

## WPŁYW WILGOTNOŚCI ZIARNA PSZENICY NA ODKSZTAŁCENIA PODCZAS ŚCISKANIA

Grzegorz Łysiak, Janusz Laskowski

*Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza w Lublinie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu wilgotności na wartości odkształceń ziarna pszenicy uzyskane w trakcie osiowego ściskania ziarna. Do badań użyto ziarno pszenicy odmiany Kobra o wilgotności 10, 12, 14, 16, 18 i 20%. Pomiary zrealizowano na maszynie wytrzymałościowej Zwick Z020. Ziarno obciążano osiowo, rejestrując charakterystyki obciążenie-przemieszczenie przy pomocy oprogramowania TestXpert, firmy Zwick. Wyznaczono wartości odkształceń dla ustalonych wartości obciążenia oraz udział odkształceń sprężystych i trwałych w momencie pęknięcia ziarna. Wraz ze wzrostem wilgotności w procesie ściskania nieliniowo zwiększał się udział odkształceń trwałych i malał udział odkształceń sprężystych. Większy wzrost odkształceń wraz z wilgotnością ziarna obserwowano dla wyższych wartości obciążeń oraz wyższych wilgotności.

**Słowa kluczowe:** pszenica, ściskanie, wilgotność, odkształcenie

### Wykaz oznaczeń

- $l_{el}$  – odkształcenie sprężyste, mm  
 $l_{tr}$  – odkształcenie trwałe, mm  
 $l_{crack}$  – odkształcenie do punktu pęknięcia ziarna, mm  
 $l_{10}, l_{20}, l_{30}, l_{40}, l_{50}$  – odkształcenie w mm dla sił ustalonych na poziomie 10, 20, 30, 40 i 50N

### Wprowadzenie

Materiał biologiczny jako obiekt badań inżynierskich charakteryzuje się niespotykaną w innych obszarach zmiennością cech fizycznych oraz funkcjonalnych. Stąd nawet w zbliżonych obszarach prac badawczych występuje niezwykła różnorodność celów, stosowanych metodyk, sposobu analiz, dokładności i stopnia zaawansowania opisu obserwowanych zjawisk czy procesów. W tym obszarze wiele dyskusji dotyczy stosowanych metod z uwzględnieniem sposobu przygotowania próbki, przyjętych uproszczeń szczególnie w odniesieniu do podstaw mechaniki i wytrzymałości materiałów. Przykładem powszechności stosowania i praktycznej przydatności metody oznaczania właściwości mechanicznych materiałów rolno-spożywczych jest test TPA. Jego bezpośrednie jednak odniesienie do standardowych warunków badań znanych z mechaniki klasycznej, a jednocześnie

wyboru i nazewnictwa parametrów może być i będzie często dyskusyjne. Z drugiej strony Frączek i in. [2003] wyrażają pogląd o małej użyteczności chociażby modułu Younga, a dla celów praktycznych proponują wykorzystanie wskaźnika sprężystości  $WE$ , określonego przy pomocy nakładów energii ściskania dla ustalonej stałej deformacji. Borges i Peleg [1997] wskazują, że prawidłowa analiza badań na cząstkach o kształcie kulistym czy zaokrąglonym musiałaby być oparta o analizę rozkładu naprężeń i odkształceń w przestrzeni trójwymiarowej jeśli pominiemy zależność czasową, co nawet w dobie komputerów jest karkołomnym zadaniem. Do tego dodać należy nieadekwatność rozwiązań problemów naprężeń stykowych i innych w przypadkach dużych odkształceń o charakterze trwałym. Mając powyższe na uwadze, i pod warunkiem, że cechy geometryczne pewnych nasion nie zmieniają się znacząco, badania wykonane na całych obiektach mogą być wystarczające dla oceny przykładowo wpływu wilgotności na ich cechy teksturalne [Borges i Peleg 1997] oraz na przebieg procesów przetwórczych np. rozdrabniania.

## Cel pracy

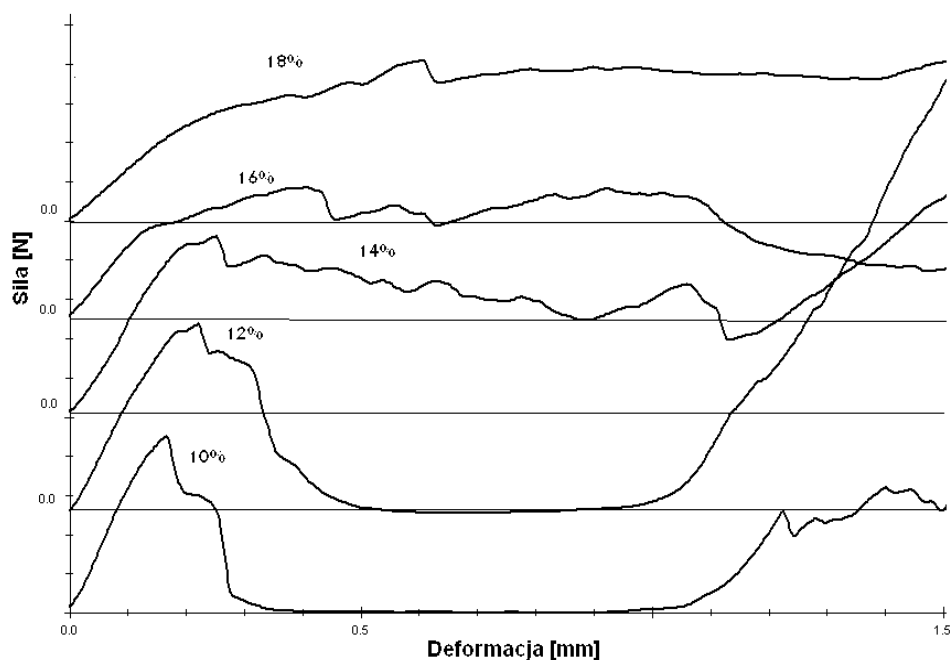
Celem pracy było dokonanie analizy wpływu wilgotności ziarna pszenicy na zmiany odkształceń podczas osiowego ściskania.

## Metodyka badań

Do badań użyto ziarno pszenicy odmiany Kobra o wilgotności 10, 12, 14, 16, 18 i 20%. Założony poziom wilgotności ziarna osiągnięto poprzez dodanie wymaganej ilości wody destylowanej, obliczonej na podstawie bilansu masowego, do próbek o znanej wstępnej masie i wilgotności początkowej. Tak przygotowane próbki przechowywano przez 48 godzin zanim przystąpiono do badań wytrzymałościowych. Pomiarów zrealizowano na maszynie wytrzymałościowej Zwick Z020. Ziarno umieszczone bruzdką w kierunku doleń nieruchomej i płaskiej płyty obciążano osiowo do stałej odległości pomiędzy płytami wynoszącej 0,5mm [Laskowski i Janiak, 1996] Stosowano stałą prędkość odkształcania  $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ . Dla każdego pojedynczego ziarna rejestrowano charakterystyki obciążenie-odkształcenie przy pomocy oprogramowania TestXpert, firmy Zwick. Eksperymenty wykonano w 20-stu powtórzeniach dla każdej wilgotności. Wyznaczono odkształcenia dla stałych wartości obciążeń tj. 10, 20, 30, 40 i 50N, odkształcenie dla punktu pęknięcia, oraz odkształcenie sprężyste i trwałe w punkcie pęknięcia wg. Morawiecki i in. [1977]. Punkt pęknięcia wyznaczono za pomocą oprogramowania testXpert zakładając 2N spadek siły niezależnie od wielkości odkształcenia. Analizy statystyczne wykonano przy wykorzystaniu programu Statistica firmy Statsoft.

## Wyniki badań

Przykładowe charakterystyki uzyskane dla ściskania ziarna różniącego się wilgotnością przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przykładowe charakterystyki ściskania ziarna pszenicy (dla lepszej widoczności charakterystyki przesunięto względem osi y)

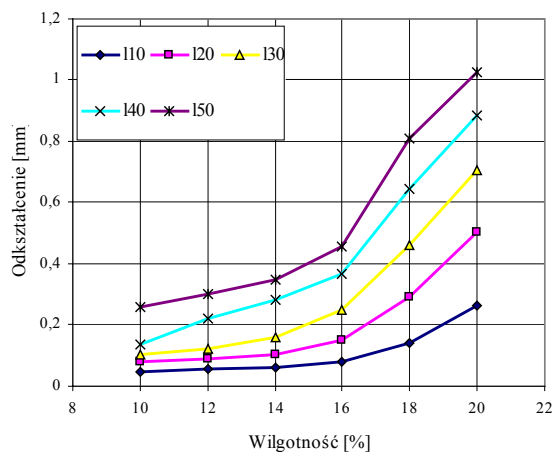
Fig. 1. Exemplary characteristics of wheat grain compression (for better clarity characteristics were moved in relation to axis y)

Dla niskich wilgotności ziarno pękało raptownie. Dalszej deformacji towarzyszył szybki spadek siły lub sukcesywne pęknięcie. Wzrost wilgotności ziarna powodował jego uplastycznianie, a energia nagromadzona nie była już tak łatwo uwalniana w wyniku pęknięcia. Istotne odkształcenia plastyczne były przyczyną znacznych deformacji ziarna podczas ściskania.

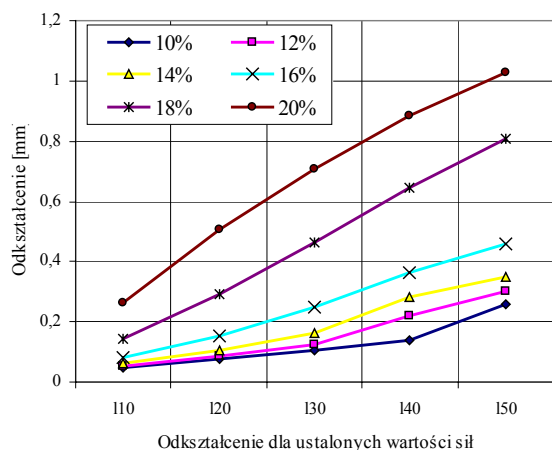
Wpływ wilgotności na wartość odkształceń ziarna dla ustalonych progów przedstawiono na rys. 2.

Wyraźniejszy wzrost odkształceń zaobserwowano po przekroczeniu wilgotności na poziomie 16%. Jednocześnie większe oddziaływanie obserwowano dla odkształceń określonych dla wyższych wartości obciążeń tj. dla 40 i 50 N. Powyższe potwierdziły analizy przy wykorzystaniu testu Tukeya.

Analizując wyniki przedstawione na rys. 3 można zauważyć dla ziarna relatywnie suchego początkowo stały i wolny wzrost odkształcenia, a następnie nieco szybszy po przekroczeniu wartości siły 40 N dla wilgotności 10% i 30 N dla wilgotności 12%. Dla ziarna wilgotnego natomiast zauważyć można prostoliniowy wzrost odkształcenia w całym zakresie badanego obciążenia.

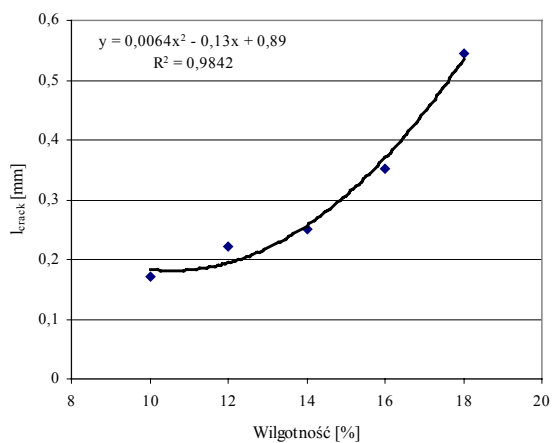


Rys. 2. Zależność odkształceń dla ustalonych wartości obciążeń od wilgotności ziarna pszenicy  
 Fig. 2. Dependence of deformations for specified load values on wheat grain moisture

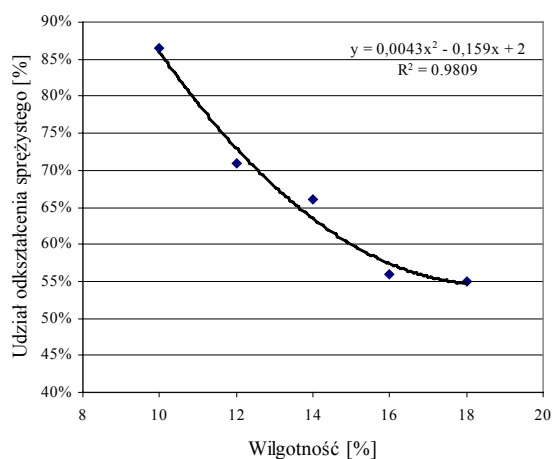


Rys. 3. Zmiana wartości odkształceń dla ustalonych wartości obciążenia dla ziarna o różnej wilgotności  
 Fig. 3. Change of deformation values for specified values of load for grain with different moisture

Podobnie wpływała wilgotność na wartość odkształceń dla momentu pęknięcia ziarna (rys. 4). Dla ziarna o wilgotności 20% niemożliwe było zaobserwowanie punktu pęknięcia. Statystycznie istotne interaktywne zmiany przyrostu odkształcenia zależne zarówno od wilgotności ziarna ale i stopnia deformacji wynikać mogą ze zmiany charakteru odkształcenia w miarę jego sukcesywnego obciążania co przedstawiono na rys 5. Wzrost wilgotności powodował nieliniowy spadek udziału odkształceń sprężystych na korzyść odkształceń trwałych.



Rys. 4. Zależność odkształceń dla punktu pęknięcia od wilgotności ziarna  
Fig. 4. Dependence of deformations for the point of fracture on grain moisture



Rys. 5. Udział odkształcenia sprężystego w punkcie pęknięcia ziarna w zależności od wilgotności  
Fig. 5. Share of elastic deformation in point of grain fracture depending on moisture

## Wnioski

1. Wzrost wilgotności pszenicy Kobra powoduje wzrost odkształceń ziarna dla ustalonych stałych obciążeń oraz momentu pęknięcia ziarna.
2. Większy wzrost odkształceń ziarna obserwowano dla wyższych wartości obciążeń oraz wyższych wilgotności ziarna.

3. Wraz ze wzrostem wilgotności w procesie ściskania nieliniowo zwiększa się udział odkształceń trwałych i maleje udział odkształceń sprężystych.
4. Dla wyższych wartości odkształceń obserwowano zwiększenie zmienności pojedynczych wyników odkształceń (iloraz odchylenia standardowego i średniej arytmetycznej). Najwyższą zmienność obserwowano dla wyższych wartości obciążeń i niskich wilgotności. Jest to charakterystyczne w przypadku materiału gdzie proces odkształcania (pękania) przebiega w sposób niekontrolowany, przykładowo dla materiału kruche go i w zakresie odkształceń powodujących trwałe uszkodzenia struktury.

## Bibliografia

- Borges A., Peleg M.** 1997. Effect of Water Activity on the Mechanical Properties of Selected Legumes and Nuts. *J. Sci Food Agric.* 75. s. 463-471.
- Frączek J., Kaczorowski J., Ślipek Z., Horabik J., Molenda M.** 2003. Standaryzacja metod pomiaru właściwości fizyko-mechanicznych roślinnych materiałów ziarnistych. *Acta Agrophysica*, 92, 1-160.
- Laskowski J., Janiak G.** 1996. Metodyka określania cech wytrzymałościowych ziarna dla potrzeb procesów przetwórczych. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.* 1. s. 45-58.
- Morawiecki M., Sadok L., Wosiek E.** 1977. Teoretyczne podstawy technologicznych procesów przeróbki plastycznej. Wydawnictwo „Śląsk” Katowice. s. 85.

## THE INFLUENCE OF WHEAT GRAIN MOISTURE ON DEFORMATION DURING COMPRESSION

**Summary.** The paper presents results of test of moisture effect on values of wheat grain deformation obtained during axial compression of grain. Wheat grain variety Kobra with a moisture of 10, 12, 14, 16 and 18% was used for the tests. The measurements were performed on the testing machine Zwick Z020. Grain was axially loaded, recording loading-displacement characteristics using the TestXpert software by Zwick. Deformation values for specified load values and share of elastic deformation and permanent set during grain rupture were set out. With the increase of moisture in the compression process, share of permanent set was increasing non-linearly and share of elastic deformations was decreasing. Larger increase of deformations with grain moisture was observed for higher load values and higher moisture.

**Key words:** wheat, compression, moisture, deformation

### Adres do korespondencji:

Grzegorz Łysiak; e-mail: grzegorz.lysiak@ar.lublin.pl  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego  
Akademia Rolnicza w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-280 Lublin