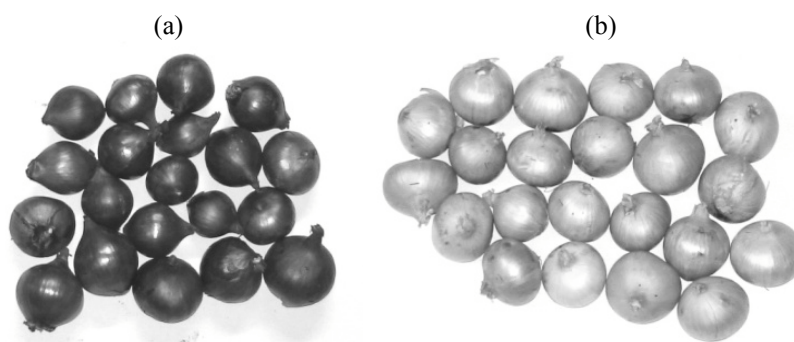
Wstęp

Obecny rozwój rolnictwa stawia mechanizację i automatyzację na jednym z pierwszych miejsc w procesach produkcyjnych, dlatego bardzo ważne jest rozpoznanie jak największej ilości cech materiału biologicznego. Fleszer [1991] potwierdza konieczność ciągłego poznawania cech materiałów biologicznych, którego uzasadnieniem jest dezaktualizacja badań w wyniku wprowadzania do produkcji nowych odmian roślin. Szczególnie istotną cechą płodów rolnych z punktu widzenia separacji jest kształt, który może być bardzo zróżnicowany i trudno klasyfikowalny trzema wymiarami: tj. długością, szerokością i grubością. W swoich badaniach Budyn [1993] potwierdza utrudnienia w klasyfikacji poszczególnych cech odnoszących się do materiałów biologicznych.

W rolnictwie krajowym park maszynowy do zbioru i obróbki pozbiorowej cebuli wyposażony jest w maszyny i linie technologiczne FIRMY ASALIFT, których zasada działania podzespołów separujących i sortujących cebulę, oparta jest przede wszystkim o współczynniki sferyczności. W swoich badaniach dotyczących powierzchni asymilacyjnej liści Kiełbasa i in. [2005] posługiwali się zmodyfikowanym układem pomiarowym przeznaczonym w wersji pierwotnej do wyznaczania gabarytów mieszaniny bulw, kamieni i brył ziemi [Budyn 2001]. Zastosowano w tym przypadku kamerę video, która współpracując z komputerem klasy PC poprzez kartę AWER 2000 stanowiła układ pomiarowy, którego negatywną cechą była mała mobilność i brak możliwości archiwizacji obrazu.

Cel i zakres badań

Celem pracy była budowa układu pomiarowego umożliwiającego wyznaczenia podstawowych wielkości liniowych płodów rolnych w warunkach statycznych, ponadto archiwizację plików wynikowych, jak również badanych obrazów. Zakres badań obejmował budowę oprogramowania oraz wyznaczenie współczynników sferyczności dwóch odmian cebuli: odmiany Karmen (rys. 1a) i odmiany Sochaczewskiej (rys. 1b). Liczebność prób wynosiła 50 sztuk każdej z badanych odmian cebuli.



Źródło: opracowanie własne

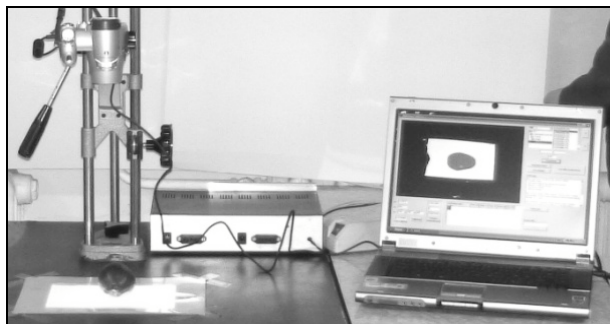
Rys. 1. Cebula odmiany: a – Karmen, b - Sochaczewska
Fig. 1. Variety of onion: a - Karmen (red), b - Sochaczewska

Odmiana Sochaczewska jest plenna o stosunkowo silnym wzroście, tworzy cebule dość duże, kuliste do kulistowydłużnych, o łusce żółtobrazowej, dobrze przylegającej i trwałej, odmiana przydatna do przechowywania, natomiast odmiana Karmen charakteryzuje się czerwono-brązową łuską oraz okrągłymi cebulami, jest plenna, o dużym udziale plonu handlowego, lubi gleby cięższe o dobrej pojemności wodnej, ma dobrą przydatność do krótkotrwałego przechowywania.

Metodyka badań

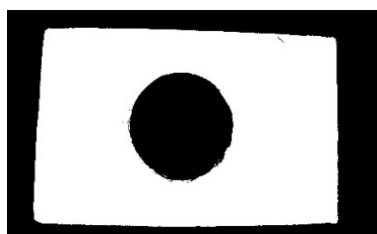
Układ pomiarowy (rys. 2) wyposażano w stół z podświetlaną szybą (na której umieszczano badany obiekt), aparat fotograficzny oraz komputer z autorskim programem służącym do analizy obrazu.

Każdy badany obiekt fotografowano a następnie tak uzyskany obraz (format JPG) poddawano analizie komputerowej. Należy zaznaczyć, że przed każdą serią pomiarową układ pomiarowy był skalowany krążkiem o znanych gabarytach i powierzchni adekwatnej do powierzchni badanego obiektu, co umożliwiała określenie progno binaryzacji (rys. 3).



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Widok stanowiska pomiarowego
Fig. 2. View of the measurement station

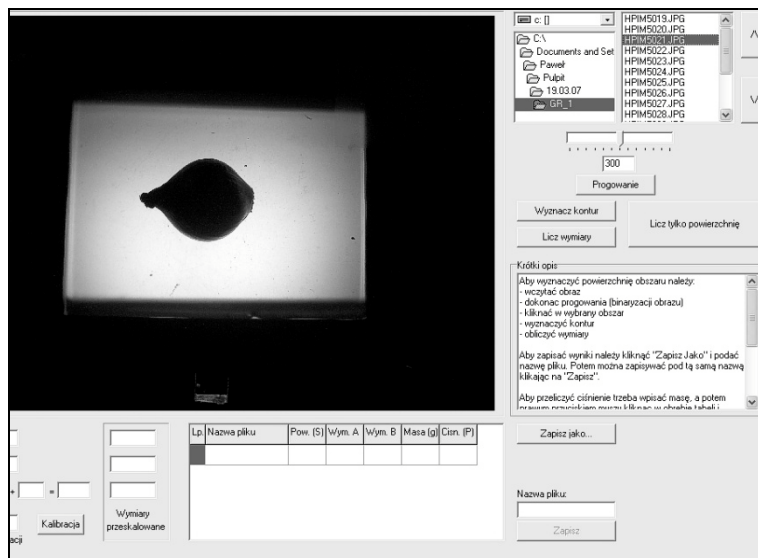


Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Zbinaryzowany widok obiektu badawczego
Fig. 3. Binary view of the object studied

