

CECHY GEOMETRYCZNE ZIARNA WYBRANYCH ODMIAN ZBÓŻ

Tomasz Hebda

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Akademia Rolnicza w Krakowie

Piotr Micek

Katedra Żywnienia Zwierząt, Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. Celem pracy było określenie zależności pomiędzy cechami geometrycznymi ziarna zbóż. Zakres pracy obejmował pomiar podstawowych wymiarów ziarna (szerokość, grubość i długość) oraz obliczenie jego objętości, powierzchni zewnętrznej i współczynnika sferyczności. Pomiary przeprowadzono na ziarnie 11 odmian jęczmienia (Gregor, Gil, Sigra, Bombay, Tiffany, Stratus, Rudzik, Rodos, Rodion, Rastik, Orthege) oraz 4 odmianach owsa (Szakal, Bajka, Dukat, Akt). Wykazano, że dla ziarna jęczmienia za podstawową cechę rozdzielczą należy przyjąć szerokość ziarna, natomiast dla owsa jego długość. Ponadto stwierdzono istotną ($p < 0,05$) zależność pomiędzy podstawowymi wymiarami ziarna (współczynniki korelacji powyżej 0,95) oraz duże wyrównanie właściwości geometrycznych ziarna w obrębie każdego z badanych gatunków zbóż

Streszczenie: zboża, ziarno, cechy geometryczne, objętość

Wstęp

Szybki rozwój przemysłu rolno-spożywczego, a szczególnie jego automatyzacja, wymusza spełnianie wysokim norm jakościowych przez surowce pochodzenia roślinnego. W przypadku przemysłu zbożowego konieczne stało się ujednoczenie surowca pod względem wielkości ziarna oraz wprowadzenie do uprawy odmian zbóż o wysokich wartościach użytkowych. W tym kontekście dokładne określenie optymalnych dla przetwórstwa właściwości geometrycznych ziarna zbóż umożliwiło analizę związków pomiędzy wielkością ziarna a jego wyróżnikami jakościowymi, wpływającymi na procesy technologiczne [Majewska i in. 2000].

Wielkość, kształt, ciężar, zabarwienie oraz inne właściwości fizyczne ziarna, a także występująca pomiędzy odmianami zmienność wynika przede wszystkim z różnic biologicznych (odmianowych), warunków glebowo-klimatycznych oraz zabiegów agrotechnicznych. Różnice te mogą być także uzależnione od miejsca dojrzwania ziarniaków w kłosie rośliny macierzystej [Fornal i Kubiak 1995; Brzeziński i Klockiewicz-Kamińska 1997, Sułek 2004].

Cel pracy

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy właściwościami geometrycznymi wybranych odmian ziarna jęczmienia i owsa. Zakres pracy obejmował pomiar podstawowych wymiarów ziarna (szerokość, grubość i długość) oraz obliczenie objętości, powierzchni zewnętrznej i współczynnika sferyczności.

Materiał i Metody

Materiałem badawczym było ziarno 11 odmian jęczmienia (Gregor, Gil, Sibra, Bombay, Tiffany, Stratus, Rudzik, Rodos, Rodion, Rastik, Orthega) oraz 4 odmian owsa (Szakal, Bajka, Dukat, Akt). Pomiar wykonano na 100 losowo pobranych ziarnach, których wilgotność wynosiła około 12% (próbka powietrznie sucha).

Pomiary geometrii ziarna wykonano przy pomocy elektronicznej suwmiarki firmy Limit, mierząc jego wymiary z dokładnością do 0,01 mm. Nasiona mierzone w trzech płaszczyznach pomiarowych rejestrując wartości pomiędzy tymi płaszczyznami.

Objętość jednostkową pojedynczych nasion obliczono ze wzoru (2) po wcześniejszym wyznaczeniu gęstości badanych nasion. Pomiar gęstości wykonano przy pomocy elektronicznego zestawu do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy w oparciu o prawo Archimedes (1). Nasiona zanurzano w oleju o gęstości 917 kg m^{-3} , a następnie ważono w oleju jak i w powietrzu z dokładnością do 0,001 g [Hebda 2003].

$$\rho = \frac{A}{A-B} \cdot \rho_o \left[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \right] \quad (1)$$

$$V = \frac{m}{\rho} \left[\text{m}^3 \right] \quad (2)$$

gdzie:

- ρ – gęstość ziarniaka, kg m^{-3}
- A – ciężar ziarniaka w powietrzu, N
- B – ciężar ziarniaka w cieczy, N
- ρ_o – gęstość cieczy, kg m^{-3}
- V – objętość jednostkowa, m^3
- m – masa ziarniaka, kg

Kształt ziarna jęczmienia oraz owsa można w przybliżeniu porównać z kształtem elipsoidy obrotowej. Korzystając z tego uproszczenia pole powierzchni ziarna obliczono z następującego wzoru [Grochowicz 1994]:

$$F_z = \pi \cdot c \cdot \frac{a+b}{2} \quad (3)$$

Cechy geometryczne...

gdzie:

- a – grubość ziarna, mm
- b – szerokość ziarna, mm
- c – długość ziarna, mm

Współczynnik sferyczności (K_w) obliczono jako stosunek grubości do długości ziarna [Grochowicz 1994].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie (SAS 2001). Wykonano dwuczynnikową analizę wariancji oraz test rozstępu Duncana. Analizowanymi czynnikami głównymi były: odmiana oraz wielkość ziarna.

Wyniki i ich omówienie

Spośród badanych odmian jęczmienia (tab. 1) największą długość miały odmiany Sigma i Gregor (ich długość mieściła się w przedziale od 11,17 do 11,23 mm), najmniejszą zaś odmiany Rastik i Rudzik (długość od 8,02 do 8,08 mm). Szerokość jęczmienia wahała się w granicach od 2,63 (dla odmiany Sigra) do 3,80 mm (dla odmiany Orthega), a grubość od 2,88 mm (Rodion) do 4,02 mm (Bombay).

Tabela 1. Średnie wymiary geometryczne wybranych odmian jęczmienia i owsa [mm]
Table 1. Average geometric dimensions of selected varieties of barley and oat [mm]

Gatunek	Odmiana	Długość	Szerokość	Grubość
Jęczmień ozimy	Gregor	11,17	2,73	3,51
	Gil	9,53	2,84	3,73
	Sigra	11,23	2,63	3,39
	Bombay	8,75	3,18	4,02
	Tiffany	9,40	3,05	3,99
Jęczmień jary	Stratus	9,62	3,69	2,93
	Rudzik	8,08	2,69	3,54
	Rodos	9,84	3,73	2,86
	Rodion	9,52	3,62	2,88
	Rastik (nieoplewiona)	8,02	2,68	3,69
Orthega	10,20	3,80	2,93	
Owies	Szakał	11,92	2,50	2,99
	Bajka	10,55	2,37	2,72
	Dukat	9,70	2,47	3,06
	Akt (nieoplewiona)	7,06	2,14	2,09

Wśród badanych odmian owsa (tab. 1) największą długość miała odmiana Szakał (średnio 11,92 mm), najmniejszą zaś odmiana Akt (7,06 mm). Szerokość wahała się w granicach od 2,14 (Akt) do 2,50 mm (Szakał), natomiast grubość od 2,09 mm (Akt) do 3,06 mm (Dukat). Warto zwrócić uwagę, że w porównaniu do formy oplewionej, odmiany nieoplewione jęczmienia (Rastik) i owsa (Akt) miały znacznie mniejsze wymiary oraz geometryczne charakterystyki ziarna (tab. 3).

Według Grochowicza [1994] właściwości geometryczne ziarna zbóż są cechą odmianową, których wzajemny stosunek wymiarów ma w przybliżeniu wartość stałą, niezależną od warunków klimatycznych i glebowych.

W tabeli 2 przedstawiono wartość współczynników korelacji pomiędzy poszczególnymi wymiarami ziarna. Uzyskane wartości były bardzo wysokie we wszystkich przeprowadzonych testach i mieściły się w przedziale od 0,958 do 0,997. Porównując te dane z wynikami uzyskanymi przez Grochowicza [1994], u którego współczynniki korelacji między głównymi wymiarami nasion zawierały się w przedziale od 0,44 do 0,81, można stwierdzić, że dokonał się duży postęp hodowlany w ujednoczeniu wymiarów zewnętrznych ziaren.

Tabela 2. Wyniki korelacji dla podstawowych wymiarów ziarna jęczmienia i owsa
Table 2. Correlation results for main dimensions of barley and oat grain

Gatunek	Odmiana	Cechy rozdzielcze		
		szerokość i grubość	szerokość i długość	długość i grubość
Jęczmień ozimy	Gregor	0,992	0,959	0,967
	Gil	0,991	0,977	0,962
	Sigra	0,962	0,992	0,970
	Bombay	0,975	0,996	0,971
	Tiffany	0,992	0,992	0,988
Jęczmień jary	Stratus	0,967	0,979	0,969
	Rudzik	0,963	0,956	0,979
	Rodos	0,985	0,993	0,990
	Rodion	0,981	0,987	0,992
	Rastik (nieoplewiona)	0,991	0,988	0,990
	Orthega	0,976	0,987	0,984
Owies	Szakal	0,975	0,978	0,981
	Bajka	0,989	0,990	0,993
	Dukat	0,975	0,955	0,982
	Akt (nieoplewiona)	0,977	0,987	0,987

W przypadku odmian jęczmienia największa zależność wystąpiła pomiędzy szerokością i długością oraz szerokością i grubością ziarna. Natomiast dla owsa najwyższy współczynnik korelacji stwierdzono pomiędzy szerokością i długością oraz długością i grubością ziarna. Można więc przyjąć, że dla jęczmienia cechą rozdzielczą powinna być szerokość, natomiast w przypadku owsa długość ziarna.

Objętość jednostkowa (V) ziarna jęczmienia mieściła się w granicach od 18,68 (odmiana Gil) do 33,37 mm³ (Orthega), natomiast ziarna owsa od 14,78 mm³ (Bajka) do 8 mm³ (Akt; tab. 3). Pole powierzchni (F) obliczone dla ziarna jęczmienia mieściło się w przedziale od 79,287 mm² (Rastik) do 110,645 mm² (Gregor), dla odmian owsa od 46,985 mm² (Akt) do 103,253 mm² (Bajka). Wartość współczynnika sferyczności (K_w) dla ziarna jęczmienia mieściła się w granicy od 0,234 (Gil) do 0,384 (Tiffany).

Cechy geometryczne...

Tabela 3. Geometryczne charakterystyki ziarna wybranych odmian jęczmienia i owsa (wartości średnie)

Table 3. Geometric characteristics of grain for selected varieties of barley and oat (average values)

Odmiana	V [mm ³]	Odchylenie standardowe	F [mm ²]	Odchylenie standardowe	K _w	Odchylenie standardowe
Jęczmień ozimy Gregor	20,908	4,026	110,645	23,000	0,247	0,018
Jęczmień ozimy Gil	18,680	4,014	106,894	18,088	0,234	0,006
Jęczmień ozimy Siga	31,335	4,043	101,802	9,775	0,380	0,005
Jęczmień ozimy Bombay	20,811	2,399	80,331	7,650	0,334	0,007
Jęczmień ozimy Tiffany	31,736	3,680	100,506	9,161	0,384	0,007
Jęczmień jary Stratus	29,798	3,840	97,233	7,290	0,381	0,026
Jęczmień jary Rudzik	23,785	3,551	98,617	11,989	0,299	0,007
Jęczmień jary Rodos	32,198	4,399	99,354	10,714	0,364	0,006
Jęczmień jary Rodion	29,440	4,375	104,317	10,803	0,325	0,003
Jęczmień jary nieoplewiony Rastik	20,376	3,870	79,287	8,091	0,333	0,011
Jęczmień jary Orthega	33,370	4,532	107,712	9,524	0,375	0,032
Owies oplewiony Szakal	12,113	2,198	84,642	9,133	0,224	0,004
Owies oplewiony Bajka	14,777	1,989	103,253	13,596	0,210	0,009
Owies oplewiony Dukat	14,717	1,889	84,455	8,276	0,255	0,004
Owies nieoplewiony Akt	7,798	8,868	46,985	21,853	0,294	0,260

Analiza wariancji wykazała istotny ($P < 0,05$) wpływ obu czynników głównych na objętość, pole powierzchni oraz współczynnik sferyczności badanych odmian zbóż. Statystycznie istotne ($P < 0,05$) okazały się również interakcje drugiego rzędu: *odmiana * objętość*, *odmiana * pole powierzchni*, *odmiana * współczynnik sferyczności*. W związku z powyższym w dalszej kolejności przeprowadzono testy Duncana, których wyniki zamieszczono w tabeli 4.

Dla interakcji *odmiana * objętość* stwierdzono cztery grup homogeniczne utworzone przez odmiany owsa Baka i Dukat, a w przypadku jęczmienia przez odmiany Rastik, Bombay i Gregor, a także Siga, Tiffany i Rodos oraz Rodos i Orthega. W przypadku tych odmian należy uznać, że w utworzonych przedziałach mają one podobną objętość jednostkową.

Dla interakcji *odmiana * pole powierzchni* wykazano istnienie aż siedmiu grup homogenicznych. Należy zaznaczyć, że wszystkie badane zboża, oprócz owsa odmiany Akt, utworzyły grupy jednorodne z innymi odmianami.

W tabeli 4 przedstawiono również wyniki testu dla interakcji *odmiana * współczynnik sferyczności*. W tym przypadku stwierdzono istnienie sześciu grup homogenicznych. U jęczmienia grupy te tworzyły odmiany Siga, Tiffany, Stratus, Rodos i Orthega, a także Bombay, Rodion i Rastik, zaś u owsa odmiany Szakal i Bajka. Uzyskane wyniki świadczą o statystycznie nieistotnych ($P > 0,05$) różnicach wartości współczynnika sferyczności dla wymienionych odmian.

Tabela 4. Wyniki testu Duncana dla czynników głównych
 Table 4. Duncan test results for main factors

Czynnik	Grupy homogeniczne														
V [mm ³]	X_{15} X_{12} <u>X_{14}</u> <u>X_{13}</u> X_2 <u>X_{10}</u> <u>X_4</u> <u>X_1</u> X_7 X_9 X_6 <u>X_3</u> <u>X_5</u> <u>X_8</u> <u>X_{11}</u>														
	$X_1 = 20,91$ $X_2 = 18,68$ $X_3 = 31,34$ $X_4 = 20,81$ $X_5 = 31,76$ $X_6 = 29,80$														
	$X_7 = 23,78$ $X_8 = 32,20$ $X_9 = 29,44$ $X_{10} = 20,38$ $X_{11} = 33,37$ $X_{12} = 12,11$														
	$X_{13} = 14,78$ $X_{14} = 14,72$ $X_{15} = 7,80$														
F [mm ²]	X_{15} <u>X_{10}</u> <u>X_4</u> <u>X_{14}</u> <u>X_{12}</u> <u>X_6</u> <u>X_7</u> <u>X_8</u> <u>X_5</u> <u>X_3</u> <u>X_{13}</u> <u>X_9</u> <u>X_2</u> <u>X_{11}</u> <u>X_1</u>														
	$X_1 = 110,64$ $X_2 = 106,89$ $X_3 = 101,80$ $X_4 = 80,33$ $X_5 = 100,51$ $X_6 = 97,23$														
	$X_7 = 98,72$ $X_8 = 99,35$ $X_9 = 104,32$ $X_{10} = 79,29$ $X_{11} = 107,71$ $X_{12} = 84,64$														
	$X_{13} = 103,25$ $X_{14} = 84,45$ $X_{15} = 46,99$														
K _w	<u>X_{13}</u> <u>X_{12}</u> <u>X_2</u> <u>X_1</u> <u>X_{14}</u> <u>X_{15}</u> <u>X_7</u> <u>X_9</u> <u>X_{10}</u> <u>X_4</u> <u>X_8</u> <u>X_{11}</u> <u>X_3</u> <u>X_6</u> <u>X_5</u>														
	$X_1 = 0,247$ $X_2 = 0,234$ $X_3 = 0,380$ $X_4 = 0,334$ $X_5 = 0,384$ $X_6 = 0,381$														
	$X_7 = 0,299$ $X_8 = 0,364$ $X_9 = 0,325$ $X_{10} = 0,332$ $X_{11} = 0,375$ $X_{12} = 0,224$														
	$X_{13} = 0,210$ $X_{14} = 0,254$ $X_{15} = 0,294$														
	X_1 - jęczmień Gregor, X_4 - jęczmień Bombay, X_7 - jęczmień Rudzik, X_{10} - jęczmień Rastik, X_{13} - owies Bajka,					X_2 - jęczmień Gil, X_5 - jęczmień Tiffany, X_8 - jęczmień Rodos, X_{11} - jęczmień Orthega, X_{14} - owies Dukat,					X_3 - jęczmień Sigra, X_6 - jęczmień Stratus, X_9 - jęczmień Rodion, X_{12} - owies Szakal, X_{15} - owies Akt.				

* różnice nieistotne podkreślono

Wnioski

1. Za cechę rozdzielczą dla jęczmienia należy przyjąć szerokość ziarna, natomiast dla owsa jego długość.
2. Istnieje statystycznie istotna ($p < 0,05$) zależność pomiędzy podstawowymi wymiarami ziarna jęczmienia i owsa, co potwierdzają wysokie wartości współczynników korelacji (powyżej 0,95).
3. Prowadzone zabiegi hodowlane doprowadziły do znacznego wyrównania właściwości geometrycznych ziarna jęczmienia i owsa.

Bibliografia

- Fornal L., Kubiak A.** 1995. Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do pomiaru cech geometrycznych i oceny wyrównania ziarna pszenicy. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* (6). s. 15-18.
- Brzeziński W. J., Klockiewicz-Kamińska E.** 1997. Produkcja mąki wypiekowej w Polsce – utopia czy rzeczywistość w zasięgu ręki? *Przegląd Zbożowo-Młynarski* (8). s. 15-18.
- Majewska K., Gudaczewski W., Fornal L.** 2000. Wielkość ziarniaków pszenicy a cechy reologiczne ciasta. *Inżynieria Rolnicza* (5). s. 153-162.
- Grochowicz J.** 1994. Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie. ISBN 83-901612-9-X
- Sulek A., Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A.** 2004. Wpływ różnych sposobów aplikacji azotu na plon, elementy jego struktury oraz wybrane cechy jakościowe ziarna odmian pszenicy jarej. Konferencja naukowa: Agrotechnika w kształtowaniu środowiska i jakości żywności. Lublin, 27-28 września 2004 r.
- Hebda T.** 2003. Ocena twardości i sprężystości roślinnych materiałów ziarnistych. Rozprawa doktorska. Akademia Rolnicza w Krakowie.

Praca wykonana w ramach grantu 2P06Z 001 27

GEOMETRIC FEATURES OF GRAIN FOR SELECTED CORN VARIETIES

Summary. The purpose of the work was to determine the dependencies between geometric features of corn grains. The scope of work included measurement of main grain dimensions (width, thickness and length) and calculation of grain volume, external surface and sphere factor. The measurements were performed on grain of 11 varieties of barley (Gregor, Gil, Sigra, Bombay, Tiffany, Stratus, Rudzik, Rodos, Rodion, Rastik, Orhega) and 4 varieties of oat (Szakal, Bajka, Dukat, Akt). It was demonstrated that a basic distribution quality, which should be adopted for barley grain is width, and for oat it is length. Furthermore, the measurement showed significant ($P < 0,05$) dependence between basic dimensions of grain (correlation coefficients higher than 0,95) and high balancing of geometric properties of grain for each tested corn types.

Key words: cereals, grain, geometrical features, volume

Adres do korespondencji:

Tomasz Hebda; e-mail: thebda@ar.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Akademia Rolnicza w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków