

WPLYW LICZBY ZIARNIAKÓW W KŁOSKU NA KSZTAŁT
ROZKŁADU STATYSTYCZNEGO GRUBOŚCI ZIARNA
PSZENICY OZIMEJ*

Marek Geodecki, Stanisław Grundas, Adam Kuczyński

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: geodecki@demeter.ipan.lublin.pl

Streszczenie. Praca zawiera wyniki badań nad wpływem liczby ziarniaków w kłosku na kształt rozkładu statystycznego grubości ziarna w kłosach dwóch odmian pszenicy ozimej: Kris i Zyta. Odmiana Kris plonuje czterema ziarniakami w kłoskach, a Zyta – trzema. Przeanalizowano asymetrię i dwumodalność rozkładów statystycznych grubości trzecich i czwartych oraz pierwszych i drugich ziarniaków w kłoskach obu odmian. W rozkładach asymetrycznych odchylenie średnie, prawostronne ocenia zmienność największych ziarniaków – pierwszych i drugich, a odchylenie średnie, lewostronne – zmienność pozostałych ziarniaków. Dwie miary rozproszenia wyników (odchylenie prawostronne i lewostronne) charakteryzują asymetryczność rozkładów grubości ziarniaków badanych odmian i pozwalają na bardziej precyzyjne ich oszacowanie metodą analizy wariancji.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, kłosek, grubość ziarniaków, rozkłady asymetryczne

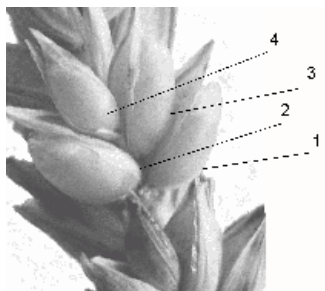
WSTĘP

Jedną z najważniejszych roślin zbożowych, dostarczających surowca do wytwarzania podstawowego produktu spożywczego jakim jest chleb, jest pszenica. Badania cech użytkowych ziarna pszenicy stanowią przedmiot zainteresowania nie tylko specjalistów z zakresu technologii zbóż, ale są również źródłem inspiracji w poszukiwaniach naukowych w zakresie badań agrofizycznych [4].

O plonie uzyskiwanym z kłosa pszenicy zwyczajnej, podobnie jak i u innych zbóż, decyduje liczba kłosek w kłosie (średnio ok. 20), liczba ziarniaków w poszczególnych kłoskach (1-4) i ich masa [2,3,6]. Fragment typowego kłosa

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 6 P06 F 004 20 finansowanego przez KBN w latach 2001-2003.

pszenicy z wyraźnie widocznym kłoskiem, a w nim ułożonymi naprzemianlegle ziarniakami przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Widok kłoska z ziarniakami – po usunięciu plewek dolnych. Objaśnienie: 1-4, położenie kolejnych ziarniaków w kłosku

Fig. 1. Appearance of spikelet with kernels – after removal of the lemmas. Legend: 1-4, position of subsequent kernels in the spikelet

Na wykształcenie się poszczególnych ziarniaków w kłoskach wpływają w głównej mierze czynniki zewnętrzne, a więc warunki glebowo-klimatyczne w okresie wzrostu i rozwoju rośliny [1]. Stąd też, podstawowe cechy geometryczne mają asymetryczne, a więc odbiegające od standardu, rozkłady statystyczne [8,9].

Podstawowa cecha geometryczna ziarniaka jaką jest grubość, z uwagi na jej znaczenie praktyczne w systemie oczyszczania ziarna i potrzebę usuwania tak zwanego poślądu (ziarniaki o grubości poniżej 2 mm), może być przedmiotem analizy składu granulometrycznego ziarna. Znajomość zmienności grubości ziarniaków w kłosach pszenicy oraz możliwość

dokładnego oszacowania charakteru jej rozkładu stanowią ważne zagadnienia nie tylko z punktu widzenia prac hodowlanych, ale także efektywności przetwarzania surowca na cele spożywcze [5].

