

*Franciszek Molendowski
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu*

ODPORNOŚĆ NA ŚCISKANIE ZIARNIAKÓW WYBRANYCH MIESZAŃCÓW KUKURYDZY

Streszczenie

Wiedza na temat związku pomiędzy odpornością na ściskanie ziarniaka a odmianą mieszańca kukurydzy jest szczególnie ważna dla projektowania procesów zbioru kukurydzy i parametrów pracy maszyn. Wyniki przeprowadzonego testu Tukey'a wykazały statystycznie istotne różnice wartości odporności na ściskanie ziarniaka wzdłuż jego głównych osi u mieszańca kukurydzy Oleńka, Prosna i Rota. U pozostałych mieszańców, nie zawsze stwierdzono wpływ kierunku ściskania na wartości odporności na ściskanie. Uzyskane wyniki badań potwierdziły istotne zróżnicowanie wartości odporności na ściskanie ziarniaka pomiędzy badanymi mieszańcami kukurydzy.

Słowa kluczowe: odporność na ściskanie, ziarniak kukurydzy, odmiana

Wstęp i cel badań

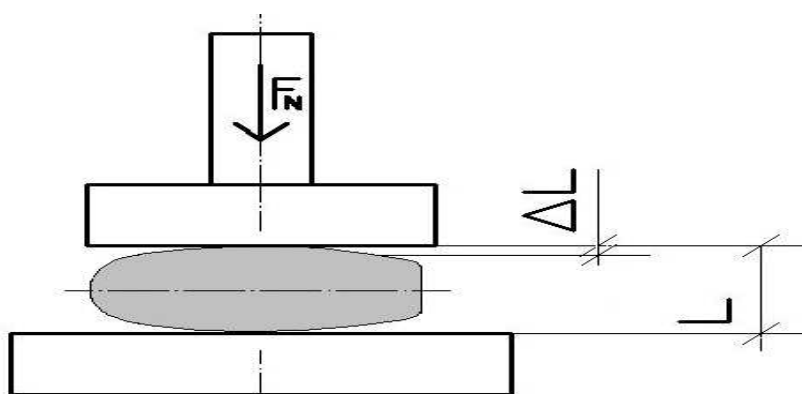
Przy konstruowaniu maszyn rolniczych, jak również ich użytkowaniu, nieodzownym staje się uwzględnienie właściwości fizycznych obrabianego materiału, a w szczególności ziarna zbóż [Anazodo 1983; Frontczak 1987; Grundas 2002, 2004; Molendowski 1987, 2002].

Jedną z ważnych informacji dla technologii produkcji ziarna kukurydzy jest określenie odporności ziarniaka na obciążenia mechaniczne [Frontczak 1987; Molendowski 1999, 2001]. Pożądane jest również aby charakteryzowało się on możliwie wysoką odpornością na ściskanie. Podczas zbioru w procesie oddzielania ziarna od rdzenia jest ono poddawane siłom ścisającym, a przy zbyt niskiej jego odporności na ściskanie, następuje jego rozkruszenie. Można więc stwierdzić, że określenie odporności ziarniaka na obciążenia mechaniczne nowych mieszańców kukurydzy może posłużyć do oceny ich przydatności do stosowania w poszczególnych kierunkach uprawy lub przy projektowaniu maszyn rolniczych oraz doborze ich parametrów roboczych.

Celem pracy jest określenie różnic w odporności na ściskanie ziarniaka w zależności od kierunku działania siły (działającej wzdłuż trzech jego głównych osi: grubości, szerokości i wysokości) oraz stwierdzenie czy mieszańce kukurydzy różnią się istotnie między sobą odpornością ziarniaka na ściskanie. Przyjęto założenie, że odporność na ściskanie ziarniaka jest cechą odmianową kukurydzy.

Obiekt i metoda badań

Materiał do badań pochodził z Centrali Nasiennej w Środzie Śląskiej. Badania w warunkach statycznego osiowego ściskania przeprowadzono na ziarniakach dwunastu mieszańców kukurydzy tj.: Aurica, Blask, Bułat, Fido, Grom, Nimba, Oleńka, Proсна, Rota, San, Wiarus, Wigo. Do wyznaczenia odporności ziarniaka zastosowano jednoosiowe ściskanie (w kierunku osi grubości, szerokości i wysokości), między dwoma równoległymi płaskimi płytami (rys. 1). Testy wykonano przy pomocy maszyny wytrzymałościowej Instron 5566, stosując głowicę tenzometryczną o zakresie 1 kN i prędkości przemieszczania $0,1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.



Rys. 1. Sposób określania odporności na ściskanie ziarniaka kukurydzy w statycznej próbie ściskania wzdłuż osi grubości (L)

Fig. 1. Determination method of compression resistance of maize grain in the static compression test along the thickness axis (L)

Granice odporności na ściskanie ziarniaka kukurydzy w próbie statycznego osiowego ściskania, przeprowadzono zgodnie z metodyką opracowaną przez Frontczak [1987] i określono jako stosunek maksymalnej siły F_N (N) (rys. 1) do średniego pola powierzchni przekroju ziarniaka (mm^2). Wilgotność ziarniaka badanych mieszańców zawierała się w przedziale $14 \pm 1,5\%$. Średnią wartość odporności na ściskanie określano na próbce liczącej 90 ziarniaków dla każdego mieszańca.

W celu stwierdzenia istotności różnic w wartości odporności na ściskanie ziarniaka w zależności od kierunku działania siły, jak również które z badanych mieszańców różnią się istotnie między sobą średnią wartością badanej cechy ziarniaka, zastosowano test Tukey'a [Volk 1970].

Omówienie wyników badań

Wyniki badań wartości odporności określonej w statycznej próbie ściskania ziarniaka kukurydzy, dla trzech kierunków działania siły badanych mieszańców zestawiono w tabeli 1. W celu stwierdzenia istotności różnic w wartościach odporności na ściskanie pomiędzy ścisaniem wzdłuż trzech głównych osi ziarniaka, zastosowano test Tukey'a. Wartości uporządkowano od najmniejszej do największej. Określono różnicę pomiędzy sąsiednimi wartościami odporności, którą odniesiono do NIR.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można stwierdzić, że ziarniaka mieszańca Oleńka, Prosna i Rota charakteryzuje się istotnie niższą odpornością na ściskanie wzdłuż osi grubości niż szerokości, i osi szerokości niż długości. W przypadku ziarniaka mieszańca Oleńka odporność na ściskanie wzdłuż osi grubości jest niższa o 1,95 MPa (77%), niż wzdłuż szerokości, a mieszańca Prosna o 1,54 MPa (81%) i Rota o 1,98 MPa (96%). Różnica w wartości odporności na ściskanie wzdłuż osi grubości w porównaniu do osi długości wynosi dla mieszańca Oleńka 4,33MPa (170%), Prosna 2,45 MPa (131%) i Rota 3,94 MPa (190%). Istotnie wyższą odporność na ściskanie wzdłuż osi długości niż grubości lub szerokości stwierdzono w przypadku ziarniaka mieszańca: Aurica, Bułat, Fido, San, Wiarus. Należy w tym miejscu zauważyć, że wyższa odporność na ściskanie wzdłuż osi długości ziarniaka jest cechą pozytywną, ponieważ podczas zbioru ziarna kombajnem wzdłuż tego kierunku ziarniaki są poddawane największym siłom ściskającym. Zaobserwowano, że podczas oddzielania ziarniaka od rdzenia kolby przez zespół młócający kombajnu, w wyniku działania sił ściskających, występuje zjawisko pęknięcia ziarniaka. Rozkruszony ziarniak podczas zbioru pozostaje częściowo nie zebrany przez kombajn, co wpływa na zwiększenie strat. Można wnioskować, że przyczyną pęknięcia ziarniaka podczas zbioru kombajnem jest zbyt niska odporność na ściskanie w kierunku osi grubości lub szerokości. Można więc stwierdzić, że w procesie zbioru ziarna kukurydzy siły zespołu wycierającego, powodujące oddzielenie ziarniaka od rdzenia kolby, powinny działać możliwie wzdłuż osi długości ziarniaka czyli kierunku o najwyższej odporności na ściskanie.

Tabela 1. Odporność na ściskanie wzdłuż osi grubości, szerokości i długości ziarniaków 12 mieszańców kukurydzy wyznaczona w teście jednoosiowego ściskania

Table 1. Compressive strength along axis the thickness, width and length of grain in 12 corn hybrids determined from uniaxial compression of grain between parallel flat plates

Badany mieszaniec	Ściskanie wzdłuż osi	Wartość średnia [MPa]	Różnica pomiędzy sąsiednimi wartościami średnich odniesiona do NIR
Aurica	szerokości	4,04	0,1 < 0,692
	grubości	4,14	3,9 > 0,692
	długości	8,04	
Blask	grubości	2,53	0,48 < 0,593
	długości	3,01	0,24 < 0,593
	szerokości	3,25	
Bułat	grubości	3,02	0,08 < 0,9
	szerokości	3,01	3,94 > 0,9
	długości	7,04	
Fido	szerokości	3,41	0,44 < 0,98
	grubości	3,85	3,72 > 0,98
	długości	7,57	
Grom	grubości	2,86	0,63 > 0,567
	szerokości	3,49	0,27 < 0,567
	długości	3,76	
Nimba	szerokości	3,64	0,19 < 0,758
	grubości	3,83	0,72 < 0,758
	długości	4,55	
Oleńka	grubości	2,55	1,95 > 0,962
	szerokości	4,5	3,9 > 0,962
	długości	6,88	
Prosna	szerokości	1,87	1,51 > 0,793
	grubości	3,38	0,94 > 0,793
	długości	4,32	
Rota	szerokości	2,07	1,35 > 0,854
	grubości	4,05	1,96 > 0,854
	długości	6,01	
San	szerokości	3,39	0,09 < 0,946
	grubości	3,48	3,9 > 0,946
	długości	5,4	
Wiarus	szerokości	3,35	0,37 < 0,832
	grubości	3,72	4,08 > 0,832
	długości	7,8	
Wigo	długości	3,46	0,26 < 0,798
	szerokości	3,72	0,04 < 0,798
	grubości	3,76	

Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy średniej wartości odporności na ściskanie pomiędzy ścisaniem wzdłuż osi szerokości, a grubości ziarniaka mieszańca Aurica, Bułat, Fido, Nimba, San, Wiarus. Natomiast nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy średniej wartości odporności pomiędzy ścisaniem wzdłuż osi grubości, szerokości i długości ziarniaka mieszańca Wigo. Uzyskane wyniki badań upoważniają do stwierdzenia, że możliwe jest wyhodowanie mieszańca kukurydzy o niezmienniej odporności na ściskanie ziarniaka wzdłuż trzech głównych kierunków obciążenia.

Na podstawie testu Tukey'a (tab. 2) stwierdzono, że ziarniaki badanych mieszańców kukurydzy różnią się istotnie odpornością na ściskanie wzdłuż trzech głównych kierunków obciążenia.

Tabela 2. Wyniki badań istotności różnic w wartościach odporności na ściskanie ziarniaków dwunastu mieszańców kukurydzy, według testu Tukey'a. Wartość NIR dla odporności na ściskanie ziarniaka wzdłuż osi grubości – 0,77, szerokości – 0,88 i długości – 0,98

Table 2. Statistical analysis of the mean values of compressive strength in the grain of 12 corn hybrids, using a Tukey's test. Values LED for compressive strength along axes the thickness – 0,77, width – 0,88 and length – 0,98

Ściskanie wzdłuż osi:	Badany mieszańiec	Wartość średnia [MPa]	Różnica pomiędzy sąsiednimi wartościami średnich odnoszona do NIR
grubości	Blask	2,53	0,02
	Oleńka	2,55	0,31
	Grom	2,86	0,16
	Bułat	3,02	0,36
	Prosna	3,38	0,10
	San	3,48	0,24
	Wiarus	3,72	0,04
	Wigo	3,76	0,07
	Nimba	3,83	0,02
	Fido	3,85	0,20
	Rota	4,05	0,09
	Aurica	4,14	
szerokości	Prosna	1,87	0,83
	Rota	2,7	0,40
	Bułat	3,1	0,15
	Blask	3,25	0,10

Ściskanie wzdłuż osi:	Badany mieszaniec	Wartość średnia [MPa]	Różnica pomiędzy sąsiednimi wartościami średnich odnoszona do NIR
szerokości	Wiarus	3,35	0,04
	San	3,39	0,02
	Fido	3,41	0,08
	Grom	3,49	0,15
	Nimba	3,64	0,08
	Wigo	3,72	0,32
	Aurica	4,04	0,46
	Oleńka	4,5	
długość	Blask	3,01	0,45
	Wigo	3,46	0,30
	Grom	3,76	0,56
	Prosna	4,32	0,23
	Nimba	4,55	0,85
	San	5,40	0,61
	Rota	6,01	0,87
	Oleńka	6,88	0,16
	Bułat	7,04	0,53
	Fido	7,57	0,23
	Wiarus	7,80	0,24
	Aurica	8,04	

Na podstawie przedstawionych w tabeli 2 wyników badań, można stwierdzić, że odporność na ściskanie ziarniaka wzdłuż osi grubości zawiera się w przedziale od 2,53 MPa (mieszaniec Blask) do 4,14 MPa (mieszaniec Aurica) czyli różnica pomiędzy mieszającami wynosi 64%. A wzdłuż osi szerokości zawiera się w przedziale od 1,87 MPa (mieszaniec Prosna) do 4,5 MPa (mieszaniec Oleńka) czyli różnica wartości pomiędzy mieszającami wynosi 141%. Natomiast wzdłuż osi długości zawiera się w przedziale od 3,01 MPa (mieszaniec Blask) do 8,04 MPa (mieszaniec Aurica), czyli różnica wartości pomiędzy analizowanymi mieszającami wynosi 167%. Uzyskane wyniki badań istotności różnic odporności na ściskanie ziarniaka pomiędzy mieszającami upoważniają do wnioskowania, że ziarniak mieszańca o niższej wytrzymałości na ściskanie będzie bardziej podatny na rozkruszenie podczas zbioru. Jak wcześniej zauważono, rozkruszone ziarno podczas zbioru pozostaje częściowo nie zebrana przez kombajn, co wpływa na zwiększenie strat.

Wnioski

1. Analiza wyników przeprowadzona wg testu Tukey'a wykazała, że nie u wszystkich mieszańców występuje istotne zróżnicowanie odporności na ściskanie ziarniaka ściskanego wzdłuż jego głównych osi. Natomiast występuje statystycznie istotna różnica odporności na ściskanie wzdłuż osi grubości, szerokości i długości ziarniak tylko u mieszańca Oleńka, Proсна i Rota.
2. Uzyskane wyniki badań potwierdziły przyjęte założenie o istotnym zróżnicowaniu odporności na ściskanie ziarniaka pomiędzy badanymi mieszańcami kukurydzy. Średnia wartość odporności na ściskanie w statycznej próbie osiowego ściskania wzdłuż głównych osi grubości waha się od 2,53 MPa (mieszaniec Blask) do 4,14 MPa (mieszaniec Aurica), szerokości od 1,87 MPa (mieszaniec Proсна) do 4,5 MPa (mieszaniec Oleńka) i długości od 3,01 MPa (mieszaniec Blask) do 8,04 MPa (mieszaniec Aurica).

Bibliografia

Anazodo U.G.N. 1983. Mechanical properties of the corn cob under quasi-static radial compression .Transactions of the ASAE, 1222-1229.

Grundas S. 2002. Grain Structure of Wheat and Wheat-based Products. Encycloaedia of Food Sciences and Natrition, 6137-6146.

Grundas S. 2004. Charakterystyka właściwości fizycznych ziarniaków w kłosach pszenicy zwyczajnej *Triticum aestivum* L. Acta Agrophysica, rozprawy i Monografie (2).

Frontczak J. 1987. Metody określania i analiza cech fizycznych ziarna kukurydzy. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Rozprawy nr 61 (praca habilitacyjna).

Molendowski F. 1987. Dobór i optymalizacja technologii zbioru kukurydzy nasiennej przystosowaną metodą B. Bellingera. Zesz. Nauk. AR Wroc., Rol.XLVI, nr 164, 149-162.

Molendowski F. 1999. Ocena istotności zmian wartości naprężenia niszczącego próbkę rdzenia kolby kukurydzy w próbie promieniowego ściskania. Inżynieria Rolnicza, nr 5, 191-198.

Molendowski F. 2001. Ocena zmienności jednostkowego oporu cięcia rdzeni kolb kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, nr 12, 219-224.

Franciszek Molendowski

Molendowski F. 2002. Wpływ wilgotności na właściwości mechaniczne rdzenia kolby kukurydzy. Inżynieria Rolnicza, nr 5, 131-138.

Volk W. 1973. Statystyka stosowana dla inżynierów. WNT, Warszawa.

COMPRESSIVE STRENGTH GRAIN FOR SELECTED CORN HYBRIDS

Summary

The paper presents characterizing of influence of corn variety and strength along axis the thickness, width and length of grain on the values of compressive strength for corn grain under static longitudinal stress between parallel flat plates. The data obtained in the tests were analyzed statistically using Tukey's test and were found to be investigated properties significantly affected by corn variety. Between the hybrids Blask and Aurica differences of mean value compressive strength along axis the length were 3,01 MPa to 8,04 MPa. Strength along axis the thickness, width and length of grain on the values of compressive strength is influenced for hybrids Oleńka, Prosna and Rota. Residual investigated hybrids are not significantly affected by strength along axis the thickness, width and length.

Key words: corn grain, compressive strength, hybrids