

## WPŁYW USTAWIENIA ROWKÓW WALCÓW MIELĄCYCH NA PROCES ROZDRABNIANIA ZIARNA PSZENICY

Dariusz Dziki, Renata Różyło, Janusz Laskowski

*Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie wpływu ustawienia rowków walców mielących na proces rozdrabniania ziarna. Materiał badawczy stanowiły cztery odmiany pszenicy zwyczajnej zróżnicowane pod względem twardości i dowilżone do wilgotności 16%. Przeanalizowano dwa skrajne ustawienia rowków na walcach: ostrze na ostrze i grzbiet na grzbiet. Przy ustawieniu rowków walców sposobem ostrze na ostrze uzyskane mlewo charakteryzowało się mniejszym średnim wymiarem cząstki i niższymi nakładami energii na rozdrabnianie w porównaniu do ustawienia grzbiet na grzbiet.

**Słowa kluczowe:** pszenica, ziarno, rozdrabnianie, energochłonność

### Wstęp

Mlewniki walcowe stanowią podstawowe urządzenia wykorzystywane do rozdrabniania ziarna w przetwórstwie zbożowo-młynarskim. Urządzenia te znajdują również szerokie zastosowanie w przemyśle paszowym, działając jako śrutowniki bądź gniotowniki. Uzyskiwany efekt rozdrabniania uzależniony jest zarówno od właściwości ziarna, jak i stosowanych parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych urządzeń. Dotychczasowe opracowania w największym stopniu dotyczą wpływu właściwości ziarna na ten proces, takich jak wilgotność i temperatura [Romański i in. 2006; Dziki 2003; Fang i Campbell 2003], twardość [Różyło i in. 2003] czy wielkość ziarna [Wiercioch i in. 2008]. Spośród parametrów mlewników, które istotnie oddziałują na proces rozdrabniania możemy wyróżnić sposób ułożenia rowków walców mielących. Z czterech kombinacji ustawień najczęściej w praktyce przemysłowej stosowane są dwie: ostrze na ostrze (o/o) i grzbiet na grzbiet (g/g). W układzie o/o praca rowków polega głównie na cięciu cząstek ziarna bądź mlewa. Natomiast przy ułożeniu walców sposobem g/g działanie ścinające jest znacznie łagodniejsze, natomiast rozdrabniane cząstki są głównie poddane zgniataniu i rozcieraniu [Posner i Hibs 1997]. Fang i Campbell [2002] zaobserwowali, że przy ułożeniu walców sposobem o/o zarówno bielmo jak i okrywa rozdrabniają się podobnie w stosunkowo wąskim zakresie cząstek, natomiast przy ułożeniu g/g okrywa jest poddawana dekohezji w znacznie mniejszym stopniu niż bielmo. Pomimo stosunkowo dobrze poznanego opisu oddziaływań tych ustawień na skład granulometryczny mlewa brak jest opracowań odnośnie wpływu sposobu ustawienia walców na energochłonność rozdrabniania. Dlatego też w niniejszej pracy zajęto się tą tematyką.

## Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu ustawienia rowków walców mielących na proces rozdrabniania ziarna pszenicy. W szczególności określono skład granulometryczny śruty i wyznaczono wskaźniki charakteryzujące energochłonność procesu.

## Materiał i metody badań

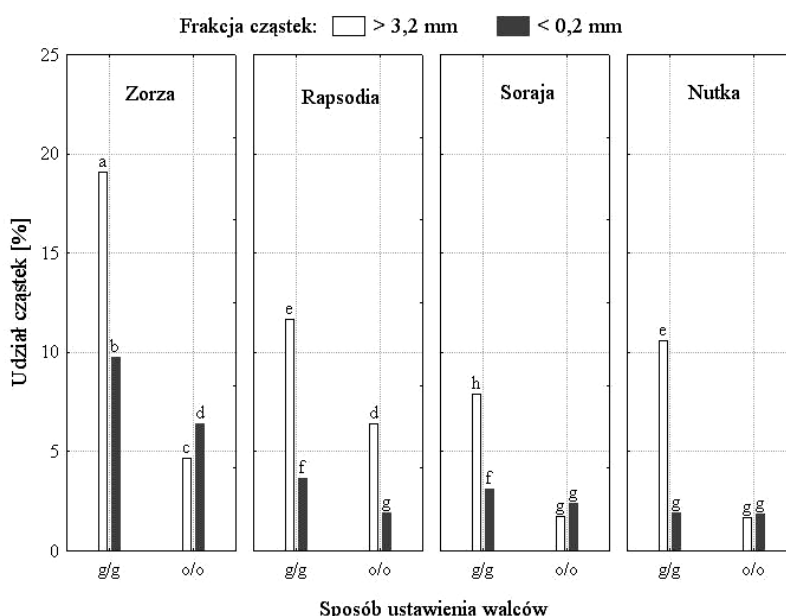
Materiał badawczy stanowiło oczyszczone ziarno czterech odmian pszenicy zwyczajnej (Zorza, Rapsodia, Soraja, Nutka) zróżnicowane pod względem twardości. Indeks twardości *HI* zawierał się od 18 (odmiana Zorza) do 78 odmiana Nutka. Próbki pochodziły z Lubelskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Końskowoli. Ziarno przed rozdrabnianiem dowlizano do wilgotności, przy jakiej najczęściej przeprowadza się proces przemiału tj. 16% ( $\pm 0,2\%$ ). Dowlizanie przeprowadzono poprzez dodatek do ziarna odpowiedniej ilości wody destylowanej o temperaturze pokojowej. Następnie próbki mieszano w szczelnie zamkniętych pojemnikach przez 30 min, stosując mieszadło laboratoryjne wykonane w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Próbki przed pomiarami leżały przez 48 h.

Proces rozdrabniania prowadzono, wykorzystując laboratoryjny młyn walcowy typu SK. Analizowano pierwszy pasaż przemiałowy. Do badań pobierano próbki o masie 50 g. Zastosowano dwa układy ustawienia walców: ostrze na ostrze (o/o) i grzbiet na grzbiet (g/g). Wybór ustawień wynikał z faktu, że są to dwa najczęściej stosowane układy walców w praktyce przemysłowej. Prędkość obrotowa walca szybkobieżnego wynosiła 1183 obr/min, zaś wolnobieżnego 375 obr·min<sup>-1</sup>, zaś szczelina między walcami 0,8 mm. Podczas rozdrabniania mierzono zmiany poboru mocy przy pomocy zestawu pomiarowego, w skład którego wchodził przetwornik mocy prądu trójfazowego przetwarzający moc czynną na sygnał stałonapięciowy, karta pomiarowa formy Advantech PCL818L, z którą współpracował komputer. Dane były zapisywane w plikach dyskowych i analizowane przy pomocy specjalistycznego oprogramowania. Uzyskane mlewo poddano analizie składu granulometrycznego przy wykorzystaniu odsiewacza Thyr 2 wyposażonego w odpowiedni zestaw sit. Dokładny opis stanowiska badawczego i metody pomiaru energochłonności zostały przedstawione w opracowaniu Dzikiego i Laskowskiego [1997]. Następnie obliczono średni wymiar cząstek. Wyznaczono energochłonność jednostkową rozdrabniania (iloraz energii rozdrabniania do masy rozdrobnionego ziarna) oraz wskaźnik podatności ziarna na rozdrabnianie (iloraz pola powierzchni cząstek po rozdrobnieniu do energii rozdrabniania). Sposób wyznaczenia powyższych wskaźników przedstawiony został przez Dzikiego [2008].