W dotychczasowych badaniach, mających na celu uchwycenie wpływu warunków agrotechnicznych na zakres zmienności grubości ziarna, przeprowadzano najczęściej procesy rozdzielcze na sitach o otworach podłużnych określając ich klasy i frakcje ziarniaków. Wyniki pomiarów uzyskanych w tego typu procesach przedstawiano w postaci histogramów [8]. Dla dokładniejszego opisu tych histogramów zaproponowano również trójparametrowy rozkład statystyczny nazwany normalnym-sklejonym [9]. Parametry tego rozkładu: wartość modalna, odchylenie średnie lewo i prawostronne mają tę zaletę, że umożliwiają zastosowanie typowej analizy wariancji dla porównania próbek, umożliwiając porównanie odchyleń lewostronnych i prawostronnych dla badanych odmian.

Celem pracy jest ocena wpływu liczby ziarniaków w kłoskach pszenicy ozimej na kształty rozkładów statystycznych ich grubości oraz scharakteryzowanie tych rozkładów przy pomocy zaproponowanych parametrów.

MATERIAŁ I METODA

Obiektem badań były ziarniaki pszenicy ozimej Zyta i Kris. Odmiana Zyta plonuje trzema ziarniakami, a odmiana Kris – czterema ziarniakami w kłosku. Zarówno materiał doświadczalny jak i sposób pomiaru cech geometrycznych został szczegółowo opisany w pracy [3]. Podstawowe wyniki pomiarów grubości

pojedynczych ziarniaków w kłosach zaczerpnięto z bazy danych, opracowanej w ramach realizacji projektu KBN nr 6P0 6F00420, [4]. Do pomiarów grubości ziarniaków wykorzystano przyrząd pomiarowy z miernikiem o dokładności 0,01 mm [9]. W niniejszej pracy przeanalizowano wyniki pomiarów grubości ziarniaków pierwszych, drugich, trzecich i czwartych.

Parametry rozkładu normalnego-sklejonego wyliczono z następujących wzorów [8]:

1. Wartość modalną m_o (ze stosunku trzech średnich Pearsońskich),

$$m_o = 3 m_e - 2 \bar{x}$$

gdzie: \bar{x} – średnia arytmetyczna, m_e – mediana.

2. Odchylenie standardowe, lewostronne s_l – z postaci równania:

$$s_l^2 = \frac{1}{n} \left(1 + \frac{1}{q} \right) \sum_{x_i < m_o} (x_i - m_o)^2,$$

3. Odchylenie średnie, prawostronne s_p – jako:

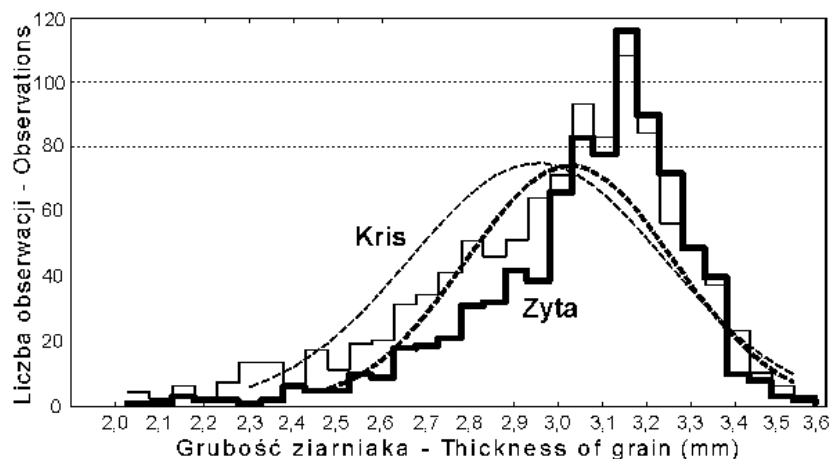
$$s_p^2 = \frac{1}{n} (1 + q) \sum_{x_i > m_o} (x_i - m_o)^2,$$

$$\text{gdzie: } q = \left[\frac{\sum_{x_i < m_o} (m_o - x_i)}{\sum_{x_i > m_o} (x_i - m_o)} \right]^{1/2};$$

n – liczba pomiarów; n_l , n_p – liczebność poniżej i powyżej modalnej (stosowane w statystykach s_l , s_p); x_i – grubość i -tego ziarniaka, $i = 1, 2, \dots, n$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 2 przedstawiono histogramy liczebności ziarniaków dla kolejnych klas grubości i ich rozkłady normalne. Dla testu Shapiro-Wilka wartość obliczona W (dla Kris $W = 0,95$, a dla Zyta $W = 0,92$) wskazuje na istotność na poziomie $p < 0,001$, co oznacza brak zgodności z rozkładem normalnym. Rozkłady są asymetryczne lewostronnie w stosunku do rozkładu normalnego. Dla Kris skośność wynosi $-0,9 \pm 0,07$, a dla Zyta jest równa $-1,2 \pm 0,08$. W obu przypadkach empiryczne rozkłady mają większą wysmukłość od rozkładu normalnego. Dla odmiany Kris kurtoza wynosi $0,63 \pm 0,15$, a dla Zyta $2,39 \pm 0,17$. Odmiany mają natomiast jednakowe modalne równe 3,12 mm.



Rys. 2. Histogramy liczebności ziarniaków pszenicy badanych odmian dla określonych klas grubości i ich teoretyczne rozkłady normalne

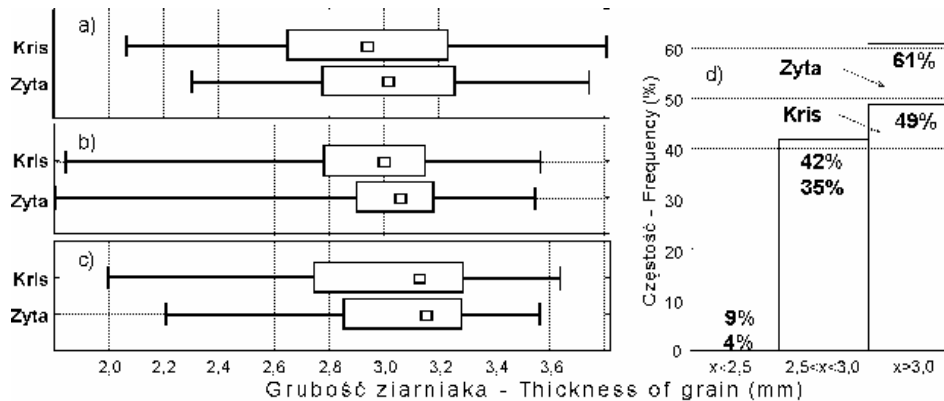
Fig. 2. Histograms of frequency of wheat kernels of tested cultivars for specific classes of thickness and their theoretical normal distributions

Próbka o małej liczebności (30-60 ziarniaków) mogłaby spełnić warunki normalności rozkładu i jednorodności wariancji w teście na poziomie ufności 95%. Jednak standardy przemysłowe, duża ilość surowca wymagają najczęściej wyższego poziomu ufności wnioskowania np. 99%, 99,9%.

Na rysunku 3 zestawiono miary parametryczne rozkładów grubości: wartość średnia, odchylenie średnie i przedziały trzech odchyłeń średnich – (rys. 3a), medianę, kwartył górny i dolny, wartości ekstremalne (rys. 3b), a z rozkładu normalnego-sklejonego wartość modalną, odchylenie średnie lewostronne, odchylenie średnie prawostronne i przedziały trzech odchyłeń średnich – (rys. 3c). Rysunek 4d przedstawia parametryzację rozkładów, którą można otrzymać za pomocą zestawu dwóch sit o otworach podłużnych.

Porównując rozkłady doświadczalne (rys. 2) z opisem za pomocą miar parametrycznych (rys. 3) widać użyteczność parametrów rozkładu normalnego-sklejonego. Prezentują one nie tylko rzeczywistą grubość i asymetrię rozkładu, lecz również informują o rzeczywistym obszarze zmienności tej cechy w obrębie badanych odmian.

Jak widać na rysunku 2, u odmian Kris i Zyta występuje przegięcie w rozkładzie grubości (Kris przy 2,85 mm, Zyta 2,95 mm) oraz liczebna przewaga ziarniaków małych w porównaniu z liczbą największych. Nadaje to rozkładowi charakter rozkładu dwumodalnego. Ponadto odmiana, która nie plonuje czwartym ziarnikiem w kłosku (Zyta) ma rozkład bardziej wysmukły i asymetryczny.

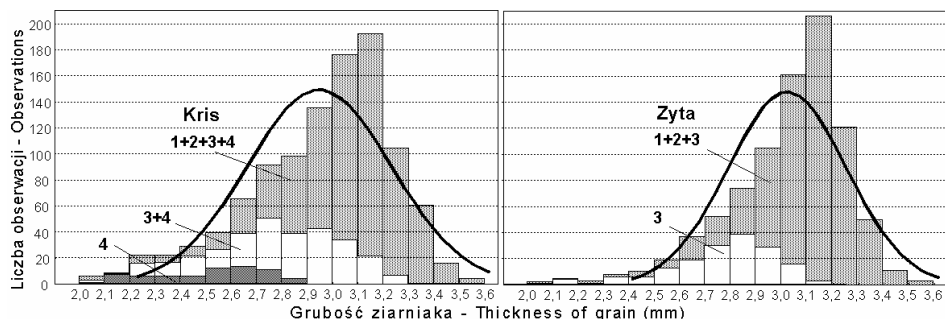


Rys. 3. Parametry rozkładu statystycznego grubości ziarna pszenicy odmiany Kris i Zyta: a – średnia, odchylenie średnie; b – mediana, kwartyle górny i dolny, wartości minimalna i maksymalna; c – parametry rozkładu normalnego-sklejonego – modalna, odchylenie średnie, lewostronne i prawostronne; d – za pomocą trzech przedziałów grubości

Fig. 3. Parameters of statistical normal distribution of kernel thickness for tested wheat cultivars Kris and Zyta: a – mean and mean standard deviation; b – median and quartile top and bottom, minimal and maximal values; c – parameters of spline-normal – modal value, left and right mean deviation; d – parametrization using three partitions of kernel thickness

Na rysunku 4 zestawiono histogramy grubości, opisujące wpływ na ich kształt grupy ziarniaków trzecich i czwartych w kłoskach. Widać, że wymiary ziarniaków trzecich (Zyta), a także czwartych i trzecich (Kris), są przesunięte w kierunku mniejszych wymiarów – w stosunku do ziarniaków pierwszych i drugich. Grubość czwartych ziarniaków u odmiany Kris jest zawsze mniejsza od modalnej. Grubość trzecich ziarniaków odmiany Zyta jedynie w 4 przypadkach na 215 osiąga wymiar modalny. U odmiany Kris 26 trzecich ziarniaków wnosi wkład do klas zbliżonych do modalnej na 295 ziarniaków. Z tej analizy wynika, że ziarniaki trzecie lub czwarte nie osiągają wymiaru modalnego, kształtują obszar zmienności rozkładu w zakresie małych rozmiarów i nadają cesze grubości charakter rozkładu dwumodalnego.

Informacja o grubości ziarniaków w kłoskach, łącznie dla ziarniaków pierwszego i drugiego, a także trzeciego lub czwartego, jest możliwa do uzyskania w wyniku procesu rozdzielczego przy pomocy sit o otworach podłużnych. Histogramy (naśladujące efekt rozdziału na sitach – rys. 3d) mogą służyć do oceny udziału w próbie pierwszych i drugich ziarniaków łącznie, a także trzecich lub czwartych.



Rys. 4. Histogramy liczebności w klasach grubości dla wszystkich ziarniaków pszenicy – (Kris 1+2+3+4) albo (Zyta 1+2+3) i dla ziarniaków w grupach: trzecie i czwarte – (3+4), czwarte – (4) i trzecie – (3)

Fig. 4. Histograms of frequency in thickness classes for all wheat kernels – (Kris 1 +2+3+4) or (Zyta 1+2+3), and for kernels in groups: 3rd and 4th – (3+4), 4th (4) and 3rd (3)

WNIOSKI

Procesy rozdzielcze umożliwiają określanie klas wymiarowych ziarna, a analiza efektów różnicowania grubości ziarniaków może być przydatna przy ocenie czynników kształtujących zmienność badanej cechy. Bezpośredni pomiar grubości ziarniaków i dokładniejsze, parametryczne opracowanie rozkładu statystycznego grubości usprawnia metodykę badań.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić:

1. Lewostronna asymetria i dwumodalność rozkładu statystycznego grubości ziarniaków pszenicy wywołana jest mniejszą grubością trzecich lub czwartych ziarniaków w kłoskach.

2. Odchylenie średnie prawostronne statystycznego rozkładu normalnego-sklejonego grubości ziarniaków można interpretować jako charakterystykę zmienności tej cechy w obrębie pierwszych i drugich ziarniaków w kłoskach, natomiast lewostronne jako charakterystykę zmienności trzecich i czwartych lub tylko trzecich ziarniaków w kłoskach.

3. Trójparametrowy rozkład normalny-sklejony pozwala określać grubość typową, zmienność i asymetrię rozkładu grubości ziarniaków pszenicy. Parametry te mogłyby przyczynić się do bardziej szczegółowego analizowania wpływu czynników zewnętrznych (glebowo-klimatycznych i agrotechnicznych) na charakter rozkładu statystycznego grubości ziarna.

PIŚMIENNICTWO

1. **Evers T., Millar S.:** Cereal grain structure and development: Some implications for quality. *Journal of Cereal Science*, 36, 3, 261-284, 2002.
2. **Geodecki M., Grundas S.:** Charakterystyka cech geometrycznych pojedynczych ziarniaków pszenicy ozimej i jarej. *Acta Agrophysica*, 2(3), 531-538, 2003.
3. **Geodecki M., Grundas S.:** Liczba i masa ziarniaków w kłosku i kłosie pszenicy. *Acta Agrophysica*, 2(4), 731-736, 2003.
4. **Grundas S.:** Charakterystyka właściwości fizycznych ziarniaków w kłosach pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* L. *Acta Agrophysica, Rozprawy i Monografie* (2), 2004.
5. **McKevith, B.:** Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin*. 29, 2, 111-142, 2004.
6. **Miś A., Klockiewicz-Kamińska E.:** Znaczenie technologiczne oceny właściwości fizycznych pojedynczych ziarniaków pszenicy i ich niejednorodności. *Acta Agrophysica*, 78, 185-197, 2002.
7. **Souza, E.J., Graybosch, R.A., Guttieri, M.J.:** Breeding wheat for improved milling and baking quality. *Journal of Crop Production*, 5, 1-2, 39-74, 2002.
8. **Szot B.:** Metodyczne aspekty oceny cech fizycznych ziarna pszenicy. *Rocz. Nauk Roln., D*, 160, 1976.
9. **Szot B., Kuczyński A.P., Grzegórski S.:** Charakterystyka podstawowych cech geometrycznych ziarna pszenicy ozimej rozkładem normalnym-sklejonym. *Rocz. Nauk Roln., C*, 74 (4), 81- 88, 1980.

THE EFFECT OF THE NUMBER OF WINTER WHEAT KERNELS
IN A SPIKELET ON THE STATISTICAL DISTRIBUTION
OF KERNEL THICKNESS

Marek Geodecki, Stanisław Grundas, Adam Kuczyński

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: geodecki@demeter.ipan.lublin.pl

Abstract. The paper contains results of investigation of the influence of the number of kernels in a spikelet on the statistical distribution of kernel thickness in heads of two wheat cultivars: Kris and Zyta. Kris yielding four kernels per spikelet and Zyta three. Asymmetry and two-modality of statistical distributions of kernel thickness was analysed for the 3rd and/or 4th and 1st and 2nd kernels in spikelets of both cultivars. In asymmetric distributions, right mean deviation characterizes the variability of the biggest kernels – 1st and 2nd, while left mean deviation characterizes the variability of the remaining kernels. The two measures of result dispersion (left and right deviation) characterize the distribution of kernel thickness of the tested cultivars and permit more precise evaluation by the method of analysis of variance.

Keywords: winter wheat, spikelet, thickness of kernel, statistical distribution