

Norbert Marks, Zygmunt Sobol, Dariusz Baran
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

ENERGOCHŁONNOŚĆ PROCESU ROZDRABNIANIA NASION RÓŻNYCH GATUNKÓW ROŚLIN PRZY UŻYCIU ROZDRABNIACZA TARCZOWEGO

Streszczenie

Praca zawiera wyniki badań nad energochłonnością bezpośrednią procesu rozdrabniania nasion przy użyciu rozdrabniacza tarczowego. Rozdrabnianie prowadzono przy dwóch wielkościach szczeliny roboczej (0,05 mm, 0,9 mm) na nasionach siedmiu gatunków roślin uprawnych, w tym 6 odmian pszenicy, 3 odmiany kukurydzy, 3 odmiany jęczmienia i po 1 odmianie żyta, pszenżyta, grochu i łubinu. Stopień rozdrobnienia określono na odsiewaczu sitowym. Analiza wyników badań wykazała istotne zróżnicowanie międzygatunkowe i międzyodmianowe badanych parametrów procesu rozdrabniania (czas rozdrabniania, energia jednostkowa i skład granulometryczny).

Słowa kluczowe: energia rozdrabniania, czas rozdrabniania, gatunek, odmiana

Wstęp

Rozdrabnianie materiału ziarnistego jest procesem powszechnie stosowanym zarówno w przemyśle spożywczym (młynarskim, cukrowniczym, mięsny, owocowo-warzywny), jak również w przemyśle paszowym. Jest to proces wysoce energochłonny rzutujący w znacznym stopniu na koszty produkcji [Laskowski i Łysiak 1997 i 2000; Laskowski i in. 1998 i 2001]. Roczne zużycie energii na rozdrabnianie ciał stałych w skali światowej wynosi już ponad 1/3 ogółem wyprodukowanej energii i ma tendencję rosnącą [Opiełak 1996]. W samym tylko przemyśle paszowym ponad 60% masy komponentów pasz wymaga rozdrobnienia przy nakładach energii od 7 do 12 kWh/tonę [Opiełak 1995]. Z krajowego bilansu zbożowego wynika również, że 80% tego surowca poddaje się procesom obróbki zmierzającym do jego rozdrobnienia. W przemyśle młynarskim rozdrabnianie pochłania 50-70% zapotrzebowania mocy na przeprowadzenie całego procesu technologicznego. Przedstawione liczby wskazują jednoznacznie, że tak, jak i w innych działach przetwórstwa rolno-spożywczego zużycie energii staje się jednym z głównych

czynników rzutujących na koszty produkcji, a tym samym na konkurencyjność produktu. Istnieje zatem potrzeba racjonalizacji zużycia energii, a to wymusza konieczność badań nad wpływem różnych czynników na energochłonność procesu rozdrabniania. Do czynników wpływających na energochłonność przemiału należą między innymi czynniki konstrukcyjno-eksploatacyjne maszyn oraz właściwości fizyko-chemiczne rozdrabnianego materiału.

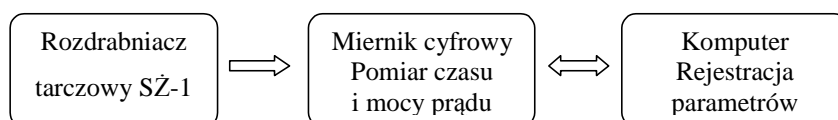
Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie poziomu nakładów energii bezpośredniej, czasu trwania procesu oraz składu granulometrycznego mlewa przy zastosowaniu rozdrabniacza tarczowego. Zakres badań obejmował 7 gatunków nasion, w tym: 3 odmiany pszenicy ozimej – *Sakwa, Mikula, Rysa*; 3 odmiany pszenicy jarej – *Helia, Opatka, Jasna*; 3 odmiany kukurydzy – *Limko, Prosna, Costella*; 2 odmiany jęczmienia jarego – *Start, Rambo* i po 1 odmianie jęczmienia ozimego – *Gil; żyta – Walet; pszenżyta – Lamberto; grochu - Piast* i łubinu - *Emir*. Rozdrabnianie prowadzono dla dwóch różnych wielkości szczeliny roboczej.