Badania przeprowadzono w 10 powtórzeniach, przy każdym z rozpatrywanych ustawień walców. Obliczono wartości średnie, wyznaczono 95% przedziały ufności oraz przeprowadzono analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi określono, wykorzystując test Tukey'a. Przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki badań i ich analiza

Analizując skład granulometryczny młwa stwierdzono, że sposób ustawienia rowków na walcach miał największy wpływ na udział frakcji cząstek o wielkości  $> 3,2$  mm (rys. 1). Najmniejszy udział tych cząstek (średnio 1,7%) odnotowano w przypadku odmian Soraja i Nutka i przy ustawieniu walców sposobem o/o, a największy dla młwa pszenicy odmiany Banti, i przy ułożeniu walców sposobem g/g (19,1%). W odniesieniu do wszystkich analizowanych odmian pszenicy istotnie większy udział tej frakcji uzyskiwano zawsze przy ustawieniu walców sposobem g/g, w porównaniu do ułożenia o/o. Inna sytuacja wystąpiła w udziale cząstek najdrobniejszych o wielkości  $< 0,2$  mm. W przypadku trzech z czterech analizowanych odmian pszenicy większy udział tych cząstek wystąpił przy ułożeniu walców sposobem g/g. Wynika to zapewne z faktu, że przy tym rodzaju ułożenia na ziarna działają głównie siły rozcierające, co powoduje uzyskiwanie większej ilości drobnych cząstek bielma. Szczególnie można to zaobserwować u pszenicy odmiany Zorza, której ziarniaki mają najmniejszą twardość. Twardość bielma pszenicy charakteryzuje pośrednio siłę adhezji między ziarnami skrobi a matrycą białkową. W wyniku rozdrabniania bielma odmian pszenicy miękkiej uzyskuje się więcej cząstek drobnych [Muhamad i Campbell 2004; Greffeuille i in. 2007].



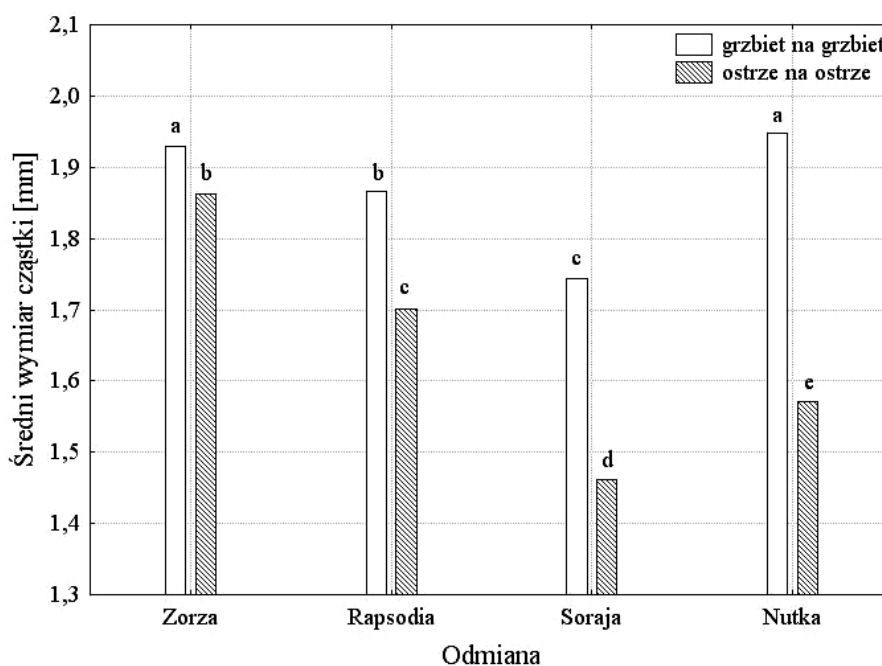
Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 1. Udział frakcji cząstek młwa o wielkości  $>3,2$  mm i  $<0,2$  mm w zależności od ustawienia walców, wartości oznaczone różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha=0,05$ )

Fig. 1. Fraction of particles of material fed mechanically into a grinding mill sized  $>3.2$  mm and  $<0.2$  mm depending on rollers positioning, the values marked with different letters are significantly different ( $\alpha=0.05$ )

Podczas przemiału ziarna skład granulometryczny mlewa uzyskiwanego po pierwszym pasażu istotnie oddziałuje na ilość poszczególnych cząstek trafiających na kolejne etapy przemiału, a tym samym wpływa na obciążenie następnych maszyn rozdrabniających. Znajomość podatności na rozdrabnianie danego surowca, pozwala na określenie udziału poszczególnych klas ziarnowych po pierwszym pasażu [Fang i Campbell 2003].

