

## WPŁYW WILGOTNOŚCI NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE ZIARNIAKÓW PSZENICY OZIMEJ

Dariusz Andrejko, Leszek Rydzak

*Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** w pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczące zakresu zmian właściwości mechanicznych pięciu odmian ziarna pszenicy ozimej pod wpływem różnej wilgotności. Pomiary przeprowadzono wykorzystując maszynę wytrzymałościową typu Instron, rejestrując wartości siły ściskającej. Stwierdzono, że dowilżenie ziarna w granicach od 10% do 14% powodowało wzrost wartości mierzonych sił ściskających. Dalsze dowilżenie ziarna, powyżej 14% było przyczyną spadku rejestrowanych sił.

**Słowa kluczowe:** pszenica, siła ściskająca, wilgotność, ziarno

### Wstęp

Szczegółowe poznanie właściwości mechanicznych ziarna zbóż jest konieczne w dobie intensywnego rozwoju techniki rolniczej, gdy wymagania pracy maszyn do zbioru, transportu, przechowywania i przetworstwa ziarna ulegają stałemu zaostrzeniu. Poznanie tych właściwości i zakresu ich zmienności pozwala określić, jaka jest odporność ziarna na obciążenia statyczne i dynamiczne, którym podlega ziarno na różnym etapie obróbki [Woźniak i Grundas 1998].

Ziarno ulega uszkodzeniu w wyniku naprężeń wewnętrznych spowodowanych wysokimi gradientami wilgotności powstającymi w procesach wymiany ciepła i masy, jakie mają miejsce w trakcie nawilżania, suszenia lub innej obróbki cieplnej [Kang i in. 1995; Woźniak i Styk 1996; Andrejko i Grochowicz 2001; Andrejko i Grochowicz 2006].

W celu prawidłowego przebiegu wielu procesów technologicznych, np. przemiał, płatkowanie, ziarno zbóż musi charakteryzować się odpowiednią wilgotnością. Najczęściej jest ono kondycjonowane przez dłuższy lub krótszy czas. W trakcie kondycjonowania zachodzi intensywne wymiana masy, która pociąga za sobą zmiany właściwości fizycznych (w tym i mechanicznych) materiału. Stąd też w pracy podjęto badania związane z określeniem wpływu wilgotności pojedynczych ziarniaków pszenicy na ich właściwości mechaniczne poprzez wyznaczenie wartości siły ściskającej potrzebnej do zgniecenia pojedynczego ziarniaka pszenicy do grubości 0,5 mm.

## Materiały i metody

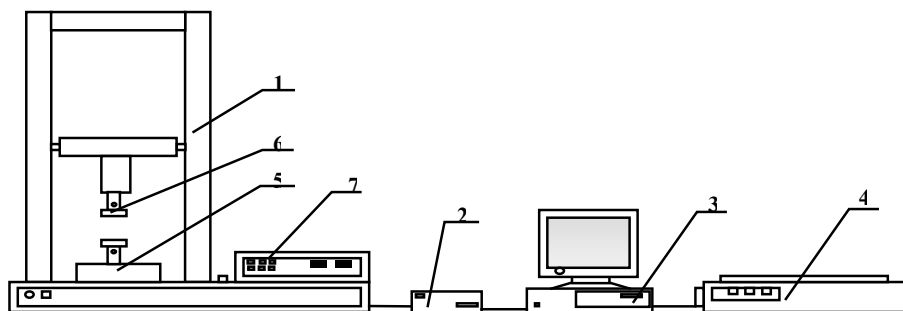
### Przygotowanie surowca do badań

Jako obiekt badań przyjęto ziarna 5 odmian pszenicy ozimej, tj. Fregata, Rywalka, Sukces, Tonacja i Zyta. Materiał jednolity odmianowo pochodził ze zbiorów w 2008 roku. Wilgotność ziaren wynosiła ok. 10%.

Do badań przyjęto 4 poziomy wilgotności ziarna pszenicy, tj. ok. 10, 12, 14, 16%. W celu uzyskania założonych wilgotności ziarno pszenicy kondycjonowano. Aby wyrównać wilgotność w całej masie, kondycjonowane próbki przechowywano w hermetycznych pojemnikach w komorze chłodniczej w stałej temperaturze, ok. 5°C poddając je wielokrotnemu utrząsaniu w ciągu dnia.

### Pomiar wytrzymałości na ściskanie pojedynczych ziarniaków pszenicy

Pojedyncze ziarna pszenicy poddawano testowi ściskania. Testy ściskania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Instron 4302 (rys. 1) wyposażonej w głowicę o maksymalnej sile 1 kN. Prędkość elementu obciążającego wynosiła 50 mm·min<sup>-1</sup>.

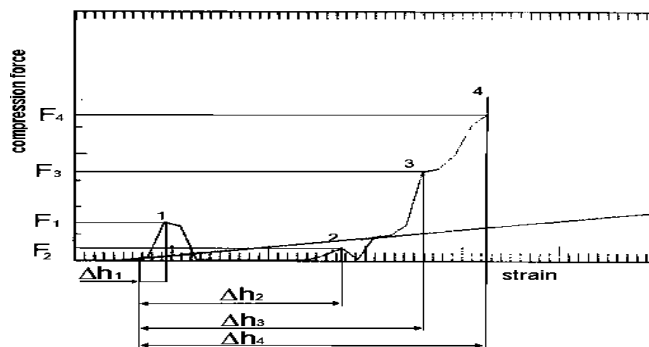


Rys. 1. Schemat stanowiska do pomiaru właściwości mechanicznych: 1 – maszyna wytrzymałościowa INSTRON 4302, 2 – przetwornik analogowo-cyfrowy, 3 – komputer, 4 – drukarka, 5 – dolny nieruchomy stół maszyny, 6 – górna ruchoma głowica, 7 – pulpit sterowniczy

Fig. 1. Scheme of the stand used for measurements of the mechanical properties: 1 – strength device INSTRON 4302, 2 – a/d converter, 3 – computer, 4 – printer, 5 – lower stationary table, 6 – upper movable head, 7 – steering panel

Zastosowano test ściskania jednoosiowego pojedynczych ziaren pszenicy pomiędzy równoległymi płytkami. Ziarna o określonych wymiarach geometrycznych układano na dolnej płytce bruzdą do dołu.

Przykładową krzywą ściskania przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Przykładowa krzywa ściskania ziarna pszenicy: 1 – próg proporcjonalności, 2 – próg plastyczności, 3 – próg wytrzymałości doraźnej, 4 – próg zgniecenia,  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_2$ ,  $\Delta h_3$ ,  $\Delta h_4$  – przemieszczenie,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  – siła ściskania

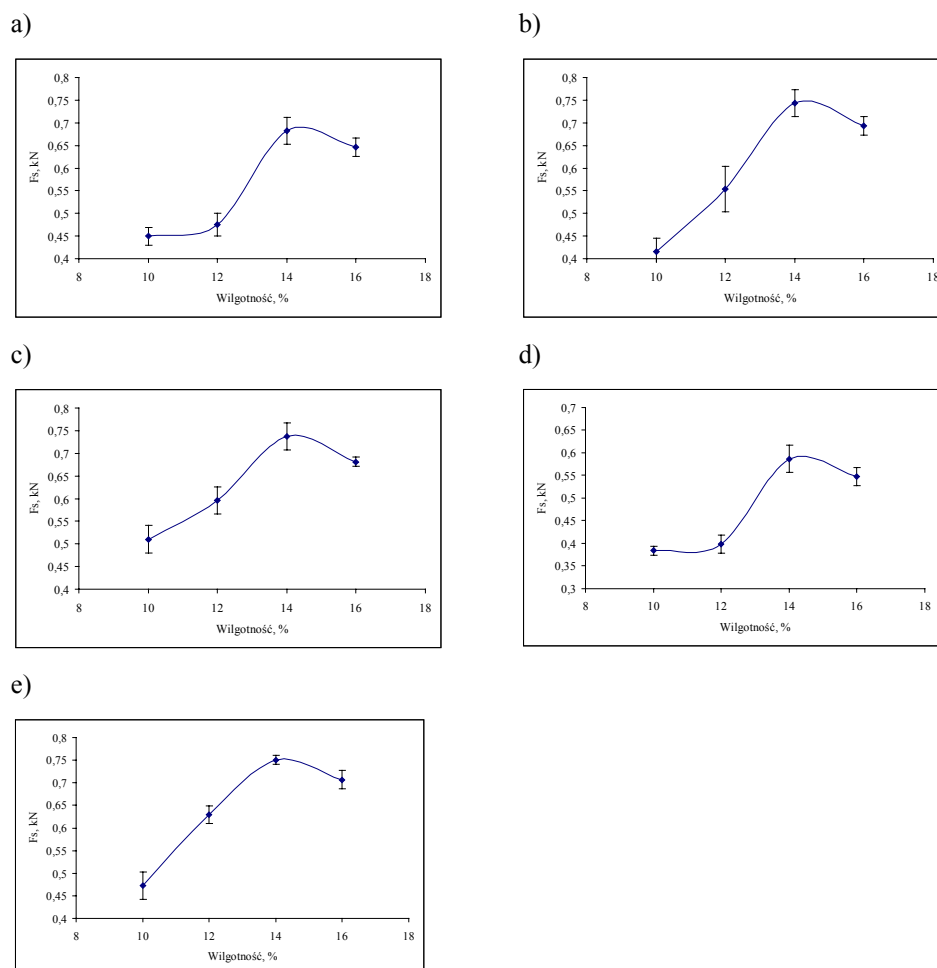
Fig. 2. Exemplary wheat grain compression curve: 1 – proportionality threshold, 2 – plasticity threshold, 3 – temporary strength threshold, 4 – damage threshold,  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_2$ ,  $\Delta h_3$ ,  $\Delta h_4$  – shifts,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  – compressive forces

W trakcie testu ściskania rejestrowano siłę potrzebną do zgniecenia pojedynczego ziarniaka pszenicy do grubości 0,5 mm. Przed testem na ściskanie ziarno rozdzielona na sitach na frakcje wymiarowe. Do badań wykorzystano ziarno jednolite wymiarowo. Wszystkie pomiary przeprowadzono w 10 powtórzeniach, jako wynik przyjmowano średnią arytmetyczną z tych powtórzeń. Obliczono wartości odchylenia standardowego, współczynnika zmienności oraz przeprowadzono analizę wariancji.

## Wyniki badań i dyskusja

Wszystkie uzyskane wyniki przedstawiono w formie graficznej na rysunku 3. Zaprezentowane na wykresach zależności, niezależnie od badanej odmiany, miały podobny przebieg. Dowilżenie ziarna w granicach od 10% do 14% powodowało wzrost wartości mierzonych sił ściskających. Najwyższe wartości odnotowano przy wilgotności 14% i wynosiły one dla poszczególnych odmian odpowiednio: Fregata – 0,6822 kN, Rywalka – 0,7431 kN, Sukces – 0,7378 kN, Tonacja – 0,5867 kN i Zyta – 0,7508 kN. Dalsze dowilżenie ziarna, powyżej 14% było przyczyną spadku rejestrowanych sił. Przepuszczalnie wzrost wilgotności w zakresie 10-14% powodował zwiększenie turgoru komórek i tym samym zwiększała się ich wytrzymałość. Woda pochłonięta przez ziarno została związana w komórkach. Dalsze dowilżanie ziarna (powyżej 14%) wiążące się z pochłonięciem dodatkowej ilości wody przyczyniało się do uplastycznienia bielma. Należy zauważyć, że w trakcie nawilżania dochodzi także do zmian w strukturze skrobi. Przy odpowiednim stosunku skrobi/woda, skrobia pszenicy zaczyna żelować. Wprawdzie całkowita żelatynizacja skrobi pszenicy zachodzi w temperaturze 110°C [Moss 1977, Glenn i in. 1991, Zarkadas i Wiseman 2001], ale w temperaturze 20°C (przy odpowiedniej zawartości wody) zaczyna się już proces żelowania, który wiąże się ze spadkiem wytrzymałości ziarna na ściskanie.

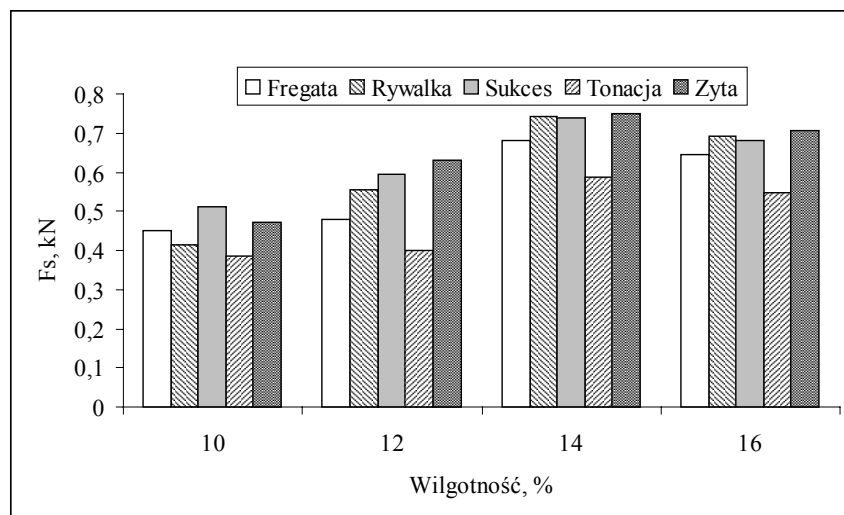
Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że różnice wartości sił ściskających były statystycznie istotne.



Rys. 3. Wpływ wilgotności na wartość siły ściskającej ziarna pszenicy odmiany: a – Fregata, b – Rywalka, c – Sukces, d – Tonacja, e – Zyta

Fig. 3. The effect of the moisture content in wheat on the value of compression force, variety: a – Fregata, b – Rywalka, c – Sukces, d – Tonacja, e – Zyta

Na rysunku 4 zaprezentowano porównanie wartości uzyskanych wartości sił dla pięciu badanych odmian. Najwyższą wytrzymałością na ściskanie, niezależnie od wilgotności, charakteryzowała się odmiana Zyta. Najniższe wartości siły ściskającej rejestrowano dla odmiany Tonacja.



Rys. 4. Porównanie wartości siły ściskającej pięciu odmian pszenicy ozimej

Fig. 4. Comparison of the values compression force in five varieties of the winter wheat grain

## Wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

1. Dowilżenie ziarna do wilgotności 14% przyczynia się do wzrostu wartości siły ściskającej, dalsze dowilżanie (powyżej 14%) powoduje spadek wytrzymałości ziarna.
2. Zaobserwowany przebieg zmian był charakterystyczny dla wszystkich objętych programem badawczym odmian pszenicy.
3. Niezależnie od wilgotności najwyższe wartości siły ściskającej są charakterystyczne dla odmiany Zyta najniższe zaś dla odmiany Tonacja.

## Bibliografia

- Andrejko D., Grochowicz J.** 2001. Zmiany wytrzymałości ziaren żyta spowodowane oddziaływaniem promieniowania podczerwonego. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. 2. s. 37-43.
- Andrejko D., Grochowicz J.** 2006. Zmiany właściwości mechanicznych nasion roślin strączkowych pod wpływem promieniowania podczerwonego. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*. Nr 4. s. 5-8.
- Glenn G.M., Younce F.L., Pitts M.J.** 1991. Fundamental physical properties characterizing the hardness of wheat endosperm. *Journal Cereal Science* 13, 179-194.
- Kang Y.S., Spillman C.K., Steele J.L., Chung D.S.** 1995. Mechanical properties of wheat. *Transaction ASAE*. 38(2). s. 573-578.
- Moss R.** 1977. The influence of endosperm structure, protein content and grain moisture on the rate of water penetration into wheat during conditioning. *Journal Food Technology* 12. s. 275-283.

- Woźniak W., Grundas S.** 1998. Wpływ nawilżania ziarna pszenicy na jego wytrzymałość mechaniczną. Przegląd Zbożowo - Młynarski. Dodatek do Przeglądu Zbożowo-Młynarskiego-Biuletyn Zakładu Fizycznych Podstaw Oceny i Ulepszania Materiałów Roślinnych Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie. 1 (4). s. 26-28.
- Woźniak W., Styk W.** 1996. Internal damage to wheat grain as results of wetting and drying. Drying Technology. 14(2). s. 349-367.
- Zarkadas L. N., Wiseman J.** 2001. Influence of processing variables during micronization of wheat on starch structure and subsequent performance and digestibility in weaned piglets fed wheat-based diets. Animal Feed Science Technology. 93. s. 93-107.

*Publikacja powstała w ramach projektu badawczego nr N N 312 162234*

## **THE EFFECT OF THE MOISTURE CONTENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF WINTER WHEAT GRAIN**

**Abstract:** changes of mechanical properties in five varieties of the winter wheat grain caused by different moisture content were studied. The values of compression force were determined with the strength device Instron. The results of studies indicated that increase of moisture content from 10% to 14% caused increase of compression force values. In the case of moisture content above 14% decrease of the studied values was observed.

**Key words:** wheat, compression force, moisture content, grain

**Adres do korespondencji:**

Dariusz Andrejko; e-mail: [dariusz.andrejko@up.lublin.pl](mailto:dariusz.andrejko@up.lublin.pl)  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-236 Lublin