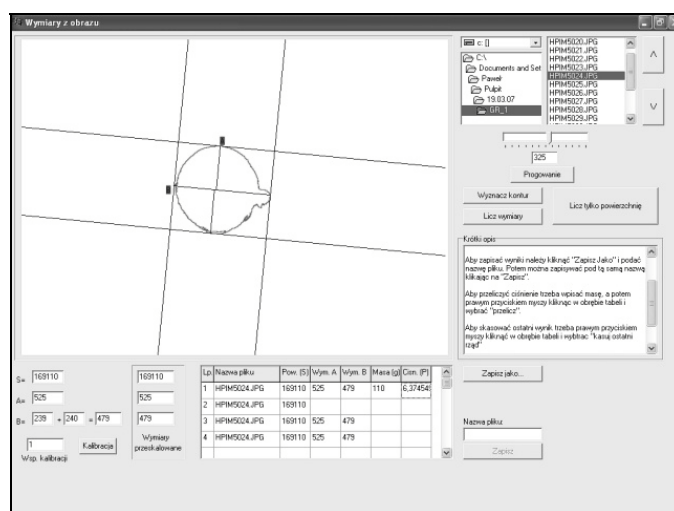
Program komputerowy został napisany w języku C++ przez autorów publikacji i dostosowany do środowiska Windows niemniej może pracować w środowisku Linux. Umożliwia obróbkę jednorazowo jednego „zdjęcia” (pliku JPG) z dowolną liczbą badanych elementów. Obraz przed analizą sprowadzany jest do postaci binarnej a następnie wykonywane są stosowne obliczenia, których wyniki zapisywane są w pliku txt. Zasada działania programu opiera się na wykrywaniu krawędzi analizowanych obiektów a następnie wyliczaniu powierzchni i konturów. Aplikację wyposażono w narzędzia służące do podstawowych operacji na plikach ponadto system pomocy stanowiący instrukcję obsługi programu. Po uruchomieniu program komputerowy umożliwiał wybór zarchaizowanego zdjęcia badanego obiektu i wyświetlenie go w oknie roboczym (rys. 4).

Następnie obraz badanego obiektu binaryzowano zachowując ustalony w czasie skalowania próg binaryzacji. Kliknięciem myszki wybierano dany obiekt, bądź jego część do analizy. Program komputerowy umożliwiał wyznaczenie długości obwodu badanego obiektu oraz dwóch wymiarów tzn. długości i szerokości (rys. 5) jak również pola powierzchni rzutu badanego obiektu na podłoże lub pola powierzchni styku np. cebuli z tym podłożem, a po wprowadzeniu masy wyliczał ciśnienie wywierane przez badany obiekt na to podłoże.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Interfejs programu komputerowego i widok badanego obiektu w oknie roboczym programu
 Fig. 4. Interface of the computer software and view of the object studied in the software working window



Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Wyznaczanie obwodu badanego obiektu oraz wymiarowanie cebuli
 Fig. 5. Setting the perimeter of the object studied and onion measurement

Metodą video-komputerową wyznaczono: wymiary liniowe cebuli, i maksymalną powierzchnię rzutu badanego obiektu na podłoże oraz powierzchnie styku cebuli z podłożem. 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. W celu określenia statystycznie istotnych różnic mierzonych parametrów cebuli pomiędzy jej odmianami przeprowadzono analizę wariancji z testem Duncana. Stosowne współczynniki sferyczności oraz wskaźnik wypełnienia gabarytowego wyliczono ze wzorów [Fleszer i in. 1991]:

$$\text{współczynnik wydłużenia } Wa \quad Wa = \frac{a}{b}$$

$$\text{współczynnik spłaszczenia } Wc \quad Wc = \frac{c}{b}$$

$$\text{wskaźnik wypełnienia gabarytowego } \varepsilon \quad \varepsilon = \frac{m}{abc}$$

gdzie:

- ε – wskaźnik wypełnienia gabarytowego cebuli [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$],
- m – masa cebuli [g],
- a – długość cebuli [cm],
- b – szerokość cebuli [cm],
- c – grubość cebuli [cm].

Wyniki badań

Średnia wartość długości badanych odmian cebuli (tab. 1) plasowała się na poziomie 6,7 cm natomiast szerokość wynosiła średnio 6,1 cm. W przypadku wskaźnika wypełnienia gabarytowego bulw (tab. 1) przy wartościach 0,423 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 0,416 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ nie odnotowano statystycznie istotnych różnic w wartościach średnich analizowanego parametru pomiędzy badanymi odmianami cebuli.

Tabela 1. Parametry liniowe badanych odmian cebuli, wskaźnik wypełnienia gabarytowego i ciśnienie wywierane przez cebulę na podłoże (liczebność próby n=50)

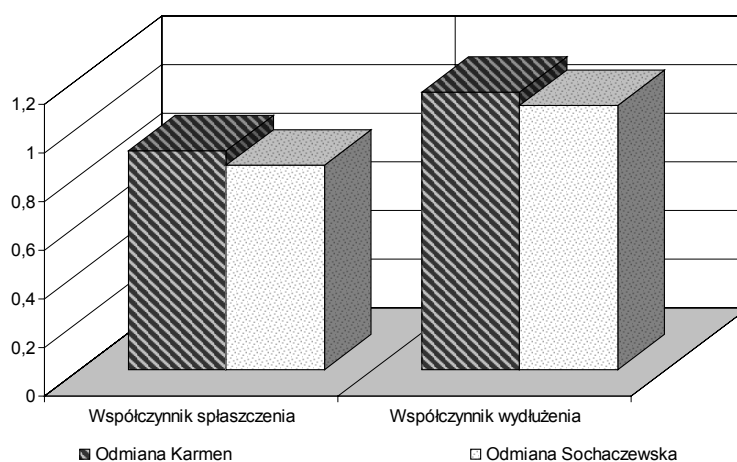
Table 1. Linear parameters of onion varieties, overall filling coefficient and pressure exerted by the onion on the ground (n = 50)

Badana cecha	Odmiana cebuli			
	Karmen (n=50)		Sochaczewska (n=50)	
	wartość średnia	odchylenie standardowe	wartość średnia	odchylenie standardowe
Długość [cm]	7,14	0,734	6,44	0,528
Szerokość [cm]	6,33	0,665	5,94	0,445
Grubość [cm]	5,66	0,620	4,98	0,587
Wskaźnik wypełnienia gabarytowego [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	0,423	0,097	0,416	0,067
Ciśnienie wywierane na podłoże [kPa]	6,81	3,937	6,46	4,363

Źródło: obliczenia własne autora

Wartość ciśnienia wywieranego przez cebule na podłoże wynosiła średnio 6,63 kPa dla badanych odmian, charakteryzując się wysokim współczynnikiem zmienności, który w przypadku odmiany Karmen wynosił 58% natomiast w przypadku odmiany cebuli Sochaczewskiej był wyższy (67%).

Na rysunku 6 przedstawiono średnie wartości współczynników sferyczności badanych odmian cebuli.

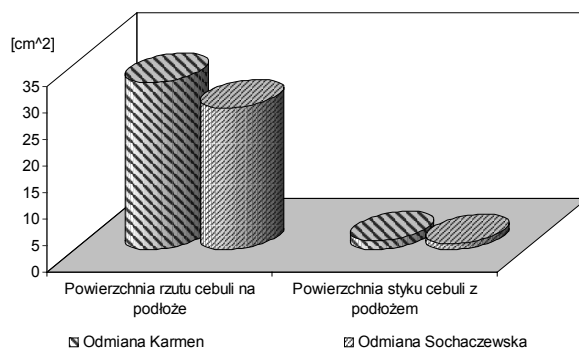


Źródło: obliczenia własne autora

Rys. 6. Średnie wartości współczynników spłaszczenia i wydłużenia badanych odmian cebuli
Fig. 6. Mean values of flattening coefficients and elongation of the onion varieties under study

Odnotowano, że średnia wartość współczynnika spłaszczenia cebuli odmiany Karmen wynosiła 0,89 i była o 6% wyższa w stosunku do wartości współczynnika sferyczności w przypadku odmiany Sochaczewskiej. Należy jednak zwrócić uwagę, że nie odnotowano statystycznie istotnych różnic w wartościach średnich współczynnika spłaszczenia pomiędzy badanymi odmianami cebuli. W przypadku współczynnika wydłużenia cebuli (rys. 6) zaobserwowano mniejsze zróżnicowanie pomiędzy badanymi odmianami wynoszące 4,6% w stosunku do zróżnicowania w wartościach średnich współczynnika spłaszczenia. Odnotowano znaczne zróżnicowanie w wartościach współczynnika wydłużenia cebuli w obrębie odmiany Karmen, przy współczynniku zmienności wynoszącym 13%. W przypadku odmiany Sochaczewskiej współczynnik zmienności wynosił 5%.

Średnia wartość pola powierzchni rzutu cebuli na podłoże (rys. 7) w przypadku odmiany Karmen wynosiła 31,6 cm² i była o 15% wyższa w stosunku do wartości średniej powierzchni rzutu cebuli odmiany Sochaczewskiej. Analiza statystyczna wykazała istotną statystycznie różnicę w wartościach średnich pola powierzchni rzutu pomiędzy badanymi odmianami cebuli.



Źródło: obliczenia własne autora

Rys. 7. Średnie wartości pola powierzchni rzutu cebuli na podłoże oraz pole styku cebuli z podłożem
Fig. 7. Mean values of the area of the onion's projection on the ground and the contact area of the onion and the ground

Średnia wartość pola powierzchni styku cebuli z podłożem (rys. 7) w przypadku odmiany Karmen wynosiła $1,8 \text{ cm}^2$ i była o 34% wyższa w stosunku do wartości średniej ($1,17 \text{ cm}^2$) odnotowanej w przypadku odmiany Sochaczewskiej. Zaobserwowano znaczne zróżnicowanie w wartości mierzonej w obrębie danej odmiany cebuli. Nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy w wartościach średnich pola powierzchni styku cebuli z podłożem pomiędzy badanymi odmianami.

Wnioski

1. Zastosowane układy pomiarowe umożliwiły precyzyjne i nieskomplikowane wyznaczenie podstawowych cech fizycznych cebuli. Program komputerowy pozwalał dodatkowo wyznaczyć powierzchnię styku cebuli z podłożem a po wprowadzeniu masy wyliczyć ciśnienie cebuli na podłoże.
2. Odnotowano, że średnia wartość współczynnika spłaszczenia cebuli odmiany Karmen była o 6% wyższa w stosunku do wartości współczynnika sferyczności zaobserwowanego w przypadku odmiany Sochaczewskiej natomiast w przypadku wartości średnich współczynnika wydłużenia zróżnicowanie pomiędzy badanymi odmianami cebuli plasowało się na poziomie 4,6%.
3. Zaobserwowano dużą zmienność ciśnienia wywieranego przez cebulę na podłoże w obrębie badanej odmiany.
4. Nie odnotowano statystycznie istotnych różnic w wartościach średnich analizowanych parametrów pomiędzy badanymi odmianami cebuli.

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. s. 33.
- Fleszer J., Fabian H.** 1991. Wymiarowa i masowa charakterystyka bulw ziemniaka. Politechnika Warszawska. s. 23-33.
- Kielbasa P., Juliszewski T.** 2005. Pomiar metodą video-komputerową powierzchni liści wybranych roślin. Inżynieria Rolnicza. Nr 14(74). s. 169-175.
- Budyn P.** 2001. Pomiar współczynników sferyczności bulw odmian zmieników Ibis i Maryna uprawianych na dwóch rodzajach gleb w latach 1999 i 2000. Prace Komisji Nauk Rolniczych. PAU, Nr 2. s. 31-37.

THE USE OF AN ELECTRONIC MEASUREMENT SYSTEM FOR THE ASSESSMENT OF SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF CROPS

Abstract. At a time of increasingly more precise sorting and separating equipment, the need to recognize a wide variety of properties of biological material is crucial for high-precision sorting and separating and for ensuring high-quality food products. The shape of crops is vital during separation, which is outstandingly varied and difficult to classify. This involves the material's three dimensions; namely length, width, and thickness. The purpose of this paper is to establish a measurement system allowing for setting the basic linear values of crops in static conditions. The software allows the setting of basic linear values such as length, perimeter and the area of the material's projection on the ground, as well as the introduction of the weight of the facility studied, the pressure exerted on the base and the overall packing coefficient. The spherical coefficient has been set for two varieties of onion, approving the high effectiveness of the measurement system in establishing such values.

Key words: computer software, spherical coefficient, shape

Adres do korespondencji:

Paweł Kielbasa; e-mail: pkielbasa@ar.krakow.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków