

METODA OCENY PODATNOŚCI ZIARNA PSZENICY ORKISZOWEJ NA USZKODZENIA MECHANICZNE W CZASIE OMŁOTU

Jarosław Frączek, Tomasz Reguła

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy zaprezentowano metodę badawczą mającą na celu ocenę podatności oplewionego ziarna pszenicy orkiszowej na uszkodzenia wywołane działaniem sił ściskających. Do oceny zaproponowano wskaźnik, który jest liczbowo równy tangensowi kąta nachylenia prostoliniowego odcinka krzywej ściskania. Wskaźnik ten może zostać wykorzystany do porównania podatności na uszkodzenia mechaniczne różnych odmian pszenicy orkiszowej. Przeprowadzone badania wstępne wykazały znaczną różnicę wartości wskaźnika pomiędzy kłóskami jednokwiatowymi a dwukwiatowymi.

Słowa kluczowe: mechaniczne uszkodzenia ziarna, pszenica orkiszowa, statyczna próba ściskania

Wstęp

Pszenica orkisz (*Triticum spelta* L.) należy do najstarszych gatunków uprawnych. Uprawiana była już w epoce kamiennej, a w czasach biblijnych oraz w okresie cesarstwa rzymskiego stanowiła podstawowe zboże. W Europie uprawa orkiszu koncentrowała się głównie w rejonach chłodniejszych, takich jak Skandynawia czy północne Alpy [Tyburski, Żuk-Gołaszewska 2005].

W dobie mechanizacji i intensyfikacji rolnictwa pszenica orkiszowa ustąpiła miejsca znacznie wydajniejszej pszenicy zwyczajnej. Ponadto łamliwa osadka kłosowa oraz plewy ściśle przylegające do ziarniaków sprawiają, że kłos jest niewymłacalny, tzn. w trakcie zbioru kombajnowego do zbiornika nie trafia ziarno lecz kłoski [Tyburski, Babalski 2006].

Dziś, po latach małego zainteresowania uprawą orkiszu, można powiedzieć, że przeżywa on swój renesans. Dzieje się tak m.in. dzięki dynamicznemu rozwojowi gospodarstw ekologicznych. Także konsumenci coraz częściej doceniają walory żywieniowe orkiszu. Otóż ziarno orkiszu zawiera fitosterole obniżające poziom cholesterolu we krwi [Piironen i in. 2002], a białko charakteryzuje wyższy stopień strawności [Chrenkova i in. 2000].

W związku ze wspomnianą już niewymłacalnością orkiszu zebrane kombajnem zbożowym kłoski muszą zostać domłócone. Proces ten sprawia wiele trudności producentom. W jego wyniku dochodzi do licznych uszkodzeń ziarniaków, co wiąże się ze stratami cennego surowca. Ponadto, wykorzystywane w Polsce maszyny nie są zaprojektowane pod kątem domłotu orkiszu. Należy więc przypuszczać, że w miarę zwiększania się powierzchni uprawy pszenicy orkiszowej zajdzie potrzeba skonstruowania specjalistycznej maszyny

odplewiającej. Mając na uwadze fakt, że przebieg procesu domłotu polega na ocieraniu ziarniaków z plew, czemu zawsze towarzyszy nacisk, istnieje potrzeba określenia wpływu sił ściskających kłoski na uszkodzenia ziarniaków [Molendowski 2006; Łysiak, Laskowski 2006].

Cel pracy

Celem badań było opracowanie metody oceny podatności ziarna pszenicy orkiszowej na uszkodzenia mechaniczne powstające w trakcie domłotu kłosek.

Materiał i badania wstępne

Materiałem badawczym były kłoski pszenicy orkiszowej odmiany Schwabenkorn pochodzące z uprawy konwencjonalnej.

Przed przystąpieniem do badań, metodą suszarkowo-wagową zgodnie z normą PN-77/D-04100, określono zawartość wody w kłoskach. Wynosiła ona $0,13 \text{ kg}_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{kg}_{\text{s.m.}}^{-1}$.

Następnie przeprowadzono badania wstępne, w których na losowo wybranych 40 kłoskach wykonano wstępnie próbę statycznego ściskania w zakresie sił od 0 do 1200 N. Wykorzystano w tym celu maszynę wytrzymałościową Insight 2 firmy MTS wyposażoną w szczęki do ściskania materiałów roślinnych (rys. 1). Zmianę wartości siły ściskającej rejestrowano z dokładnością 0,1 N, a przemieszczenie z dokładnością 0,001 mm. Częstotliwość próbkowania wynosiła 50 Hz. W programie TestWork 4 tworzony był wykres zależności siły od odkształcenia.

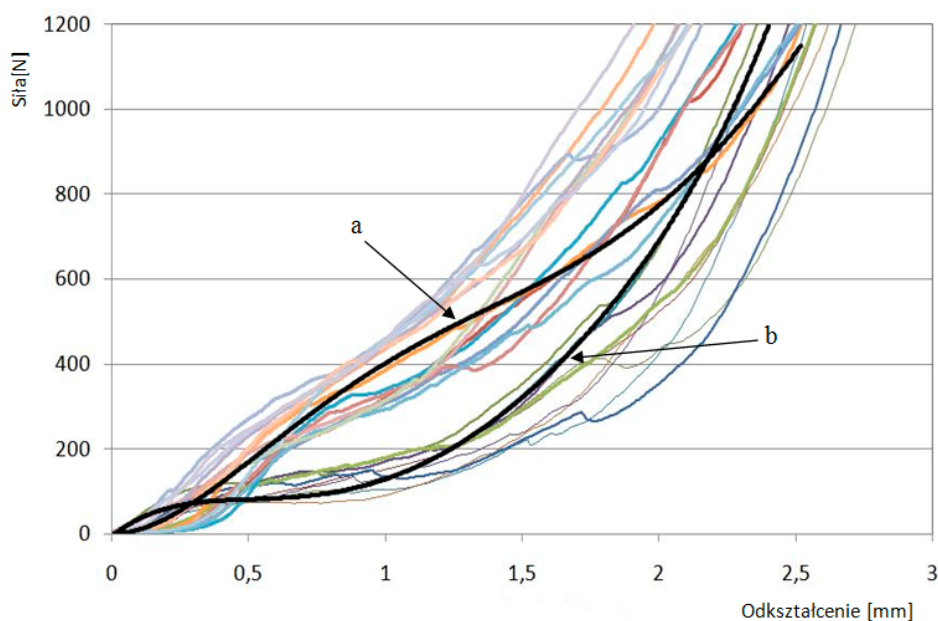


Rys. 1. Maszyna wytrzymałościowa Insight 2 firmy MTS oraz szczęki do ściskania materiałów
Fig. 1. Testing machine Insight 2 by MTS and jaws for compression of materials

Otrzymane wykresy (rys. 2) estymowano funkcjami wielomianowymi. Zadowalające dopasowanie (R^2 powyżej 0,90) uzyskano dopiero dla wielomianów piątego stopnia.

Zauważono dwa odmienne przebiegi krzywych ściskania (rys. 2). Cechą charakterystyczną krzywych typu „a” jest występowanie dwóch punktów przegięcia. Z kolei krzywe typu „b” mają zawsze tylko jeden taki punkt.

Ocena wizualna zniszczonych kłosek doprowadziła do spostrzeżenia, że krzywe typu „a” dotyczą kłosek dwukwiatowych, zawierających dwa ziarniaki. Natomiast krzywe typu „b” są charakterystyczne dla kłosek jednokwiatowych. W związku z tym dalsze badania prowadzono rozdzielnie dla wyróżnionych grup kłosek.



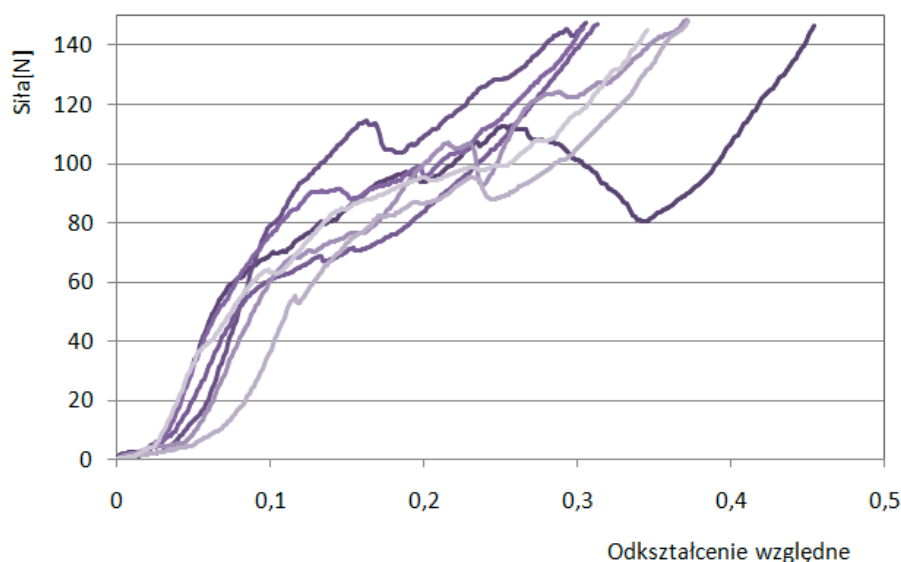
Rys. 2. Wykresy zależności siły ściskającej od odkształcenia kłosa: a, b – różne przebiegi krzywych

Fig. 2. Charts of dependence of compression strength on the deformation of the spikelet: a, b – various patterns of curves

Metoda

W celu uchwycenia momentu pęknięcia ziarniaków w kłoskach jednokwiatowych, ograniczono zakres przykładanej siły ściskającej do 150 N. Otrzymane krzywe ściskania przedstawiono na rys. 3.

Kłoski są materiałem anizotropowym i prawa klasycznej mechaniki nie mają do nich szerszego zastosowania. Można jednak zauważyć, że kłoski jednokwiatowe zachowują się jak materiały z wyraźną granicą plastyczności. Widoczne spadki siły są równoważne z pękaniem ziarniaka. Do pęknięć tych dochodzi przy wartości siły wynoszącej 60-100 N.



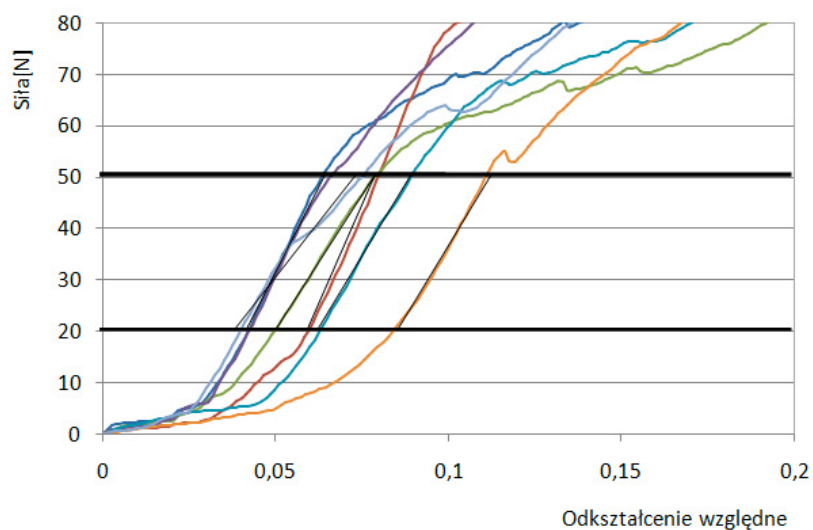
Rys. 3. Krzywe ściskania dla kłosek jednokwiatowych
 Fig. 3. Compression curves for single-flower spikelets

Na krzywych ściskania wyróżniono odcinki, które można aproksymować prostymi (rys. 4). W przypadku kłosek jednokwiatowych odcinki te są charakterystyczne dla przedziału od 20 do 50 N.

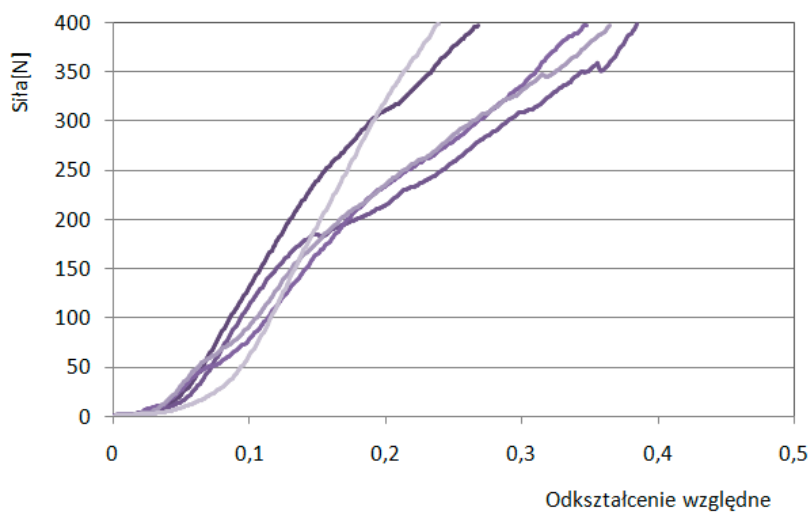
Dla materiałów jednorodnych odcinki prostoliniowe wyznaczają zakres stosowalności prawa Hooke’a [Woźniak 2005], a więc determinują własności sprężyste danego materiału. Również kłoski wykazują wtedy pewną sprężystość i po ustaniu działania siły powracają do pierwotnych rozmiarów (pomijając bardzo małe odkształcenie wstępne).

W przypadku kłosek dwukwiatowych zakres pomiarowy ograniczono do 400 N. Przy tej sile nie obserwowano jeszcze wyraźnych makrouszkodzeń, ale ziarniaki wykazywały trwałe odkształcenia. Szukając analogii do wyników badań materiałów jednorodnych można stwierdzić, że kłoski dwukwiatowe zachowują się tak jak materiały bez wyraźnej granicy plastyczności (rys. 5).

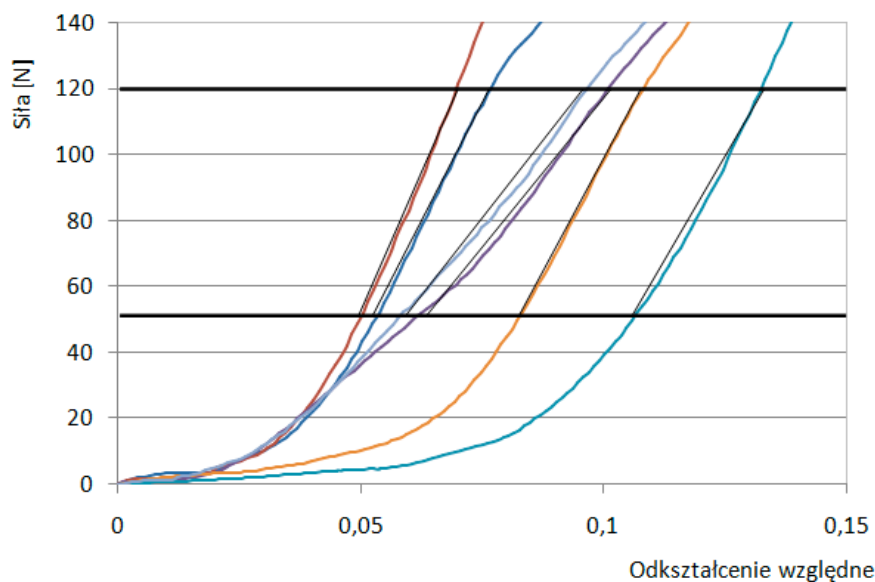
Podobnie jak w przypadku kłosek jednokwiatowych na krzywych ściskania można wyróżnić odcinki dające się aproksymować prostymi. Przedział w jakim te odcinki się zawierają jest ponad dwa razy szerszy niż poprzednio i wynosi od 50 do 120 N (rys. 6).



Rys. 4. Wyróżnione prostoliniowe odcinki krzywych ściskania dla kłosek jednokwiatowych
Fig. 4. Highlighted straight sections of compression curves for single-flower spikelets



Rys. 5. Krzywe ściskania dla kłosek dwukwiatowych
Fig. 5. Compression curves for double-flower spikelets



Rys. 6. Wyróżnione prostoliniowe odcinki krzywych ściskania dla kłosek dwukwiatowych
 Fig. 6. Highlighted straight sections of compression curves for double-flower spikelets

Mając na uwadze powyższe spostrzeżenia, do oceny podatności ziarna pszenicy orkiszowej na uszkodzenia zaproponowano wskaźnik W_u określony wzorem:

$$W_u = \frac{\Delta F}{\epsilon_2 - \epsilon_1} \quad (1)$$

gdzie:

- W_u – wskaźnik podatności na uszkodzenia [N],
- ΔF – przyrost siły na prostoliniowym odcinku wykresu $F(\epsilon)$ [N],
- ϵ_1 – odkształcenia względne odpowiadające sile 20 N dla kłosek jednokwiatowych oraz 40 N dla kłosek dwukwiatowych,
- ϵ_2 – odkształcenia względne odpowiadające sile 50 N dla kłosek jednokwiatowych oraz 120 N dla kłosek dwukwiatowych.

Wskaźnik ten jest liczbowo równy tangensowi kąta nachylenia wcześniej wyróżnionego prostoliniowego odcinka względem osi odciętych. Im większą odkształcalność względną wykazuje kłosek tym mniejszą wartość przyjmuje wskaźnik podatności na uszkodzenia.

Dla materiałów jednorodnych podobnie definiuje się moduł Younga, który jest podstawowym parametrem opisującym własności sprężyste. Jednak w związku ze wspomnianą

wcześniej anizotropią materiałów biologicznych wprowadzenie tego modułu do opisu własności sprężystych kłosek byłoby nieodpowiednie.

Zgodnie z opisaną metodą przebadano kłosek odmiany Schwabenkorn, a wyniki zamieszczono w tabeli 1. Dla obu grup kłosek uzyskano zbliżony współczynnik zmienności. Natomiast wartość wskaźnika podatności na uszkodzenia znacznie się różni. Niższa wartość tego wskaźnika dla kłosek jednokwiatowych świadczy o tym, że mogą one przenosić mniejsze siły ściskające aniżeli kłosek dwukwiatowe.

Tabela 1. Wyniki pomiarów wskaźnika podatności na uszkodzenia
Table 1. Results of measurements of the indicator of susceptibility to damages

Podstawowe statystyki	Kłosek jednokwiatowe	Kłosek dwukwiatowe
Średnia wartość W_u [N]	1309	2384
Odchylenie standardowe [N]	280	595
Współczynnik zmienności [%]	21.36	24.95

Źródło: obliczenia własne autorów

Wnioski

1. Zaobserwowano, że przebiegi krzywych ściskania są różne dla kłosek jedno- i dwukwiatowych.
2. Do oceny podatności ziarna pszenicy orkiszowej na uszkodzenia zaproponowano wskaźnik, który jest ilorazem ściśle określonego przyrostu siły ΔF oraz przyrostu odkształcenia względnego $\Delta \epsilon$: $W_u = \frac{\Delta F}{\Delta \epsilon}$.
3. Do obliczenia wskaźnika podatności na uszkodzenia kłosek jednokwiatowych należy przyjąć przyrost siły od 20 do 50 N, natomiast dla kłosek dwukwiatowych od 40 do 120 N.

Bibliografia

- Chrenkova M., Ceresnakova Z., Sommer A., Galova Z., Kralova V.** 2000. Assessment of nutritional value in spelt (*Triticum spelta* L.) and winter (*Triticum aestivum* L.) wheat by chemical and biological methods. Czech. J. Anim. Sci. 45. s. 133-137.
- Łysiak G., Laskowski J.** 2006. Wpływ wilgotności na odporność na pękanie ziarna pszenicy odmiany Kobra. Inżynieria Rolnicza. Nr 12 (87). Kraków. s. 313-319
- Molendowski F.** 2006. Odporność na ściskanie ziarniaków wybranych mieszańców kukurydzy. Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (79). Kraków. s. 7-14
- Piironen V., Toivo J., Lampi A.M.** 2002. Plant sterols in cereals and cereal products. Cereal Chem. 79. s. 148-154.
- Tyburski J., Żuk-Golaszewska K.** 2005. Orkisz – zboże naszych przodków. Postępy Nauk Rolniczych. Nr 4. s. 3-13.
- Tyburski J., Babalski M.** 2006. Uprawa i przetwórstwo pszenicy orkisz. CDR Radom

Woźniak W. 2005. Ocena parametrów wytrzymałościowych ziarna pszenicy i jęczmienia. *Acta Agrophysica*. 6(3). s. 835-843

METHOD OF EVALUATION OF SUSCEPTIBILITY OF SPELT GRAINS TO MECHANICAL DAMAGES DURING THE THRESHING PROCESS

Abstract. The work presents the research method aimed at evaluating the susceptibility of weeded grains of spelt to damages caused by compressive forces. The indicator proposed for the evaluation is numerically equal to the tangent of the angle of straight inclination of the section of the compression curve. This indicator can be used for comparing the susceptibility of different varieties of spelt to mechanical damages. The preliminary analysis showed a significant difference in the values of the indicator between single-flower and double-flower spikelets.

Key words: mechanical damages of grains, spelt, static compression test

Adres do korespondencji:

Jarosław Frączek; e-mail: Jaroslaw.Fraczek@ur.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków