

Zygmunt Sobol, Dariusz Baran, Norbert Marks  
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## RELACJE POMIĘDZY OBJĘTOŚCIĄ A KSZTAŁTEM BULW WYBRANYCH ODMIAN ZIEMNIAKA

### Streszczenie

W pracy poszukiwano relacji pomiędzy objętością a kształtem bulw wybranych odmian ziemniaka. Badaniami objęto pięć odmian: Drop, Ibis, Irga, Mors, Salto. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ odmian na wartość współczynnika kształtu bulw ziemniaka. Najlepsze dopasowanie do rzeczywistego kształtu bulw uzyskano dla modelu elipsoidy.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, bulwa, kształt, objętość

### Wykaz symboli

- $a$  – grubość bulwy [mm],
- $A, B, C$  – półosie elipsoidy [cm],
- $b$  – szerokość bulwy [mm],
- $c$  – długość bulwy [mm],
- $D$  – średnica kuli [cm],
- $m_p$  – masa bulwy w powietrzu [g],
- $m_w$  – masa bulwy w wodzie [g],
- $V_{rz}$  – objętość rzeczywista bulwy [cm<sup>3</sup>],
- $V_{te}$  – objętość teoretyczna bulwy o kształcie elipsoidy [cm<sup>3</sup>],
- $V_{tk}$  – objętość teoretyczna bulwy o kształcie kuli [cm<sup>3</sup>],
- $\rho_t$  – gęstość wody po uwzględnieniu korekty temperaturowej [g/cm<sup>3</sup>].

### Wstęp

Przemysł przetworów spożywczych stawia bulwom ziemniaka najostrzejsze wymagania jakościowe [Zgórska 2004]. Również wysokie wymagania dotyczą

bulw ziemniaka jadalnego zużywanego w gospodarstwach domowych (gotowanego w całości, jako purée lub w postaci sałatek) [Nowacki 2000]. Prawie wszystkie publikacje naukowe na ten temat, jako najistotniejszą cechę jakościową podają kształt bulwy [Zarzyńska 1997; Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 1999; Zgórska 2002]. Wszyscy zgodnie twierdzą, że w każdym typie kształtu, bulwy powinny zachować regularność (nie powinny występować deformacje zewnętrzne) [Frydecka-Mazurczyk, Zgórska 1993]. Każde odstępstwo od typu kształtu oraz występowanie deformacji prowadzi do wielu strat w procesie przetwórczym (straty przy obieraniu oraz odpady przy krojeniu) [Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 1991, Pietkiewicz 1993]. Ze względu na wzrost w ostatnich latach w Polsce wykorzystania ziemniaków na przetwory spożywcze (w sezonie 2003/04 przetworzono około 650 tys. ton bulw na frytki, chipsy i produkty suszone) oraz wysokie wymagania konsumentów określone przy zakupie ziemniaka jadalnego, powinno poszukiwać się metod, które umożliwiłyby jednoznaczne określenie typów kształtów bulw oraz ich regularność.

### **Cel i zakres pracy**

Celem pracy było znalezienie relacji pomiędzy objętością a kształtem bulw wybranych odmian ziemniaka. Badaniami objęto pięć odmian ziemniaka: Drop, Ibis, Irga, Mors, Salto. Ziemniaki uprawiano na piasku gliniastym lekkim. Agrotechnikę prowadzono w sposób przyjęty za tradycyjny tj. wykonano zespół uprawek pozniwnych po uprzednim rozdrobieniu przedplonu (mieszanka gorczycy z łubinem w dawce 40 t/ha zielonej masy) oraz wykonano orkę zimową. Wiosną wykonano nawożenie organiczne („Eko-kompost” – 30 t/ha) i doprawiono glebę. Ziemniaki sadzono rzędowo (rozstaw rzędów – 75 cm, gęstość sadzenia – 25,5 cm), pielęgnowano w sposób mechaniczno-chemiczny i zastosowano kompleksową chemiczną ochronę przed chorobami i szkodnikami. Porost rozdrabniano mechanicznie a zbiór przeprowadzono za pomocą kombajnu Z 643.

### **Metodyka badań**

#### Pobieranie prób

Do badań pobierano próby z całej masy zebranych bulw. Kwalifikowane do badań bulwy posiadały kształt typowy dla danej odmiany bez widocznych deformacji zewnętrznych. Kwalifikacji dokonywało pięć osób posiadających merytoryczne przygotowanie i wymagane doświadczenie. Liczebność próby dla każdej kombinacji doświadczenia wynosiła 200 szt.

### Określanie kształtu

Aby określić kształt bulw dokonywano pomiaru bezpośredniego bulw (dokładność do 1 mm) wyznaczając:

- długość bulwy ( $c$ ) – od nasady stolonu do szczytu bulwy,
- szerokość bulwy ( $b$ ) – większy wymiar największego porzecznego przekroju,
- grubość bulwy ( $a$ ) – mniejszy wymiar największego porzecznego przekroju.
- W literaturze spotyka się wiele współczynników opisujących kształt bulw. W pracy wykorzystano współczynnik kształtu  $K_{b/c}$  liczony jako iloraz szerokości  $b$  do długości  $c$  [Technologia... 1972]. Według tego współczynnika kształt bulw przedstawia się następująco:
  - bulwy okrągło-skrócone –  $b:c$  powyżej 1:0,9; ( $K_{b/c}$  powyżej 1,111),
  - bulwy okrągłe – od 1:0,9 do 1:1,2; (od 1,111 do 0,833),
  - bulwy okrągło-owalne – od 1:1,2 do 1:1,6; (od 0,833 do 0,625),
  - bulwy owalne – od 1:1,6 do 1:2; (od 0,625 do 0,500),
  - bulwy podłużne – poniżej 1:2; (poniżej 0,500).

### Określenie objętości

Objętość rzeczywistą bulw  $V_{rz}$  wyznaczono za pomocą elektronicznej wagi laboratoryjnej WPS 510/C/1. Waga była wyposażona w zestaw do wyznaczania gęstości ciał stałych. Objętość wyznaczono poprzez określenie masy bulwy w powietrzu  $m_p$  i w cieczy  $m_w$  o znanej gęstości (woda destylowana). Pomiar prowadzono z dokładnością do 0,001 g. Podczas pomiaru monitorowano temperaturę cieczy. Objętość rzeczywistą bulwy wyznaczono wg poniższego wzoru:

$$V_{rz} = \frac{m_p - m_w}{\rho_t} \quad (1)$$

Objętość teoretyczną bulw  $V_t$  wyliczono w oparciu o modele kuli (wzór 2) i elipsoidy (wzór 3). Obliczenia dla modelu kuli prowadzono oddzielnie dla każdego wymiaru bulwy (długość, szerokość lub grubość). W przypadku obliczeń objętości elipsoidy wprowadzono do wzoru zamiast półosi elipsoidy wymiary bulwy.

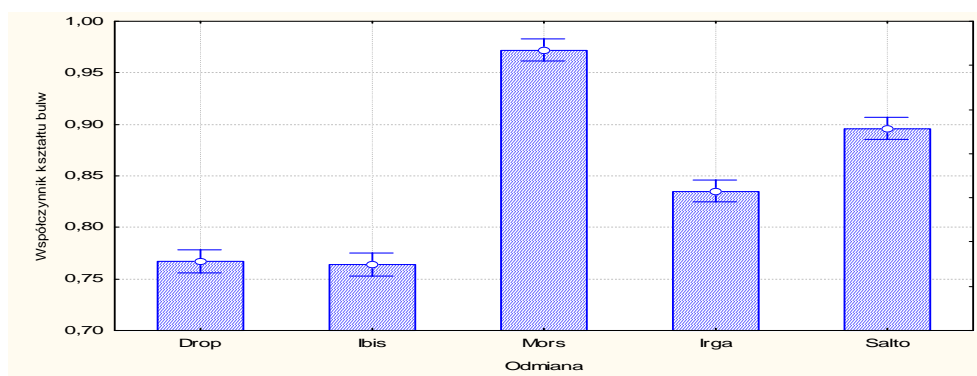
$$V_{t_k} = \frac{1}{6} \pi D^3 \quad (2)$$

$$V_{t_e} = \frac{4}{3} \pi ABC \quad (3)$$

### **Wyniki badań**

Przeprowadzona analiza wariancji w klasyfikacji pojedynczej wskazuje na istnienie statystycznie istotnego wpływu odmian na wartość współczynnika kształtu bulw ziemniaka. Spośród badanych odmian (rys. 1) najwyższą wartość współczynnika kształtu zarejestrowano dla 'Morsa' – 0,972. Następnie, w kolejności malejącej

zanotowano 'Salto' – 0,895 oraz 'Irgę' – 0,835. Według uzyskanych wartości współczynnika kształtu wymienione trzy odmiany charakteryzują się bulwami o kształcie okrągłym, choć należy pokreślić, że 'Irga' znajduje się na granicy podziału grup kształtu okrągłego i okrągło-owalnego. Najniższe współczynniki kształtu stwierdzono dla 'Dropa' – 0,766 i 'Ibisa' – 0,763. Odnotowane wartości wskazują na przynależność bulw tych odmian do grupy o kształcie okrągło-owalnym. Przeprowadzony test Duncana (tab. 1) wykazał, że bulwy tych dwóch odmian tworzą grupę jednorodną.



Rys. 1. Współczynniki kształtu bulw dla badanych odmian

Fig. 1. Shape coefficients of tested species bulbs

Tabela 1. Wyniki testu Duncana – zróżnicowanie wartości współczynnika kształtu bulw ziemniaka pomiędzy odmianami

Table 1. The Duncan test results – various values of shape coefficient of potato bulbs between species

Czynnik	Grupy jednorodne*					
	Średnie wartości współczynnika kształtu					
Odmiana	x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>4</sub>	
	'Drop'	x <sub>1</sub> = 0,766			'Mors'	x <sub>4</sub> = 0,972
	'Ibis'	x <sub>2</sub> = 0,763			'Salto'	x <sub>5</sub> = 0,895
	'Irga'	x <sub>3</sub> = 0,835				

\* – różnice nieistotne statystycznie podkreślono

Określenie związku pomiędzy kształtem a objętością bulw przeprowadzono na podstawie analizy regresji pomiędzy objętościami rzeczywistymi a teoretycznymi bulw dla badanych odmian (tab. 2). Stwierdzono, że dla każdej z badanych odmian

objętości teoretyczne liczone wg. modelu elipsoidy uzyskały wyższe współczynniki determinacji z objętościami rzeczywistymi niż wyznaczone wg. modelu kuli. Uzyskane wyniki potwierdzają sugestię Skwarskiego [1996] o celowości stosowania wzorca elipsoidy w rozważaniach teoretycznych. Najlepsze dopasowanie do rzeczywistości z wykorzystaniem tego modelu uzyskano dla 'Ibisa' ( $R^2 = 0,992$ ). Ale i w przypadku pozostałych odmian uzyskano wysokie współczynniki determinacji ( $R^2 \geq 0,988$ ). Próbując odwzorować kształt bulwy z wykorzystaniem modelu kuli w czterech na pięć możliwych przypadków najbardziej zbliżony do wzorca okazał się model oparty na pośrednim wymiarze bulwy czyli szerokości. Tylko jednokrotnie, dla 'Irgi', uzyskano lepsze dopasowanie wprowadzając do wzoru na objętość teoretyczną największy wymiar bulwy.

Tabela 2. Wyniki analizy regresji - zależności pomiędzy objętościami rzeczywistymi i teoretycznymi dla badanych czynników

Table 2. Regressive analysis results – dependences between actual volumes and theoretical volumes for examined factors

Odmiana	Współczynnik kształtu	Kształt wg współczynnika	Objętość rzeczywista [cm <sup>3</sup> ]	Objętość teoretyczna [cm <sup>3</sup> ]	Równanie regresji				Parametr wykorzystany do obliczenia objętości teoretycznej
					Wyraz wolny A	Wyraz B	Poziom istotności p	Współczynnik determinacji R <sup>2</sup>	
Drop	0,767	okrągłowałny	89,725	76,772	1,1923	1,1532	0,000	0,921	b
Drop	0,767	okrągłowałny	89,725	84,120	0,9936	1,0548	0,000	0,988	a,b,c
Ibisa	0,764	okrągłowałny	90,344	75,233	4,1388	1,1458	0,000	0,920	b
Ibisa	0,764	okrągłowałny	90,344	84,786	3,4612	1,0247	0,000	0,992	a,b,c
Irga	0,835	okrągły	83,281	152,242	22,0036	0,4025	0,000	0,891	c
Irga	0,835	okrągły	83,281	77,986	0,1419	1,0661	0,000	0,991	a,b,c
Mors	0,972	okrągły	80,077	83,350	4,2549	0,9097	0,000	0,949	b
Mors	0,972	okrągły	80,077	74,666	0,8268	1,0614	0,000	0,989	a,b,c
Salto	0,896	okrągły	87,810	89,743	3,1821	0,9430	0,000	0,951	b
Salto	0,896	okrągły	87,810	82,473	2,4333	1,0352	0,000	0,988	a,b,c

## Wnioski

1. Odmiana miała istotny statystycznie wpływ na kształt bulw ziemniaka. Odmiany Drop i Ibis tworzą grupę jednorodną pod względem wartości współczynnika kształtu.
2. Największą dokładność opisu objętości dla wszystkich odmian uzyskano stosując model elipsoidy, dla którego stopień dopasowania do rzeczywistych objętości  $R^2$  wynosił od 0,988 do 0,992.
3. Model elipsoidy najdokładniej odwzorowuje kształt bulw odmiany Ibis ( $R^2 = 0,992$ ).
4. Model kuli najdokładniej odwzorowuje kształt bulw odmiany Salto (wg wymiaru b –  $R^2 = 0,951$ ).

## Bibliografia

- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 1993. Surowiec do produkcji frytek i czipsów. *Ziemniak Polski* 3, s. 8-13.
- Nowacki W. 2000. Parametry jakości bulw w konfekcjonowaniu ziemniaka jadalnego. *Ziemniak Polski* 3, s. 2-8.
- Pietkiewicz J. 1993. Ziemniak na przetwórstwo spożywcze. *Ziemniak Polski* 3, s. 1-3.
- Skwarski B. 1996. Modelowanie kształtu bulw ziemniaka. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 443, s.365-373.
- Zarzyńska K. 1997. Czynniki wpływające na kształt i wielkość bulw ziemniaka. *Ziemniak Polski* 4, s. 4-9.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1991. Odmiany ziemniaka do przemysłu spożywczego. *Ziemniak Polski* 2, s.16-21.
- Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 1999. Normy krajowe UE oraz zasady odbioru jakościowego ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa. *Ziemniak Polski* 2, s. 28-32.
- Zgórska K. 2002. Jakość ziemniaków jadalnych i do przetwórstwa spożywczego. *Ziemniak Polski* 4, s. 14-20.
- Zgórska K. 2004. Wymagania jakościowe wobec odmian ziemniaka do przetwórstwa spożywczego. *Ziemniak Polski* 4, s. 26-28.
- Technologia przetwórstwa ziemniaczanego. 1972. Praca zbiorowa pod redakcją F. Nowotnego. WNT.

**RELATIONSHIPS BETWEEN VOLUME AND SHAPE  
OF SELECTED SPECIES OF POTATO BULBS**

**Summary**

In the paper, attempt has been made to find the relationships between volume and shape of selected species of potato bulbs. Five species have been examined: Drop, Ibis, Irga, Mors, Salto. Statistically important effect of species on the shape coefficient of potato bulbs has been found. The best match for the actual bulb shape was obtained for the ellipsoid model.

**Key words:** potato, bulb, shape, volume