

Bronisława Barbara Kram
Instytut Inżynierii Rolniczej
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA ZEWNĘTRZNEGO ZIARNA ZBÓŻ W FUNKCJI WILGOTNOŚCI

Streszczenie

Współczynniki tarcia zewnętrznego ziaren zbóż (pszenica ozima Almari i Rosa, pszenica jara Omega i Eta, żyto Dańkowskie Złote i Motto, pszenżyto ozime Presto i Malno, pszenżyto jare Jago i Maja) wyznaczono na podstawowych materiałach konstrukcyjnych: stali, drewnie i gumie. Badane ziarno było nawilżane od wilgotności $W = 9\%$ do $W = 33\%$.

Zmienność współczynników tarcia zewnętrznego w funkcji wilgotności na badanych podłożach opisują proste rosnące. Najniższy współczynnik tarcia wynosił $\mu = 0,2991$ (dla pszenżyta Maja, na podłożu stalowym), a najwyższy $\mu = 0,9999$ (dla pszenicy Rosa na podłożu gumowym).

Słowa kluczowe: współczynnik tarcia zewnętrznego, pszenica, żyto, pszenżyto, wilgotność, podłoże stalowe, podłoże drewniane, podłoże gumowe

Wstęp

W takich procesach jak transport, czyszczenie czy sortowanie zjawisko tarcia jest ważnym czynnikiem wpływającym na prawidłowość projektowania maszyn rolniczych i procesów technologicznych. Dla materiałów roślinnych problem jest skomplikowany ze względu na niejednorodność struktury, dużą zmienność cech oraz rozmaity stan fizyczny [Ślipek i in. 1987]. W wyniku wielu badań ustalono najważniejsze czynniki wpływające na proces tarcia zewnętrznego, są to: wilgotność ziarna, droga tarcia, nacisk powierzchniowy i chropowatość materiału współpracującego [Molenda 1987]. Ze względu na dużą różnorodność materiałów roślinnych i ich różny stan fizyczny, zmienność współczynników tarcia jest bardzo duża, różnice dla tego samego materiału mogą wynosić nawet kilkaset procent [Byszewski, Haman 1987].

Materiał i metodyka

Do badań użyto materiał siewny trzech gatunków zbóż o wilgotnościach początkowych $W = 9\% - 13,13\%$. W celu uzyskania zakresu wilgotności w założonym przedziale od $W = 9\%$ do $W = 33\%$, materiał badany poddano nawilżaniu.

Pomiar współczynnika tarcia zewnętrznego przeprowadzono na równi pochyłej z regulowanym kątem pochylenia oraz możliwością wymiany podłoża. Nawilżone do odpowiedniej wilgotności ziarno umieszczano na wymiennych podłożach konstrukcyjnych (stal, drewno, guma) i mierzono kąt ustawienia równi pochyłej przy zsuwającym się ziarnie. Współczynnik tarcia zewnętrznego wyznaczono ze wzoru:

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha \quad [-] \quad (1)$$

gdzie:

- μ – współczynnik tarcia zewnętrznego
- α – kąt nachylenia równi

Wyniki

W wyniku badań określono wartość kątów tarcia zewnętrznego w zakresie wilgotności od 9% do 33% na trzech podłożach: gumowym, drewnianym, stalowym. Dla wyznaczonych wartości współczynników tarcia zewnętrznego obliczono równania prostych regresji.

Zestawienie równań funkcji (oraz współczynników korelacji) opisujących wpływ wilgotności na współczynniki tarcia zewnętrznego poszczególnych odmian zbóż przedstawiono w tabeli 1 a graficzne ilustracje tych zależności na rysunkach 1, 2 i 3. W tabeli 2 przedstawione są wielkości współczynników tarcia dla skrajnych wilgotności ziarna oraz procentowy wzrost wielkości tych współczynników.

Jak wynika z badań, współczynnik tarcia zewnętrznego zależy przede wszystkim od wilgotności ziarna, następnie od rodzaju podłoża i odmiany zboża. Wzrost wilgotności od $W=10\%$ do wilgotności $W = 30\%$ powoduje zwiększenie współczynnika tarcia nawet o 161,26% (ziarno pszenicy Rosa na podłożu stalowym). Guma jest podłożem, na którym przy każdej wilgotności i dla wszystkich przebadanych odmian zbóż, współczynnik tarcia osiąga najwyższe wartości (rys. 1, 2, 3). Najniższe wartości współczynnika tarcia zewnętrznego występują na podłożu stalowym ale tylko do pewnej wilgotności charakterystycznej dla każdej odmiany (dla pszenicy $W = 18,1\% \div 20,84\%$, dla żyta $W = 20,03\% \div 21,84\%$ i pszenżyta $W = 18,19\% \div 25,05\%$). Po przekroczeniu tych charakterystycznych wilgotności współczynnik tarcia zewnętrznego jest najniższy na podłożu drewnianym (rys. 1, 2, 3).

Tabela 1. Zestawienie równań funkcji opisujących wpływ wilgotności na współczynnik tarcia zewnętrznego

Table 1. Coefficient of external friction in moisture function – regression equation

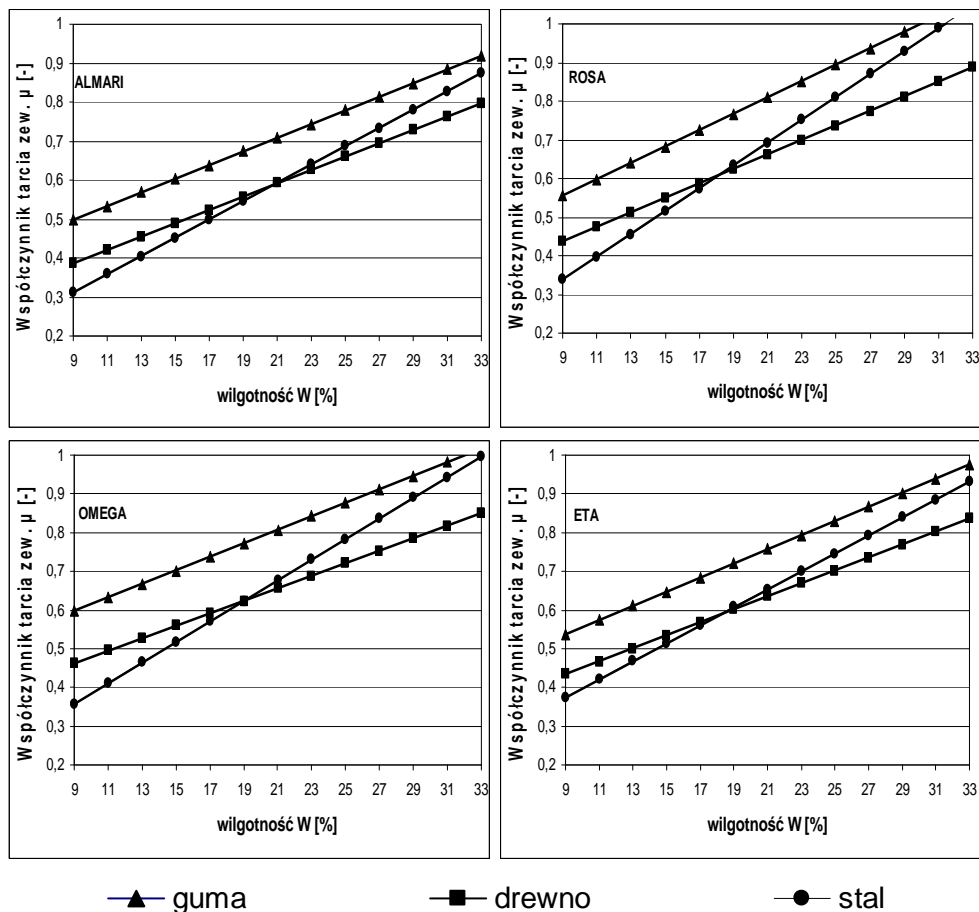
Gatunek zboża	Odmiana	Materiał konstrukcyjny podłoża	Postać równania funkcji	Współczynnik korelacji r
Pszenica ozima	Almari	Guma	$\mu_g=0,3412+0,0175W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,2326+0,0171W$	0,97
		Stal	$\mu_s=0,0992+0,0235W$	0,95
	Rosa	Guma	$\mu_g=0,3639+0,0212W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,2666+0,0188W$	0,97
		Stal	$\mu_s=0,0711+0,0296W$	0,99
Pszenica jara	Omega	Guma	$\mu_g=0,4395+0,0175W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,3179+0,0161W$	0,97
		Stal	$\mu_s=0,0992+0,235W$	0,95
	Eta	Guma	$\mu_g=0,3745+0,0182W$	0,98
		Drewno	$\mu_d=0,2820+0,0168W$	0,97
		Stal	$\mu_s=0,1661+0,0232W$	0,99
Żyto ozime	Dańkowskie	Guma	$\mu_g=0,2739+0,144W$	0,96
		Drewno	$\mu_d=0,3551+0,0074W$	0,91
		Stal	$\mu_s=0,1301+0,0177W$	0,95
	Motto	Guma	$\mu_g=0,5629+0,0079W$	0,81
		Drewno	$\mu_d=0,4089+0,0092W$	0,93
		Stal	$\mu_s=0,2807+0,0156W$	0,98
Pszenżyto ozime	Presto	Guma	$\mu_g=0,3608+0,0204W$	0,97
		Drewno	$\mu_d=0,3577+0,0172W$	0,93
		Stal	$\mu_s=0,1890+0,0244W$	0,98
	Malno	Guma	$\mu_g=0,3187+0,0194W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,2786+0,0144W$	0,93
		Stal	$\mu_s=0,1131+0,0235W$	0,97
Pszenżyto jare	Jago	Guma	$\mu_g=0,3620+0,0202W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,3536+0,0129W$	0,96
		Stal	$\mu_s=0,1043+0,0244W$	0,99
	Maja	Guma	$\mu_g=0,3620+0,0202W$	0,99
		Drewno	$\mu_d=0,2244+0,0156W$	0,98
		Stal	$\mu_s=0,0891+0,0210W$	0,96

Bronisława Barbara Kram

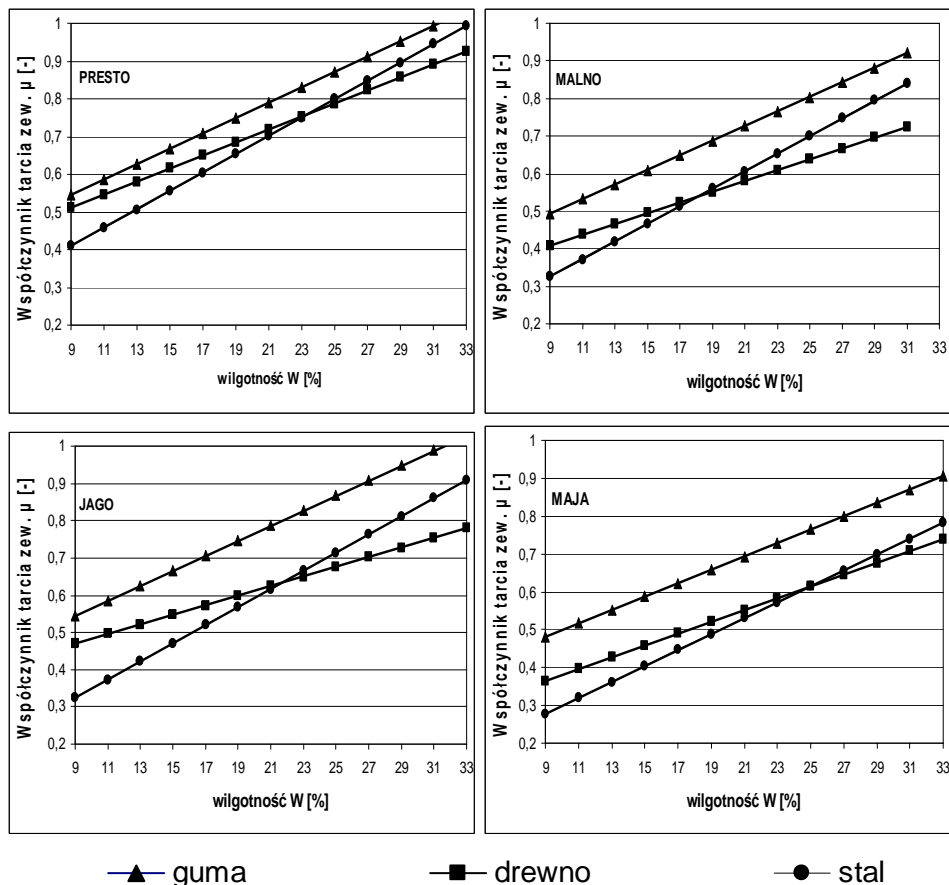
Tabela 2. Współczynnik tarcia zewnętrznego dla wilgotności ziarna $W=10\%$ i $W=30\%$

Table 2. Coefficient of external friction for moisture $W=10\%$ and $W=30\%$

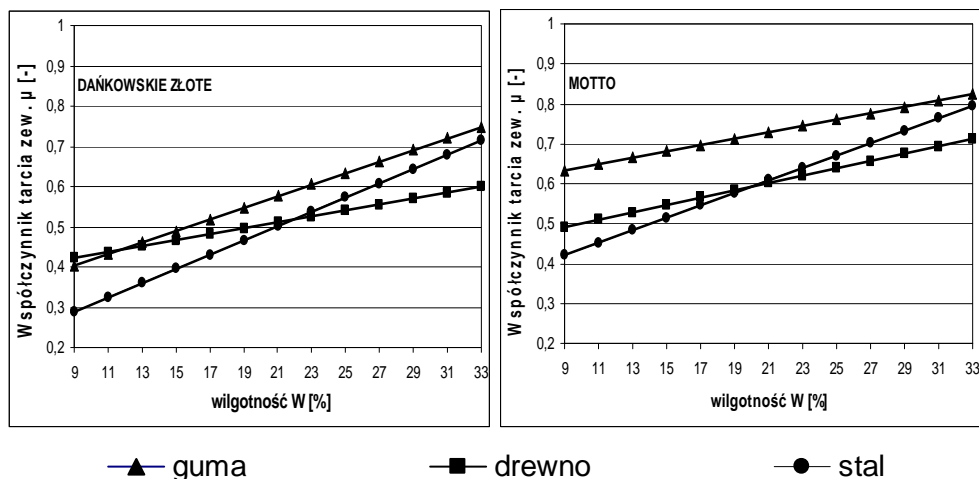
Gatunek zboża	Odmiana	Materiał konstrukcyjny podłoża	Współczynnik tarcia zewnętrznego $\mu[-]$ dla wilgotności ziarna		Procentowy przyrost współczynnika tarcia [%]
			W=10%	W=30%	
Pszenica ozima	Almari	Guma	0,5162	0,8662	67,80
		Drewno	0,4036	0,7456	84,74
		Stal	0,3342	0,8042	140,63
	Rosa	Guma	0,5759	0,9999	73,62
		Drewno	0,4546	0,8306	82,71
		Stal	0,3671	0,9591	161,26
Pszenica jara	Omega	Guma	0,6145	0,9645	56,96
		Drewno	0,4789	0,8009	67,23
		Stal	0,3342	0,8042	140,63
	Eta	Guma	0,5565	0,9205	65,41
		Drewno	0,4500	0,7860	74,67
		Stal	0,3981	0,8621	116,55
Żyto ozime	Dańkowskie	Guma	0,4179	0,7059	68,92
		Drewno	0,4291	0,5771	34,49
		Stal	0,3071	0,6611	115,27
	Motto	Guma	0,6419	0,7999	24,61
		Drewno	0,5009	0,6849	36,73
		Stal	0,4367	0,7487	71,44
Pszenżyto ozime	Presto	Guma	0,5648	0,9728	72,24
		Drewno	0,5297	0,8737	64,92
		Stal	0,4330	0,9210	112,70
	Malno	Guma	0,5127	0,9007	75,68
		Drewno	0,4226	0,7106	68,15
		Stal	0,3481	0,8181	135,02
Pszenżyto jare	Jago	Guma	0,5640	0,9680	71,63
		Drewno	0,4826	0,7406	53,46
		Stal	0,3483	0,8363	140,11
	Maja	Guma	0,5640	0,9680	71,63
		Drewno	0,3804	0,6924	82,00
		Stal	0,2991	0,7191	140,42



