

*Elżbieta Kusińska*  
*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych*  
*Akademia Rolnicza w Lublinie*

## **WPŁYW ZMIAN ZAWARTOŚCI WODY NA TWARDOŚĆ ZIARNA PSZENICY PODCZAS PRZECHOWYWANIA W SILOSIE W WARUNKACH MODELOWYCH**

### **Streszczenie**

Praca przedstawia wyniki pomiarów twardości ziaren pszenicy, które były przechowywane w silosie przez 21 dni. Proces przechowywania powodował zmiany twardości ziaren na skutek zachodzących procesów biologicznych. Wzrost zawartości wody powodował spadek twardości. Po przechowywaniu we wszystkich punktach silosu pszenica nadal należała do ziarna twardego, natomiast zmieniał się jej indeks twardości. Twardość określano na aparacie SKCS 4100.

**Słowa kluczowe:** ziarno pszenicy, twardość, przechowywanie

### **Wstęp**

Gospodarka zbożowa jest ważną i specyficzną gałęzią przemysłu spożywczego. Przy obecnym poziomie produkcji zbóż, przemysł zbożowo-młynarski nie jest w stanie zagospodarować całej masy ziarna pochodzącej z bieżących zbiorów. Nadwyżka produkcyjna musi być przechowywana w odpowiednich warunkach oraz przygotowana do dalszego przerobu [Michniewicz i in. 1994]. Przy nieprawidłowym przechowywaniu następują straty ilościowe i pogorszenie jakości ziarna. Intensywne nawilżanie ziarna (np. podczas kondycjonowania lub deszczu) może doprowadzić do poprzecznych pęknięć bielma, co ma wpływ na fizyczne właściwości ziarna, z których twardość jest najbardziej związana ze strukturą bielma [Grundas i in. 1998] a zarazem jest kryterium oceny jego jakości [Soszyńska i in. 1992]. Podczas przechowywania ziarna w silosie, zachodzą w nim powolne i nierównomierne zmiany zawartości wody [Kusińska 2002]. Średnia zawartość wody w ziarnie ulega wzrostowi na skutek procesów biologicznych i termicznych. Woda w ziarnie o małej zawartości wody w początkowym okresie magazynowania

przemieszcza się głównie w dół i w mniejszym stopniu w górę silosu, a także w kierunku poziomym. Większe jej gromadzenie następuje w okolicach osi zbiornika. Średnie i duże zawartości wody powodują jej szybszą migrację ku szczytowi silosu. Biorąc pod uwagę ujemny wpływ intensywnego nawilżania ziarna na cechy mechaniczne ziarna pszenicy postanowiono sprawdzić czy i jak zmienia się jego twardość podczas magazynowania w silosie.

### **Cel badań i metodyka**

Celem pracy jest sprawdzenie tezy mówiącej, że podczas składowania ziarna pszenicy metodą silosowania następują zmiany jego twardości. Aby sprawdzić postawioną tezę przeprowadzono badania doświadczalne na pszenicy jarej odmiany Henika, pochodzącej z Centrali Nasiennej w Lublinie, ze zbiorów z 2003 r. Ziarno o zawartości wody 15,18% (średnio suche) i temperaturze 18°C przechowywano w silosie o średnicy 600 mm i wysokości 1200 mm przez trzy tygodnie podtrzymując temperaturę zewnętrzną na poziomie 18°C za pomocą płaszcza wodnego i ultratermostatu z pompą. Silos był szczelnie zamknięty pokrywą, czyli ziarno przechowywano bez dostępu powietrza z zewnątrz. W ścianie silosu znajdowały się otwory do pobierania prób. Ziarno pobierano co trzy dni z punktów położonych na wysokości 175; 275; 375; 475; 575; 675; 775; 875 mm w następujących odległościach od osi silosu: 0; 50; 100, 150, 200 250 i 300 mm. Próby ziarna poddawano analizie twardości i zawartości wody oraz pomiarom grubości i masy pojedynczych ziaren na aparacie SKCS 4100. Aparat do analizy automatycznie odliczał 300 ziaren i podawał mierzone wartości dla każdego ziarna oraz wartości uśrednione dla danej próby. W pracy zamieszczono najważniejsze wyniki pomiarów zawartości wody i twardości pszenicy przed oraz po przechowywaniu.

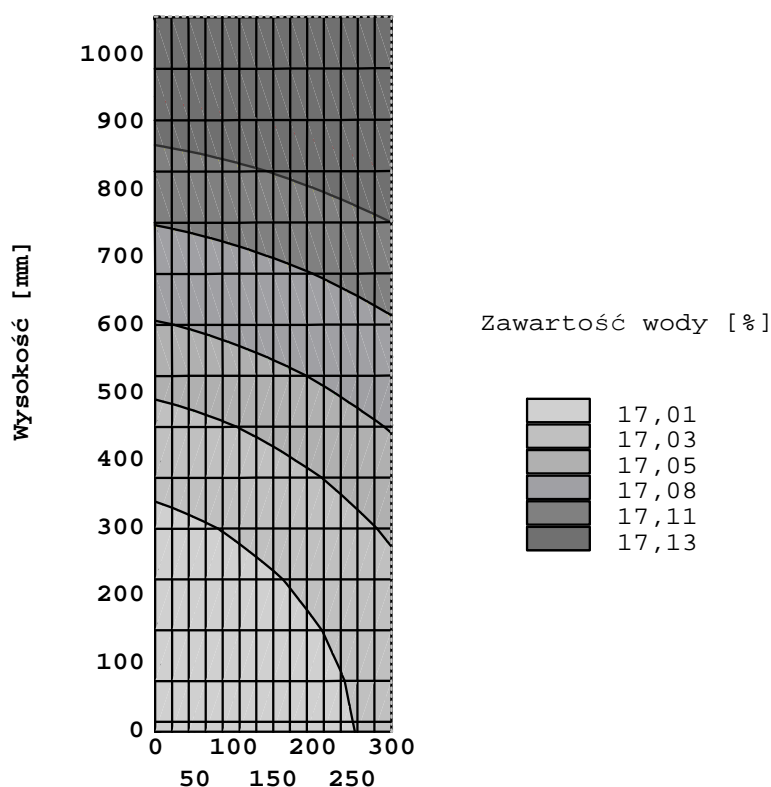
### **Wyniki badań**

Na rys. 1 przedstawiono rozkład zawartości wody w pszenicy po trzech tygodniach przechowywania. Procesy biologiczne zachodzące w ziarnie spowodowały wzrost zawartości wody. Woda wyraźnie dyfundowała ku górze oraz w kierunku ścian zbiornika. W górnej części zbiornika wystąpiła jej największa zawartość (17,13%). Zaś w dolnej części silosu zawartość wody była najmniejsza i wyniosła 17,01%.

W tab. 1 zamieszczono średnie wartości twardości ziarna pszenicy przed i po procesie przechowywania dla prób o zawartościach wody: 15,18; 17,01; 17,05 i 17,13%. Zmiany twardości były ściśle związane ze zmianami zawartości wody. Największą wartość twardości (65,69) miało ziarno przed przechowywaniem, o zawartości wody 15,18%. Należało ono do pszenicy twardej o indeksie twardości 1. Suma kategorii twardości C i D wyniosła 90%. Po przechowywaniu w ziarnie

o zawartości wody 17,01% suma tych kategorii wyniosła 88%. Ziarno nadal miało indeks twardości 1. W miejscach o zawartościach wody 17,05 i 17,13% sumy kategorii twardości C i D zmalały odpowiednio do 85 i 82%. Pszenica była bardziej miękka, o indeksie twardości 2, ale nadal należała do ziarna twardego.

Na rys. 2-5 przedstawiono wyniki pomiarów twardości ziaren o wybranych zawartościach wody w postaci histogramów. We wszystkich przypadkach największy udział procentowy miały ziarna o twardości od 40 do 90. Dla próby kontrolnej ten udział wyniósł ok. 91%, a dla ziaren o zawartościach wody 17,01; 17,05 i 17,13% udziały procentowe wyniosły odpowiednio ok. 89; 87,5 i 78%. Wyraźnie malały ze wzrostem zawartości wody.



Rys. 1. Rozkład zawartości wody w ziarnie pszenicy po 3 tygodniach przechowywania

Fig. 1. Distribution of water content in a wheat grain after 3 weeks of storage

Tabela 1. Wyniki pomiarów twardości ziarna pszenicy przed i po procesie przechowywania w silosie

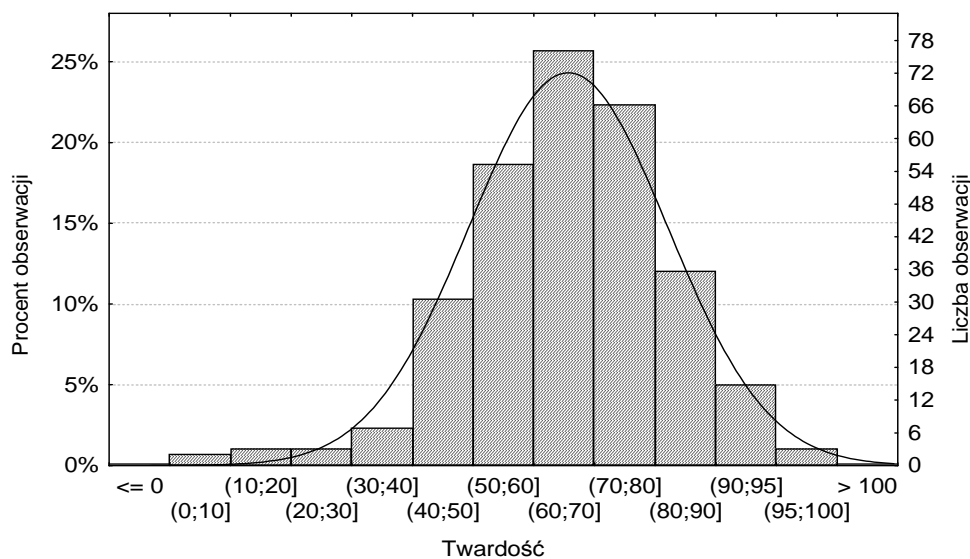
Table 1. Results of hardness measurements of wheat grains prior to and after storage in silo

Próba	Zawartość wody [%]	Udział kategorii twardości [%]*				Twardość** [-]	Klasa tward.**
		A	B	C	D		
Przed przechowywaniem	15,18	3	7	22	68	65,69	1
Po przechowywaniu	17,01	6	8	22	64	62,85	1
	17,05	6	9	26	59	60,70	2
	17,13	4	14	30	52	59,17	2

\* - A – udział procentowy ziarniaków o indeksie twardości  $\leq 33$ , B -  $> 33$  i  $\leq 46$ , C -  $> 46$  i  $\leq 59$ , D -  $> 59$ ,

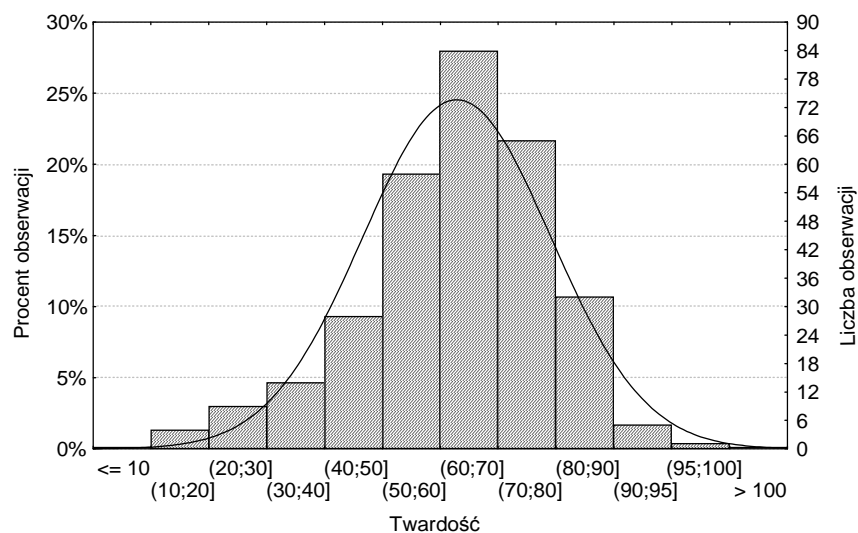
\*\* - twardość ziarna jest mierzona w skali 0 - 120 punktów,

\*\*\* - klasa 1, 2 – pszenica twarda, 3 – średnia, 4, 5 – miękka.

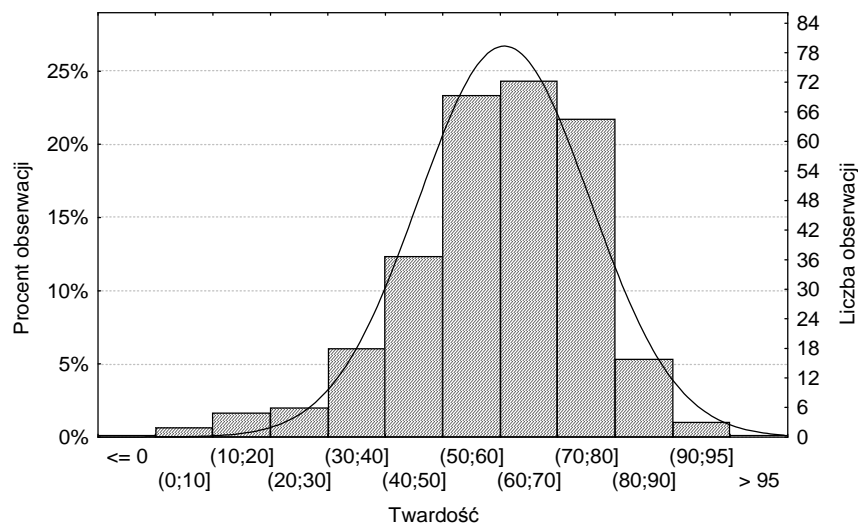


Rys. 2. Histogram rozkładu twardości ziaren przed przechowywaniem (o średniej zawartości wody 15,18%)

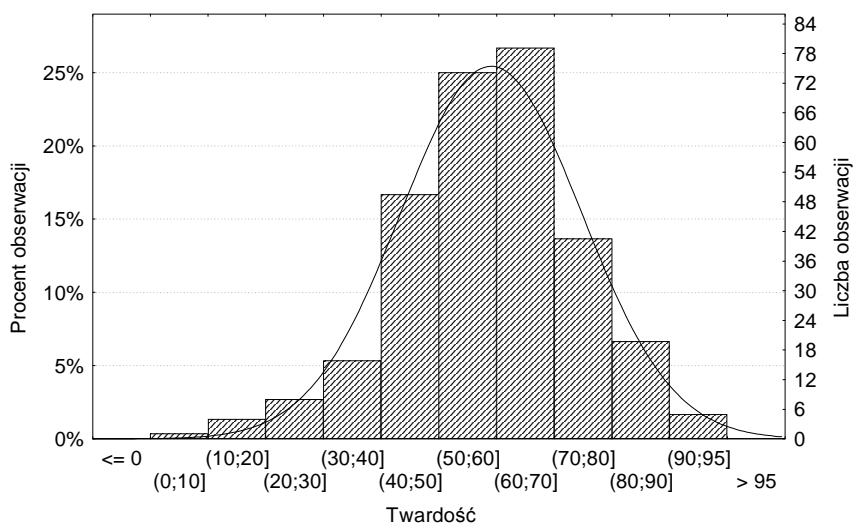
Fig. 2. Histogram of hardness distribution of grains prior to storage (of average water content 15.18%)



Rys. 3. Histogram rozkładu twardości ziaren o średniej zawartości wody 17,01%  
 Fig. 3. Histogram of hardness distribution of grains of average water content 17.01%



Rys. 4. Histogram rozkładu twardości ziaren o średniej zawartości wody 17,05%  
 Fig. 4. Histogram of hardness distribution of grains of average water content 17.05%



Rys. 5. *Histogram rozkładu twardości ziaren o średniej zawartości wody 17,13%*  
 Fig. 5. *Histogram of hardness distribution of grains of average water content 17.13%*

Wyniki badań poddano analizie wariancji, która wykazała, że przechowywanie ziarna pszenicy o zawartości wody 15,18% w silosie przez okres 3 tygodni powoduje istotne różnice jego twardości ( $\alpha \leq 0,05$ ). Z kolei analiza korelacji udowodniła, że współczynnik korelacji między twardością i grubością ziarna miał wartość dodatnią, natomiast ujemne korelacje wystąpiły między twardością a masą ziaren oraz zawartością wody.

### Wnioski

1. Trzytygodniowy okres przechowywania w silosie ziarna pszenicy o zawartości wody 15,18% powodował zmiany twardości. Najmniejszą twardość miały ziarna pobrane z górnej części silosu, a największą z dolnej części zbiornika.
2. Spadek twardości spowodowany był procesami biologicznymi, których rezultatem był wzrost zawartości wody od 15,18 do 17,13%.
3. Wzrost zawartości wody od 15,18 do 17,13% powodował spadek twardości od 65,69 do 59,17.
4. Analiza wariancji potwierdziła występowanie istotnych różnic między twardością ziarna przed przechowywaniem i ziarna po przechowywaniu.
5. Ziarna pszenicy o największych zawartościach wody (17,05 - 17,13%) nadal należały do ziarna twardego, ale o wyższym indeksie twardości (2). Ziarna o zawartości wody 15,18 i 17,01% miały indeks twardości 1.

## **Bibliografia**

Grundas S., Godecki M., Miś A., Borkowska H., Styk B. 1998. Charakterystyka cech technologicznych ziarna uszkodzonego mechanicznie w wyniku nawilżania. *Biuletyn Zakładu Fiz. Podstaw Oceny i Ulepszania Materiałów Roślinnych IA PAN w Lublinie*, 1, 23-26.

Kusińska E. 2002. Wpływ zawartości wody i temperatury ziarna pszenicy na napór poziomy w modelowym silosie. *Rozprawy Naukowe AR w Lublinie*, 255.

Michniewicz J., Kiryluk J., Stachowiak M. 1994. Zmiany cech jakościowych ziarna podczas wykonywania operacji technologicznych w elewatorze. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2/3, 7-8.

Soszyńska M., Cacek-Pietrzak G. 1992. Twardość ziarna pszenicy jako kryterium jego jakości. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 3, 21-23.

## **EFFECT OF WATER CONTENTS CHANGES ON HARDNESS OF WHEAT GRAINS DURING SILO STORAGE IN MODELLING CONDITIONS**

### **Summary**

The paper demonstrates the output of measurements of hardness of wheat grains, stored in a silo for 21 days. The storage process has led to changes in grain hardness, as a result of biological processes involved. The increase in water content led to the loss of hardness. After storing in all silo spots, the wheat has still hard grains, whereas its hardness index changed. The hardness was determined with the use of SKCS 4100 appliance.

**Key words:** wheat grain, hardness, storage