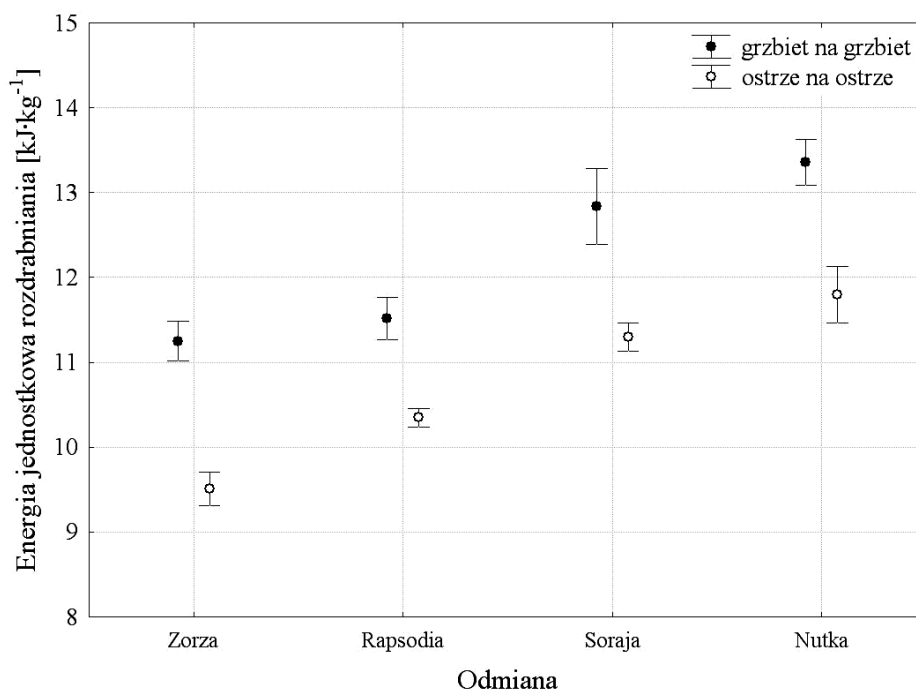
Analizując średni wymiar cząstek mlewa (rys. 2) stwierdzono, że ustawienie walców sposobem g/g powodowało u badanych odmian pszenicy mniejszy zakres zmienności tego parametru (od 1,74 do 1,95 mm, odpowiednio dla odmiany Soraja i Nutka) niż układ o/o (od 1,47 do 1,88 mm, w przypadku odmiany Soraja i Zorza). Generalnie odmiana Soraja, przy tych samych warunkach rozdrabniania, charakteryzowała się mniejszym średnim wymiarem cząstek mlewa w porównaniu do odmian pozostałych. W przypadku wszystkich analizowanych surowców istotnie większe wartości tego parametru, uzyskiwano zawsze przy ustawieniu walców sposobem g/g w porównaniu do ustawienia o/o. Tendencja ta była szczególnie widoczna dla odmian pszenicy o twardym bielmie (Soraja i Nutka). Natomiast w odniesieniu do odmiany Zorza sposób ustawienia walców miał niewielki wpływ na średni wymiar cząstek mlewa.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 2. Średni wymiar cząstki mlewa otrzymanego z badanych odmian pszenicy przy różnym sposobie ustawieniu walców

Fig. 2. Average particle size for material fed mechanically into a grinding mill obtained from the examined wheat varieties for different positioning of rollers

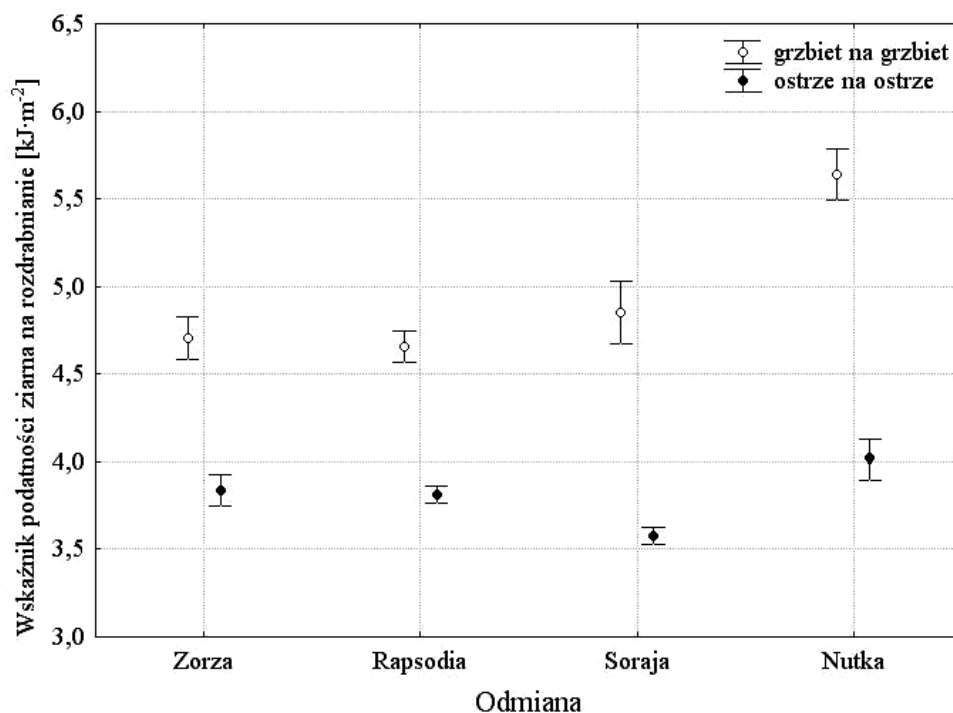


Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 3. Energochłonność jednostkowa rozdrabniania badanych odmian pszenicy w zależności od sposobu ustawienia walców  
 Fig. 3. Unit energy consumption for shredding of the examined wheat varieties depending on positioning of rollers

Rozpatrując nakłady energii na rozdrabnianie (rys. 3) stwierdzono, że zarówno przy ustawieniu walców sposobem o/o jak i g/g wzrost twardości ziarna powodował zwiększenie energochłonności jednostkowej rozdrabniania, odpowiednio od 9,5 do 11,8 kJ·kg<sup>-1</sup> i od 11,3 do 13,4 kJ·kg<sup>-1</sup>. W przypadku wszystkich odmian pszenicy istotnie wyższe wartości tego wskaźnika uzyskiwano przy ustawieniu walców sposobem g/g. Podobnie wartości wskaźnika podatności ziarna na rozdrabnianie potwierdziły, że układ walców sposobem g/g powoduje większe zapotrzebowanie energii na proces dekohezji w porównaniu do ułożenia o/o (rys. 4). Średnie wartości tego wskaźnika wyniosły 5,0 kJ·m<sup>-2</sup>, przy ułożeniu walców sposobem g/g i 3,5 kJ·m<sup>-2</sup> przy ustawieniu o/o.

Najwyższe wartości wskaźnika podatności ziarna na rozdrabnianie uzyskano dla pszenicy odmiany Nutka. Natomiast wartości tego wskaźnika otrzymane dla pozostałych odmian, przy poszczególnych ustawieniach walców kształtowały się na zbliżonym poziomie. Ponadto stwierdzono, że przy ustawieniu walców sposobem o/o twardość nie miała znaczącego wpływu na ten wskaźnik. Jedynie w przypadku odmiany Nutka i przy układzie walców sposobem g/g zaobserwowano istotny wzrost wartości tego parametru.