Rys. 1. Wpływ wilgotności na współczynnik tarcia zewnętrznego na podłożach: gumowym, drewnianym i stalowym dla badanych odmian pszenicy
 Fig. 1. Influence of moisture content (w.b) on the coefficient of external friction of wheat grain for different bases – rubber, wood and steel



Rys. 2. Wpływ wilgotności na współczynnik tarcia zewnętrznego na podłożach: gumowym, drewnianym i stalowym dla badanych odmian pszenżyta
 Fig. 2. Influence of moisture content (w.b) on the coefficient of external friction of triticale grain for different bases – rubber, wood and steel



Rys. 3. Wpływ wilgotności na współczynnik tarcia zewnętrznego na podłożach: gumowym, drewnianym i stalowym dla badanych odmian żyta
 Fig. 3. Influence of moisture content (w.b) on the coefficient of external friction of rye grain for different bases – rubber, wood and steel

Na wszystkich podłożach ziarno badanych odmian żyta osiąga najniższe wartości współczynników tarcia zewnętrznego a ziarno odmiany Motto na podłożu drewnianym tylko o 24,61% zwiększa wartość współczynnika tarcia zewnętrznego (przy wzroście wilgotności od W=10% do W=30%).

Wnioski

1. Zależność współczynników tarcia zewnętrznego od wilgotności ziarna można opisać funkcjami prostoliniowymi rosnącymi $\mu = a+bW$.
2. Największe wartości współczynnika tarcia zewnętrznego występują na podłożu gumowym.
3. Dla przebadanych odmian zbóż najwyższymi współczynnikami tarcia charakteryzuje się pszenica ozima Rosa, natomiast najniższe współczynniki tarcia są charakterystyczne dla żyta Motto.

Bibliografia

Byszewski W, Haman J. 1977. Gleba – Maszyna – Roślina, PWN Warszawa.

Bronisława Barbara Kram

Molenda M. 1987. Pomiar siły tarcia zewnętrznego warstwy ziarna pszenicy i pojedynczych ziarniaków o powierzchnię metalową, ZPPNR z. 320.

Ślipek Z., Frączak J., Złobecki A. 1987. Pomiar siły tarcia zewnętrznego materiałów roślinnych, ZPPNR z. 321.

RESEARCH ON THE COEFFICIENT OF EXTERNAL FRICTION OF CORN GRAIN IN HUMIDITY FUNCTION

Summary

The coefficient of external friction of cereals grain (winter wheat Almari and Rosa, spring wheat Omega and Eta, rye Dańkowskie Złote and Motto, winter triticale Presto and Malno, winter triticale Presto and Malno, spring triticale Jago and Maja) was determined for three major materials: steel, wood and rubber. The grain was wetted in special containers in order to attain the moisture levels within 10%-32%. The values of external friction coefficient have the form of linear regression and show the relationship between the coefficient of external friction and moisture levels. The smallest coefficient of external friction ($\mu = 0,2991$) was for triticale Maja for steel base, and the highest ($\mu = 0,9999$) was for wheat Rosa for the rubber base.

Key words: coefficient of external friction, wheat, rye, triticale, moisture, steel base, wood base, rubber base