

OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH ZIARNA PSZENICY PRZY WYKORZYSTANIU ANALIZATORA POJEDYNCZYCH ZIARNIAKÓW

Dariusz Dziki, Renata Różyło, Janusz Laskowski

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Stanisław Grundas

*Pracownia Fizycznych Podstaw Oceny Jakościowej Ziarna,
Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie*

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów właściwości fizycznych ziarniaków jedenastu odmian pszenicy zwyczajnej. Do badań wykorzystano analizator pojedynczych ziarniaków SKCS. Określono wilgotność, masę, średnicę zastępczą i indeks twardości. Stwierdzono, że badane odmiany w większości charakteryzowały się ziarnem twardym i średnio twardym. Wykazano ujemne zależności liniowe między masą, wilgotnością, grubością a twardością ziarna, przy czym najsilniejsza zależność wystąpiła między masą a twardością ziarniaków.

Słowa kluczowe: pszenica, właściwości fizyczne, twardość

Wstęp

Znajomość właściwości fizycznych ziarna zbóż jest istotna nie tylko na etapie zbioru i przechowywania, ale również podczas przetwarzania. Ponadto umożliwia wnioskowanie o jakości i przydatności technologicznej surowca [Haddad i in. 1999; Gaines i in. 1997]. Ziarniaki zbóż ze względu na niewielkie wymiary i skomplikowany kształt (obecność bruzdki) są trudnym surowcem do określania właściwości fizycznych. Ponadto duża zmienność właściwości ziarniaków, nawet wewnątrz tej samej odmiany, wymaga odpowiedniej liczby powtórzeń, żeby średnia była reprezentatywna. Powoduje to, że pomiary cech fizycznych pojedynczych ziarniaków są czasochłonne. Dlatego też najczęściej w warunkach przemysłowych wyznacza się parametry dla określonej masy ziarna, takie jak wilgotność, gęstość usypowa i utrząsiona, celność i wyrównanie. Współczesna analityka rozwinęła jednak również metody pozwalające na szybką i dokładną analizę właściwości pojedynczych ziarniaków. Jedną z takich metod jest tak zwany system charakterystyki pojedynczych ziarniaków (SKCS), w którym urządzenie w czasie kilku minut określa kolejno dla 300 ziarniaków kilka cech fizycznych [Grundas 2004]. Analizatory tego rodzaju wykorzystywane są głównie do badań właściwości ziarna pszenicy, w szczególności do określania indeksu twardości ziarniaków [Osborne i in. 1997]. Mogą być również stosowane do badań innych zbóż [Nagamine i in. 2009; Bean i in. 2006]. Charakteryzują się dużą

dokładnością wykonywanych pomiarów i niezawodnością. Urządzenia te są doskonałym narzędziem do oceny wyrównania masy ziarna pod względem określanych parametrów. Umożliwiają bardzo precyzyjną kontrolę nawilżenia ziarna przez przemiałem. Znajdują również zastosowanie na etapie przyjęcia ziarna.

Celem pracy była ocena właściwości fizycznych ziarna pszenicy, przy wykorzystaniu analizatora pojedynczych ziarniaków. Określono również zależności pomiędzy wyznaczonymi właściwościami ziarna.

Metodyka badań

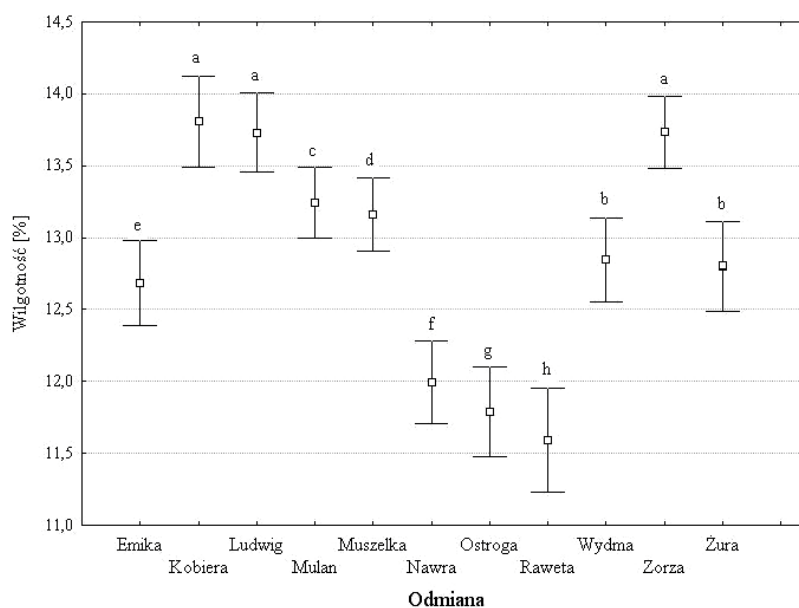
Materiał badawczy stanowiło jedenaście odmian pszenicy zwyczajnej (Emika, Kobiera, Ludwig, Mulan, Muszelka, Nawra, Ostroga, Raweta, Wydma, Zorza, Żura). Ziarno pochodziło z Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Końskowoli, ze zbiorów z roku 2009. Próbkę ziarna każdej odmiany o masie około 30 g zasypywano do komory dozującej urządzenia typ SKCS 4100. firmy Perten Instruments. Następnie tarcza podajnika przekazywała losowo pobierane ziarniaki na szalkę wagi. Po zważeniu każdy ziarniak podawany był do szczeliny pomiarowej, gdzie określana była jago średnica zastępcza (odpowiadająca w przybliżeniu grubości ziarna), wilgotność oraz indeks twardości ziarna *HI* (wskaźnik twardości technologicznej). Wskaźnik ten jest wyrażany w jednostkach niemianowanych (od -20 do 120) na podstawie charakterystyk siły niszczącej ziarniak pomiędzy nieruchomą powierzchnią a ruchomym walcem. W czasie cyklu pomiarowego komputer analizuje około 40 punktów pomiarowych i w oparciu o przyjęty algorytm oblicza indeks twardości każdego ziarniaka. Wszystkie parametry, zgodnie z przyjętym algorytmem obliczeniowym, były analizowane w programie komputera wbudowanego w urządzenie. Standardowy cykl pomiarowy trwał od 4 do 5 minut i obejmował 300 ziarniaków. Po każdym cyklu dane były przedstawiane w postaci histogramów mierzonych parametrów i zapisywane na dysku komputera. Dokładny opis metody pomiaru wraz ze schematem stanowiska badawczego został przedstawiony w opracowaniu Grundasa [2004].

Analiza statystyczna wyników badań objęła określenie wartości średnich, odchyłeń standardowych oraz współczynników korelacji linowej Pearsona. Przeprowadzono również jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi określono wykorzystując test Tukey'a. Przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$.

Wyniki badań i ich analiza

Na rys. 1 przedstawiono wyniki pomiarów wilgotności ziarniaków badanych odmian pszenicy wraz z zaznaczonym odchyleniem standardowym i określoną istotnością różnic między średnimi. Na podstawie analizy wariancji stwierdzono, że wartość statystyki testowej *F* była największa w przypadku tej cechy. Parametr ten kształtował się na poziomie od 11,59% (odmiana Raweta) do 13,81% (odmiana Kobiera). Wielkość odchylenia standardowego tej cechy w zależności od odmiany kształtowała się od 0,25 do 0,32%. W skrajnych przypadkach różnice między ziarniakami o największej i najmniejszej wilgotności wewnątrz tej samej odmiany sięgały około 1,5%. Wynika to z innej zdolności do absorpcji

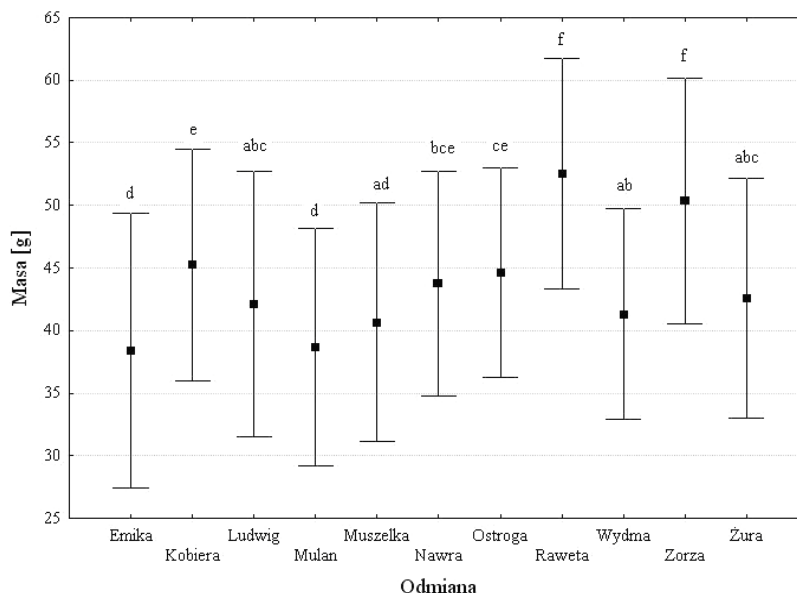
wody przez poszczególne ziarniaki i może być spowodowane różnicami w składzie chemicznym, strukturze bielma (szkliste bądź mączyste) i budowie morfologicznej. Generalnie zdolność absorpcji wody przez ziarno zbóż jest nie tylko istotna podczas przechowywania, ale również w trakcie kondycjonowania przed przemiałem. Ziarniaki szkliste i bardziej twarde chłoną wodę wolniej i wymagają dłuższego czasu leżakowania w porównaniu z ziarnem mączystym [Fang i Campbell 2003].



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 1. Wilgotność ziarniaków pszenicy wraz z zaznaczonym odchyleniem standardowym; wartości, przy których występuje ta sama litera nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)
 Fig. 1. The humidity of wheat seeds with marked standard deviation; values accompanied by the same letter do not differ significantly ($\alpha = 0.05$)

Największą masą charakteryzowały się ziarniaki odmian Ludwig i Zorza, odpowiednio 52,5 i 50,4 g i wartości te były statystycznie istotnie różne od masy pozostałych ziarniaków (rys. 2). Najniższe wartości tego parametru uzyskano w przypadku odmian Emika i Mulan, średnio 38,4 i 38,6 g. Odchylenie standardowe w zależności od odmiany kształtowało się od 12,9 do 19,7 g. Duża zmienność masy ziarniaka nawet wewnątrz tej samej odmiany powoduje, że w praktyce posługujemy się masą tysiąca ziaren (MTZ). Parametr ten ma znaczenie nie tylko w nasiennictwie, gdzie występuje zależność, że im większa MTZ danej odmiany tym lepsza zdolność kiełkowania, ale również może być wyróżnikiem wartości przemiałowej ziarna. Slaughter i in. [1992] stwierdzili, że im większa jest MTZ pszenicy, tym uzyskuje się wyższy wyciąg mąki.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 2. Masa ziarniaków pszenicy wraz z zaznaczonym odchyleniem standardowym; wartości, a-f – grupy jednorodne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 2. A mass of wheat seeds with marked standard deviation; values, a-f – homogeneous groups ($\alpha = 0,05$)

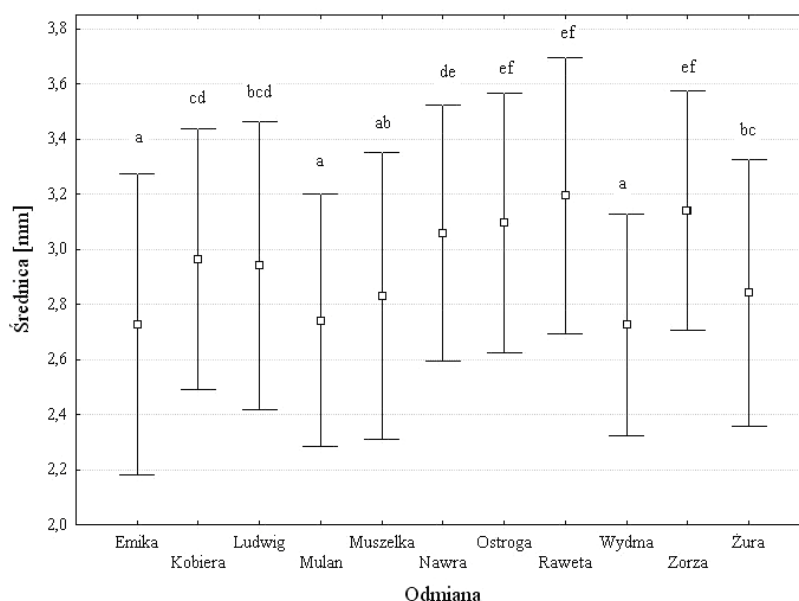
Średnica zastępcza ziarniaków kształtowała się od 2,7 mm (odmiany Emika, Mulan i Wydma) do 3,2 mm (odmiana Raweta), przy średnim odchyleniu standardowym tej cechy zawierającym się w przedziale od 0,40 do 0,52 mm. (rys. 3). Wielkość i wyrównanie ziarna są istotnymi parametrami decydującymi o przebiegu wielu procesów takich jak przesiewanie, obłuskiwanie czy rozdrabnianie, ponadto cechy te stanowią istotne wyróżniki jakościowe ziarna [Sutton i in. 1992].

Dla większości badanych odmian pszenicy indeks twardości ziarna (HI) kształtował się na zbliżonym poziomie wynoszącym od 57,6 (odmiana Żura) do 69,5 (odmiany Ludwig i Mulan), co pozwoliło zakwalifikować badane odmiany jako średniotwarde ($HI = 50-64$) i twarde ($HI = 65-79$). Jedynie w przypadku odmiany Zorza uzyskano znacznie niższe i statystycznie istotnie różne od pozostałych wartości indeksu twardości ($HI = 16,9$), co pozwala zakwalifikować ziarniaki tej odmiany jako miękkie. Odchylenie standardowe tej cechy w zależności od odmiany kształtowało się od 12,9 do 19,7 (rys. 4). Pomimo, że większość badanych odmian została zakwalifikowana jako twarda i średniotwarda, to w przypadku każdej odmiany stwierdzono występowanie pewnej części ziarniaków (do kilku procent) o miękkim bielmie ($HI < 40$) i o bielmie bardzo twardym ($HI > 100$). Również w przypadku odmiany Zorza, zaliczonej do odmian o miękkim bielmie, około 3% stanowiły ziarniaki twarde ($HI > 65$). Tak duża zmienność twardości, nawet wewnątrz tej samej odmiany, uzasadnia konieczność przeprowadzenia kilkuset powtórzeń pomiarów tej cechy.

Twardość ziarna jest jednym z parametrów decydujących o jego przydatności technologicznej. Odmiany pszenicy o twardym bielmie wymagają dłuższego czasu leżakowania i większego poziomu nawilżania przed przemiałem w porównaniu do odmian miękkich. Nakłady energii na rozdrabnianie ziarna o bielmie twardym są znacznie większe, bielmo rozdrabnia się na grubsze cząstki, a dodatkowo skrobia jest uszkodzana mechanicznie w znacznie większym stopniu niż w przypadku odmian pszenicy miękkiej [Letarg i in. 2001].

