

WPŁYW NACISKÓW MASY ZIARNA SKŁADOWANEGO W SILOSIE NA ZMIANY CECH GEOMETRYCZNYCH PSZENICY*

Tomasz Guz, Zbigniew Kobus, Elżbieta Kusińska, Rafał Nadulski,
Zbigniew Oszczak

Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Praca przedstawia metodykę i wyniki oceny zmian cech geometrycznych ziarna pszenicy odmiany Tonacja po przechowywaniu w warunkach symulowanego laboratoryjnie obciążenia. Naprężenia o wartościach 35, 52 oraz 70 kPa były wywoływane w specjalnych cylindrach symulujących warunki przechowywania w silosie. Celem pracy było ustalenie przebiegu zmian cech geometrycznych nasion w zmiennych warunkach ich przechowywania (wilgotność 14, 16, 18 20, 22 i 24%; temperatura 6°C oraz 20°C). Pomiary cech geometrycznych przeprowadzono z użyciem systemu SVISTMET. Wyniki badań wskazują, że zmiany cech geometrycznych nasion (statystycznie istotne) występują tylko w skrajnych warunkach przechowywania (20°C, 52 i 70 kPa) w warunkach wysokiej ich wilgotności (ponad 22%), która była głównym czynnikiem tych zmian.

Słowa kluczowe: pszenica, silos, przechowywanie, cechy geometryczne, analiza obrazu

Wprowadzenie

Ruchowi powietrza w silosach towarzyszy opór przepływu przez warstwę materiału ziarnistego, którego wyznaczenie było przedmiotem licznych badań [Molenda 2005; Kusińska 2006]. Przewietrzanie ziarna umożliwia utrzymanie odpowiedniej temperatury i wilgotności podczas przechowywania [Horabik 2001; Szwed 2003]. Problemy związane z oporami przepływu są ciągle aktualne ze względu na coraz większe rozmiary silosów służących do przechowywania [Łukaszuk 2004]. Wzrost oporów przepływu powietrza przez złożę wynika z odkształceń masy ziarnowej i towarzyszącej tym zmianom zmniejszeniu porowatości [Szwed 2000]. Znajomość oporu przepływu jest niezbędna podczas projektowania urządzeń do aktywnego wietrzenia [Kusińska 2006]. Czynnikiem kształtującymi opory przepływu są: gęstość, wilgotność, porowatość, kształt i wielkość ziarna oraz współczynnik tarcia wewnętrznego ziarna [Łukaszuk 2001]. Kształt oraz wymiary ziarna zależą od własności odmianowych, klimatu, warunków agrotechnicznych oraz warunków wzrostu roślin [Szot 1983]. Na wielkość oporów przepływu ziarna przez usypane warstwy wywiera stosunek objętości ziarniaków do ich powierzchni [Molenda 2005]. Każde ziarno charakteryzuje się parametrami, takimi jak: długość, szerokość oraz grubość. Wielkości te

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego Nr N N313 013336.

zmieniają się wraz ze zmianą wilgotności [Horabik 2002]. Zastosowanie nowych urządzeń pomiarowych (systemy komputerowej analizy obrazu) pozwalają obliczyć jeszcze bardziej złożone parametry obiektów biologicznych oparte na pomiarze pola powierzchni, długości linii brzegowych, czy też średnic zastępczych [Zdunek 2007]. Pozwala to na dokładniejszy opis zmian, którym ulegają surowce w wielu procesach, w tym podczas przechowywania w silosach o dużej objętości, gdzie istotnie zmienia się porowatość, gdyż przestrzenie międzyziarnowe decydująco wpływają na opór przepływu powietrza [Szwed 2003]. Cechą, która często bywa oceniana po przechowywaniu ziarna jest jego wartość siewna. Jest ona tym wyższa, im większa jest sprężystość ziarna oraz odporność na różnego rodzaju naciski, uciski i uderzenia. Zmiany kształtu ziaren są ważnym czynnikiem kształtującym jego jakość, jak i warunki w procesie jego przewietrzania w silosie [Waszkiewicz 1986].

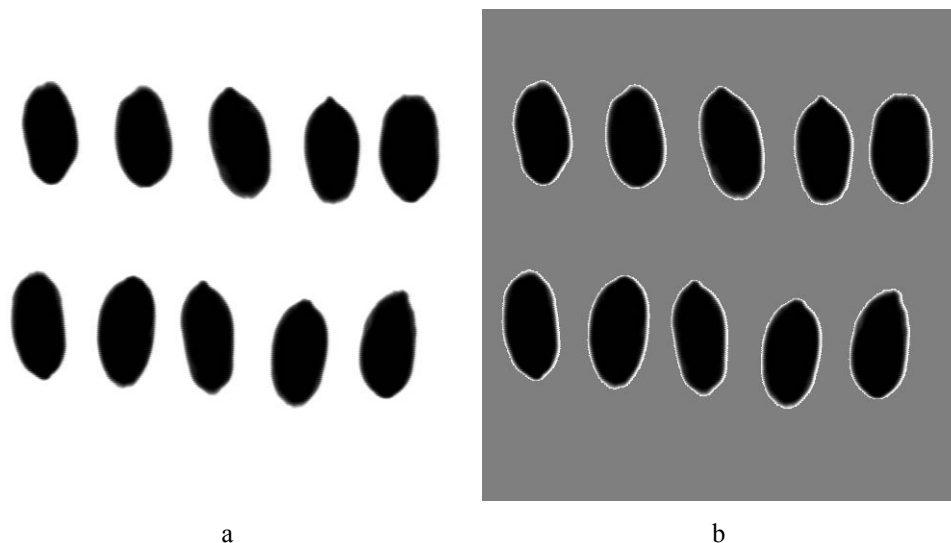
Metodyka badań

Pszenicę odmiany Tonacja o wilgotności 14% dowlizono do 5 wartości wilgotności: 16, 18, 20, 22, 24% i zasypywano do pojemników cylindrycznych o objętości 2 dm³, a następnie utrzymywano w stanie naprężenia wywołanego mechanizmem napinającym (rys. 1). W pojemnikach były wywierane naciski o wartości 35, 52 oraz 70 kPa, co odpowiada naciskom zboża w silosie o wysokości kilkunastu metrów. Zboże było zasypywane również do pojemników nie poddanych obciążeniom. Przechowywanie ziaren trwało aż do ustania relaksacji naprężeń masy ziarna. Z pojemników pobierano 3 próbki nasion o objętości ok. 30 cm³, które mieszano.



Rys. 1. Cylinder wywołujący naprężenia w masie ziarna
Fig. 1. Cylinder generating stresses in the grain mass

Z tak przygotowanej próbki pobierano losowo 100 nasion, które układano na stoliku przedmiotowym podświetlonym białym światłem uwydatniającym sylwetkę ziarna. W celu osiągnięcia większej precyzji pomiaru zawężono pole pomiarowe wykonując 10 pomiarów po 10 nasion w każdym. Fotografie cyfrowe wykonywano kamerą pracującą z programem SVISTMET (rys. 2).



Rys. 2. Obrazy nasion pszenicy: a – obraz pierwotny, b – obraz binarny z zaznaczoną linią brzegową
Fig. 2. Wheat seed images: a – primary image, b – binary image with marked boundary line

Z obrazu nasion wyodrębniono obraz binarny, który służył do wykonania pomiarów. Oznaczano następujące cechy geometryczne ziarna: długość, szerokość, pole powierzchni rzutu poziomego i współczynniki kształtu K1 oraz K2:

$$K1 = \frac{L}{S} \quad (1)$$

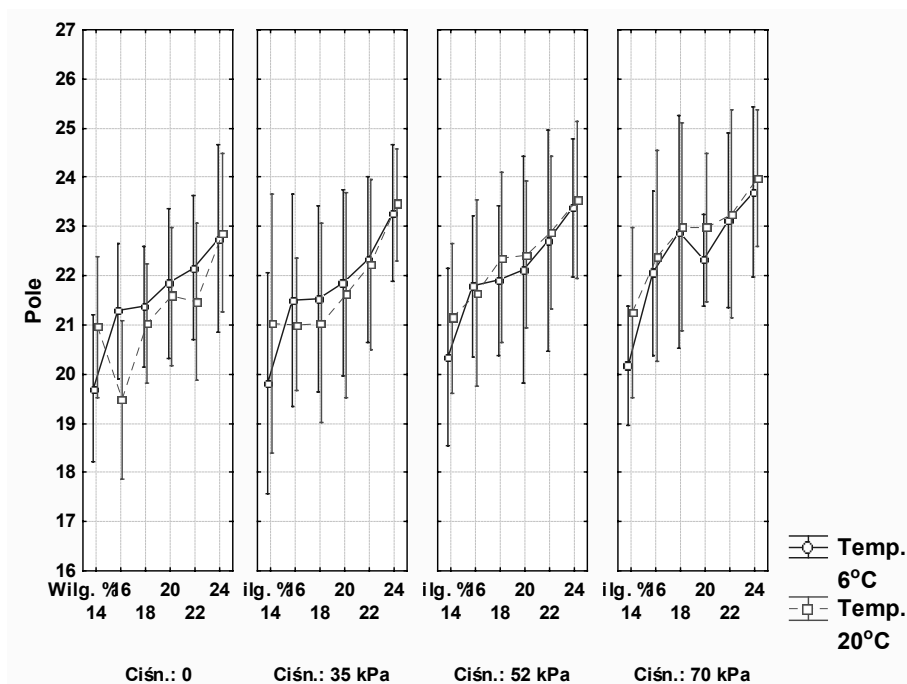
$$K2 = \frac{4A}{PR} \quad (2)$$

gdzie:

- L – długość ziarna,
- S – szerokość ziarna,
- A – pole powierzchni ziarna (rzutowe),
- P – obwód linii brzegowej,
- R – promień koła o polu równoważnym polu A .

Wyniki

Zależność rzutowego pola powierzchni od ciśnienia oraz temperatury w silosie przedstawiono na rys. 3. Wielkość ziarna ulega nieistotnym statystycznie zmianom w zakresie wilgotności 18-20% i temp. 6°C.



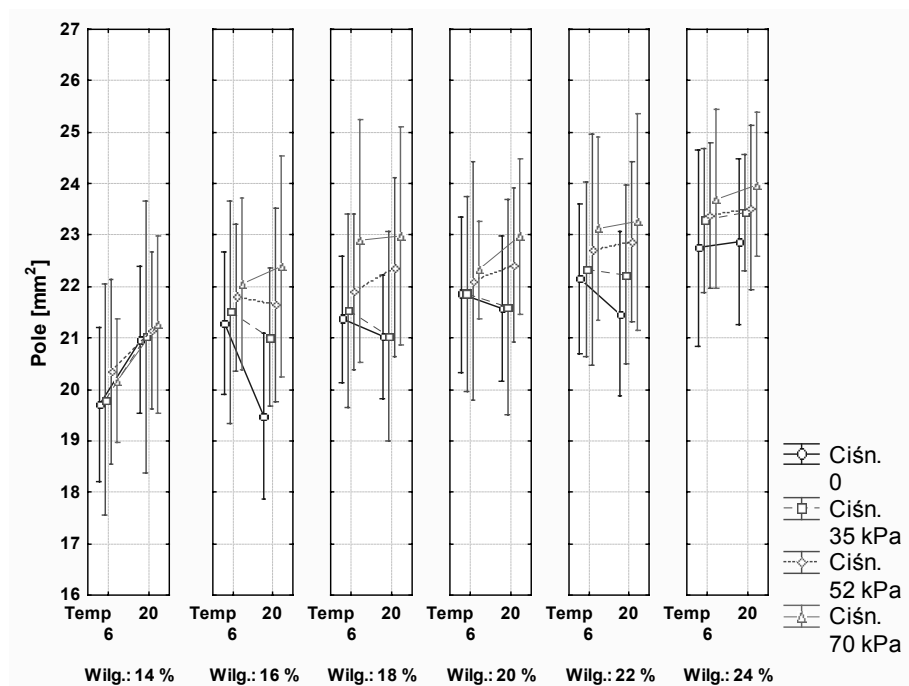
Rys. 3. Rzutowe pole powierzchni ziaren pszenicy w zależności od temperatury przechowywania
 Fig. 3. Projective area of wheat grains depending on storage temperature

Wzrost ziaren obserwowano dla wszystkich wariantów eksperymentu, przy czym czynnikami powodującymi zmiany pola powierzchni była wilgotność, a w mniejszym stopniu nacisk w silosie.

Materiał poddany pomiarom był klasyfikowanym ziarnem przeznaczonym do siewu wyrównanym pod względem wielkości ziaren. Poprzez selekcję materiału zmniejszono wpływ niejednorodności wymiarowej surowca na błędy oznaczeń cech geometrycznych.

Drugim analizowanym czynnikiem była temperatura składowania. Zwiększenie plastyczności materiału wskutek nawilżania i wyższej temperatury składowania (ok. 20°C) skutkowało nieistotnym statystycznie powiększeniem ziaren (rys. 4) Przebieg nawilżania ziarna, ze względu na niejednorodność wymiarową wskazuje na brak istotności tego czynnika w obrazie wielkości ziaren.

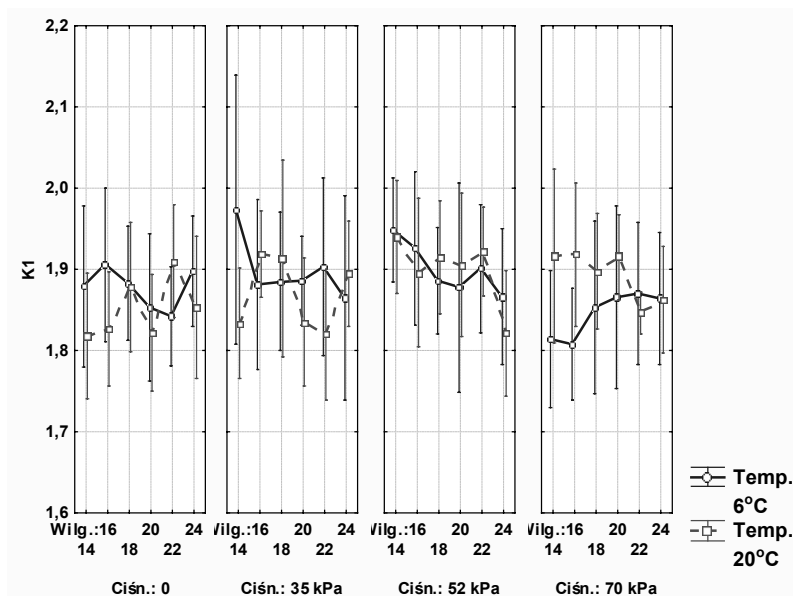
Przechowywanie ziarna w zróżnicowanej temperaturze nie spowodowało istotnych różnic w zmianie wymiarów niezależnie od ciśnienia panującego w silosie (rys. 4). Przy tych samych wartościach ciśnienia przebiegi zmian wymiarów nasion nie zmieniały się w zakresie temperatur przechowywania stosowanych w doświadczeniu.



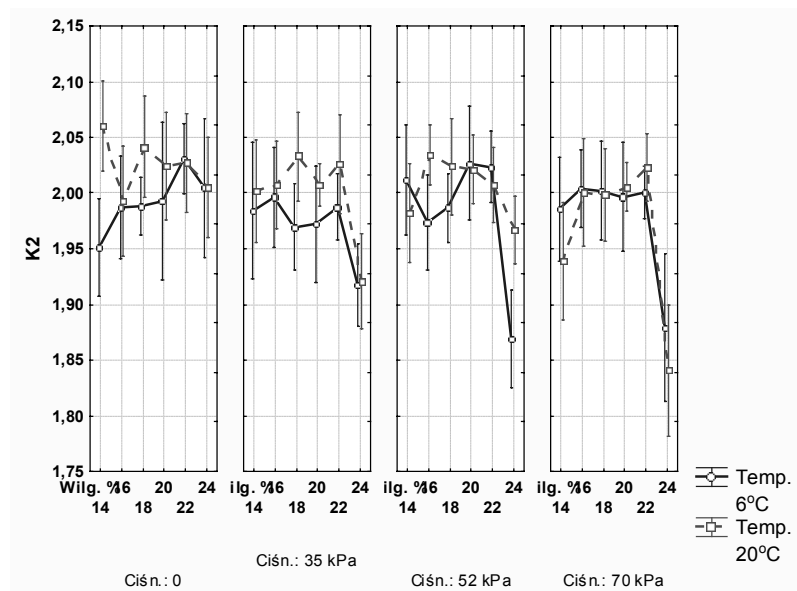
Rys. 4. Rzutowe pole powierzchni ziaren pszenicy w zależności od nacisku
 Fig. 4. Projective area of wheat grains depending on a pressure

Zmiany współczynnika kształtu K1 miały podobne przebiegi niezależnie od ciśnienia i temperatury w silosie (rys. 5). Nie zauważono regularności w przebiegu zmian tego współczynnika biorąc pod uwagę temperaturę przechowywania ziaren. Wartość współczynnika K2 wykazywała stabilny, praktycznie niezmienny przebieg w większości zakresie ciśnień i wilgotności używanych w eksperymencie (rys. 6).

Niezmienność tego czynnika potwierdza, że długość linii brzegowej (perimeter) jest proporcjonalna do pozostałych cech geometrycznych definiujących współczynnik K2. W badanych ziarnach kształt linii brzegowej nie był zakłócony odkształceniami spowodowanymi przez wgłębienia, pęknięcia oraz inne odkształcenia trwałe, co miało miejsce, gdy wartości K2 ulegały zmniejszeniu. Istotne zmniejszenie wartości tego współczynnika zaobserwowano w obu temperaturach składowania i ciśnieniach 52 oraz 70 kPa. Zmiany te były rejestrowane tylko w warunkach wysokiej wilgotności (22 oraz 24%), przy której przechowywanie ziarna nie jest praktykowane (rys. 6).



Rys. 5. Zmiany współczynnika K1 w zależności od temperatury przechowywania ziarna
 Fig. 5. Changes of K1 coefficient depending on a grain storage temperature



Rys. 6. Zmiany współczynnika K2 w zależności od warunków przechowywania ziarna
 Fig. 6. Changes of K2 coefficient depending on a grain storage temperature

Wnioski

1. Na podstawie prowadzonych obserwacji stwierdzono, że czynnikami powodującymi zmiany wielkości ziaren była wilgotność oraz ciśnienie składowania.
2. Temperatura składowania nie miała istotnego wpływu na różnice między zmianami wartości mierzonych cech geometrycznych.
3. Po składowaniu ziarna w silosie zauważono, że wszelkie zmiany wielkości ziaren, zobrazowane wartościami współczynników kształtu, miały przebieg proporcjonalny, zachodząc bez uszkodzeń w postaci trwałych odkształceń czy pęknięć, co wykazano obliczając współczynniki K1 oraz K2.
4. Niewielkie zmiany współczynnika K2 zaobserwowano tylko przy wysokich wartościach ciśnień składowania i wilgotności ziaren.

Bibliografia

- Horabik J.** 2001. Charakterystyka właściwości fizycznych roślinnych materiałów sypkich istotnych w procesach składowania. *Acta Agrophysica*. Nr 54. ISSN 1234-4125.
- Horabik J., Molenda M.** 2002. Właściwości fizyczne sypkich materiałów spożywczych. Zarys katalogu. *Acta Agrophysica*. Nr 74. ISSN 1234-4125.
- Kusińska E., Kizun V.** 2006. Wpływ zagęszczania ziarna owsa i prędkości przepływu powietrza na opór hydrauliczny. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5(80), s.403-410.
- Łukaszuk J., Molenda M., Szwed G.** 2004. Zależność oporu przepływu powietrza od gęstości złoża ziarna. *Acta Agrophysica*. Nr 4(1). s. 77-83.
- Łukaszuk J., Stasiak M., Rusinek R., Horabik J.** 2001. Wpływ wilgotności na kąt tarcia wewnętrznego ziarna zbóż. *Acta Agrophysica*. Nr 46. s. 105-113.
- Molenda M., Łukaszuk J., Horabik J.** 2005. Airflow resistance of wheat as affected by grain density and moisture content. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. Nr 8(4).
- Szot B.** 1983. Czynniki kształtujące odporność ziarna pszenicy na obciążenia. *Zeszyty problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. Nr 258. s. 437-447.
- Szwed G.** 2000. Wpływ czasu przechowywania na zmianę oporu przepływu powietrza przez warstwę nasion rzepaku. *Acta Agrophysica*. Nr 37. s. 225-235.
- Szwed G., Łukaszuk J.** 2003. Ocena oporu przepływu powietrza przez warstwę nasion rzepaku. *Acta Agrophysica*. Nr 2(3). s. 645-650.
- Waszkiewicz C.** 1986. Badania nad wyznaczeniem oporów przepływu powietrza przez warstwę materiału ziarnistego. *Roczniki Nauk Rolniczych*. Nr 77-C-1. s. 207-215.
- Zdunek A., Kinsky R., Cybulska J., Konstankiewicz K., Umera M.** 2007. Visual texture analysis for cell size measurements from confocal image. *International Agrophysics*. Nr 21(4). s. 409-414.

THE IMPACT OF PRESSURE EXERTED BY THE GRAIN MASS STORED IN A SILO ON CHANGES IN GEOMETRICAL PARAMETERS OF WHEAT

Abstract. The work presents methodology and results of assessing changes in geometrical parameters of the *Tonacja* variety wheat grain after storage in conditions of laboratory simulated load. Loads of 35, 52 and 70 kPa were generated in special cylinders simulating storage conditions in a silo. The purpose of the work was to determine the progress of changes in geometrical parameters of seeds in the variable storage conditions (humidity: 14, 16, 18 20, 22 and 24%; temperature: 6°C and 20°C). Geometrical parameters were measured using the SVISTMET system. The research results indicate that changes in geometrical parameters of seeds (statistically insignificant) occur only in the extreme storage conditions (20°C, 52 and 70 kPa), in the conditions of their high humidity (over 22%) being the primary factor of these changes.

Key words: wheat, silo, storage, geometrical parameters, image analysis

Adres do korespondencji:

Tomasz Guz; e-mail: tomek.guz@up.lublin.pl
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Doświadczalna 44
20-280 Lublin