Źródło: opracowanie własne autorów

- Rys. 4. Wskaźnik podatności na rozdrabnianie ziarna badanych odmian pszenicy w zależności od sposobu ustawienia walców
- Fig. 4. The index of susceptibility to shredding for grains of the examined wheat varieties depending on positioning of rollers

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że sposób ustawienia rowków na walcach miał największy wpływ na udział frakcji cząstek o wielkości  $> 3,2$  mm. W odniesieniu do wszystkich analizowanych odmian pszenicy istotnie większy udział tej frakcji uzyskiwano zawsze przy ustawieniu walców sposobem g/g, w porównaniu do ułożenia o/o. Ponadto stwierdzono, że sposób ustawienia rowków walców mielących istotnie oddziałuje na energochłonność rozdrabniania. Ustawienie walców sposobem grzbiet na grzbiet w porównaniu do ustawienia ostrze na ostrze powoduje większe nakłady energii na proces dekohezji.

## Bibliografia

- Dziki D.** 2003. Wpływ temperatury ziarna pszenicy na proces rozdrabniania. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2(51). s. 181-188.
- Dziki D.** 2008. Analiza wpływu wstępnego zgniatania ziarna zbóż na rozdrabnianie udarowe. *Rozprawy naukowe AR w Lublinie z. 326*. ISSN 0860-4355.
- Dziki D., Laskowski J.** 1997. Układ pomiarowy do maszyn rozdrabniających z komputerową rejestracją danych. IV Krajowa Konferencja. *Komputerowe wspomaganie badań naukowych – materiały* s. 59-60.
- Dziki D., Laskowski J.** 2000. Badanie właściwości przemiałowych wybranych odmian pszenicy. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 8 (19). s. 63-69.
- Fang C.Y., Campbell G.M.** 2002. Effect of roll fluting disposition and roll gap on the breakage of wheat kernels during first break roller milling. *Cereal Chemistry* Nr 1. (79). s. 518-522.
- Fang, Ch., Campbell, G.M.** 2003. On predicting roller milling performance V: effect of moisture content on the particle size distribution from first break milling of wheat. *Journal of Cereal Science*. Nr (1). 37. s. 31-41.
- Grefeuille V., Abecassis J., Barouh N., Villeneuve P., Mabile F., Bat L'Helogouac'h C., Lullien-Pellerin V.** 2007. Analysis of the milling reduction of bread wheat farina: physical and biochemical characterization. *Journal of Cereal Science*. Nr 1. (45), s. 97-105.
- Muhamad I.I., Campbell G.M.** 2004. Effects of kernel hardness and moisture content on wheat breakage in the single kernel characterisation system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* Nr 1. (5). s. 119-125.
- Posner, E.S., Hibbs, A.N.** 1997. *Wheat flour milling*. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota. (1th ed., pp. 42-50).
- Romański L., Stopa R., Niemiec A., Wiercioch M.** 2006. Wpływ wilgotności i temperatury ziarniaków pszenicy na energochłonność zgniatania. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4 (79). s. 147-152.
- Różyło R., Laskowski J., Grundas S.** 2003. Badania zależności indeksu twardości i energochłonności rozdrabniania od zawartości białka w pszenicy. *Acta Agrophysica*. Nr 1 (2). s. 173-178.
- Wiercioch M., Niemiec A., Romański L.** 2008. Wpływ wielkości ziarniaków pszenicy na energochłonność ich rozdrabniania. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5 (103). s. 367-372.

## **THE IMPACT OF GROOVES POSITIONING IN MILLING ROLLERS ON WHEAT GRAIN SHREDDING PROCESS**

**Abstract.** The purpose of the work was to determine the impact of grooves positioning in milling rollers on grain shredding process. Examined material consisted of four bread wheat varieties diversified in their hardness and moistened to 16% humidity level. The researchers analysed two extreme positions of grooves on rollers: blade to blade and ridge to ridge. When roller grooves were positioned blade to blade, the obtained material fed mechanically into a grinding mill proved to have lower average particle size and require lower energy expenditures for shredding, compared to ridge to ridge positioning.

**Key words:** wheat, grain, shredding, energy consumption

**Adres do korespondencji:**

Dariusz Dziki; e-mail: [dariusz.dziki@up.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@up.lublin.pl)  
Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Doświadczalna 44  
20-280 Lublin