Stwierdzono, ujemne zależności liniowe między masą, wilgotnością, grubością a twardością ziarniaków, przy czym najsilniejsza zależność wystąpiła między masą a twardością ziarniaków. Współczynniki korelacji odpowiednio wyniosły -0,26, -0,14, -0,15. Pomimo niewielkich wartości tych współczynników były one statystycznie istotne ($\alpha = 0,05$). Na twardość ziarna wpływa szereg czynników. Przede wszystkim jest to cecha odmianowa i odpowiada sile adhezji między ziarnami skrobi a matrycą białkową [Beecher et al., 2002], ale również zależy od warunków uprawy i zabiegów agrotechnicznych, a w szczególności nawożenia azotowego [Dziki i Laskowski 2002].

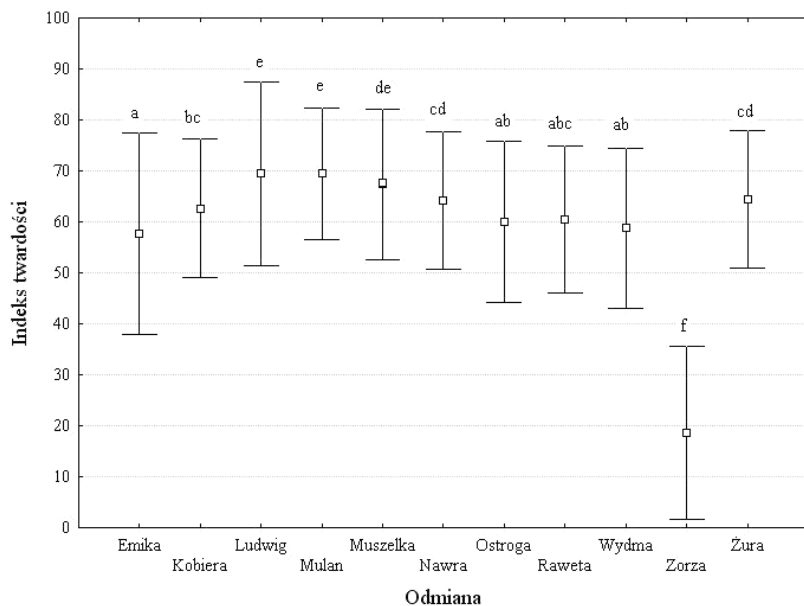
Przeprowadzone badania wykazały, jak dużą zmiennością określanych właściwości fizycznych charakteryzują się ziarniaki pszenicy nawet wewnątrz tej samej odmiany. Wykorzystanie urządzenia SKCS pozwala na bardzo szybką i dokładną charakterystykę ziarna pszenicy pod kątem podstawowych właściwości przetwórczych.



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 3. Średnica zastępcza ziarniaków badanych odmian pszenicy wraz z zaznaczonym odchyleniem standardowym; wartości, a-f – grupy jednorodne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 3. The substitute diameter for seeds of the examined wheat varieties with marked standard deviation; values, a-f – homogeneous groups ($\alpha = 0,05$)



Źródło: obliczenia własne autorów

Rys. 4. Indeks twardości ziarniaków badanych odmian pszenicy wraz z zaznaczonym odchyleniem standardowym; a-f – grupy jednorodne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 4. The hardness index for seeds of the examined wheat varieties with marked standard deviation, a-f – homogeneous groups ($\alpha = 0,05$)

Wnioski

1. Stwierdzono, że badane odmiany w największym stopniu były zróżnicowane pod względem wilgotności. Wielkość odchylenia standardowego tej cechy w zależności od odmiany kształtowała się od 0,25 do 0,32%.
2. Badane odmiany pszenicy w większości charakteryzowały się ziarnem o średniej twardości i twardym o indeksie twardości *HI* w przedziale od 57,6 do 69,5. Jedynie ziarniaki odmiany Zorza zostały zakwalifikowane jako miękkie (*HI* = 16,9).
3. Stwierdzono istotne, ujemne zależności liniowe między masą, wilgotnością, grubością a twardością ziarna, przy czym najsilniejsza zależność wystąpiła między masą a twardością ziarniaków.

Bibliografia

- Bean S. R., Chung O. K., Tuinstra M.R., Pedersen J. F., Erpelding J.** 2006. Evaluation of the single kernel characterization system (SKCS) for measurement of sorghum grain attributes. *Cereal Chemistry* Vol. 83. s. 108-113.
- Beecher, B.A., Bettge, E., Smidansky, E., Giroux, M.J.** 2002. Expression of wild type pin B sequence in transgenic wheat complements a hard phenotype. *Theoretical and Applied Genetic*. Vol. 105. s. 870-877.
- Devaux M.F, de Monredon F.L.D., Guibert D., Novalés B., Abecassis J.** 1998. Particle size distribution of break, sizing and middling wheat flours by laser diffraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 78. s. 237-244.
- Dziki D.** 2008. Analiza wpływu wstępnego zgniatania ziarna zbóż na rozdrabnianie udarowe. *Rozprawy naukowe AR w Lublinie*. Z. 326. ISSN 0860-4355.
- Dziki D., Laskowski J.** 2002. Wpływ nawożenia azotowego na podatność na rozdrabnianie ziarna pszenicy *Inżynieria Rolnicza*. Nr 7(40a). s. 337-343.
- Fang Ch., Campbell G.M.** 2003. On predicting roller milling performance V: effect of moisture content on the particle size distribution from first break milling of wheat. *Journal of Cereal Sciences*. Vol. 37. s. 31-41.
- Gaines C.S., Finney P.L., Andrews C.** 1997. Influence of kernel size and shriveling on soft wheat milling and baking quality. *Cereal Chemistry*. Vol. 74. s. 700-704.
- Grundas S.** 2004. Charakterystyka właściwości fizycznych ziarniaków w kłosach pszenicy zwyczajnej *Triticum Aestivum L.* *Acta Agrophysica*. 102. s. 27-30.
- Haddad Y., Mabilbe F., Mermet A., Abecassis J., Benet J.C.** 1999. Rheological properties of wheat endosperm with a view on grinding. *Powder Technology*. Vol. 105. s. 89-94.
- Letang, C., Samson, M.-F., Lasserre, T.-M., Chaurand, M., Abecassis, J.** 2001. Production of starch with very low protein content from soft and hard wheat flours by jet milling and air classification. *Cereal Chemistry*. Vol. 79. s. 535-543.
- Nagamine T., Sekiwa T., Yamaguchi E., Oozeki M.** 2009. Relationship between quality parameters and SKCS Hardness Index in malting. *Barley Journal of the Institute of Brewing* Vol. 115. s. 292-295.
- Osborne B.G., Kotwal Z., Blakeney A. B., O'Brien L., Shah S., Fearn T.** 1997. Application of the single kernel characterization system to wheat receiving testing and quality prediction. *Cereal Chemistry*. Vol. 74. s. 467-470.
- Slaughter D.C., Norris K.H., Hruschka W.R.** 1992. Quality and classification of Hard Red Wheat. *Cereal Chemistry*. Vol. 69, s. 428-432.
- Sutton K.H., Hay R.L., Mouat C.H.** 1992. The effect of kernel weight on the assesment of baking performance of wheats by RP-HPLC of glutenin subunits from single grain. *Journal of Cereal Science* Vol. 15. s. 253-265.

EVALUATION OF WHEAT GRAIN PHYSICAL PROPERTIES CARRIED OUT USING AN ANALYSER OF SINGLE SEEDS

Abstract. The paper presents measurement results for physical properties of seeds belonging to eleven bread wheat varieties. An analyser of single seeds (SKCS) was used in the examinations. The researchers determined humidity, mass, substitute diameter and hardness index. It was observed that in majority the examined varieties were characterised by hard and medium-hard grain. The research allowed to prove negative linear dependences among grain mass, humidity, thickness and hardness, while strongest dependence was that between seed mass and hardness.

Key words: wheat, physical properties, hardness

Adres do korespondencji:

Dariusz Dziki; e-mail: dariusz.dziki@up.lublin.pl
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44
20-280 Lublin