Metodyka badań

Rozdrabnianie zostało przeprowadzone przy użyciu młynka laboratoryjnego (SŻ-1), przy dwóch wymiarach szczeliny roboczej: nastawa 1 – 0,9 mm (maksymalna), 2 – 0,05 mm (minimalna). Ocena składu granulometrycznego mlewa została przeprowadzona przy użyciu odsiewacza laboratoryjnego (SZ-1) z zastosowaniem pięciu sit o wymiarach oczek: Nr 1 – 265 μm , Nr 2 – 150 μm , Nr 3 – 120 μm , Nr 4 – 104 μm , Nr 5 – 95 μm . Z zastosowanych sit wynika, że na sicie nr 1 wydzielano frakcję kaszek a na pozostałych sitach i dnie odsiewacza frakcje mąki [Jurga 1994].

Do oceny rozdrabniania przygotowano próbki po 150 g każda w pięciu powtórzeniach. Wilgotność materiału badawczego zawierała się w przedziale 8-12%. Czas rozdrabniania określano jako przedział od momentu wzrostu pobieranej mocy silnika powyżej mocy biegu jałowego do powrotu silnika do pracy na biegu jałowym. Pomiar energii rozdrabniania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym, którego schemat blokowy przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu pomiarowego

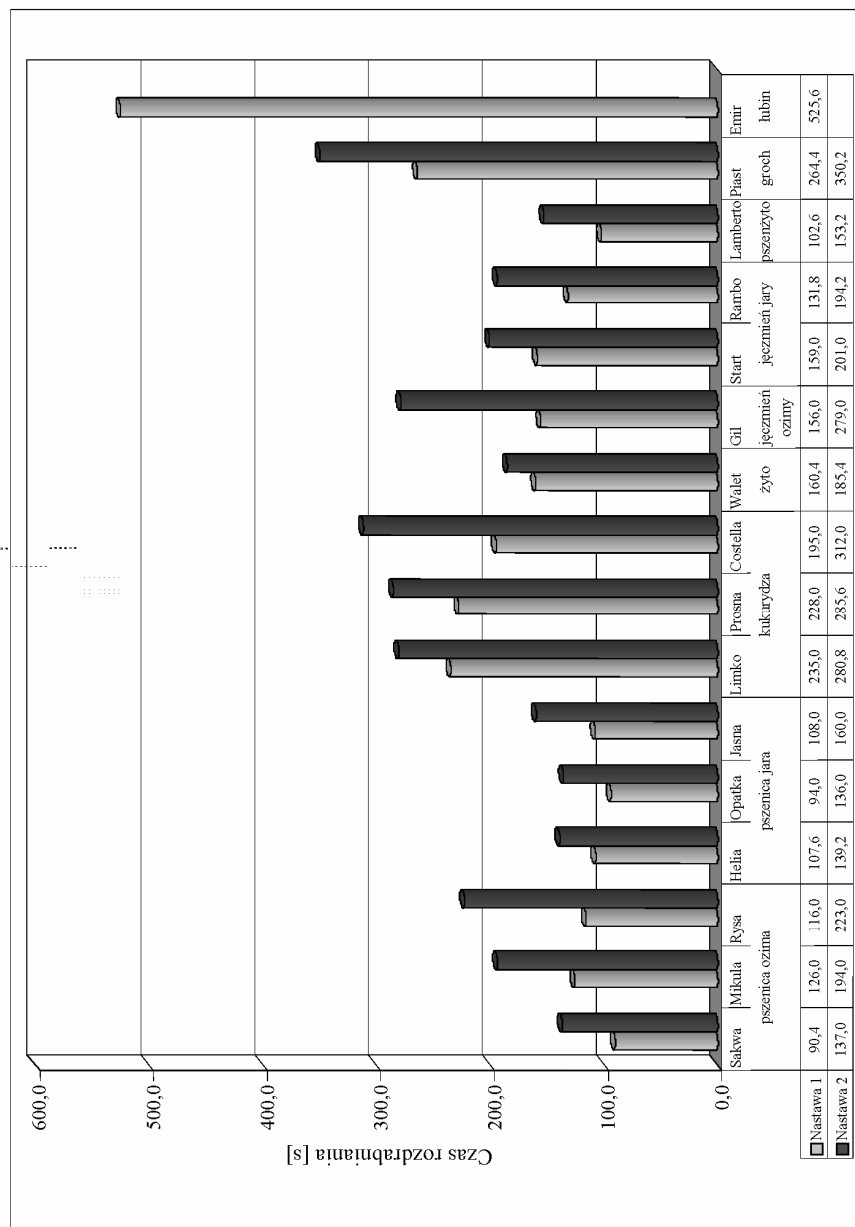
Fig. 1. Block schema for layout measurement

Nakłady energii bezpośredniej zużytej na rozdrabnianie materiału przedstawiono w postaci energii jednostkowej [kJ/kg].

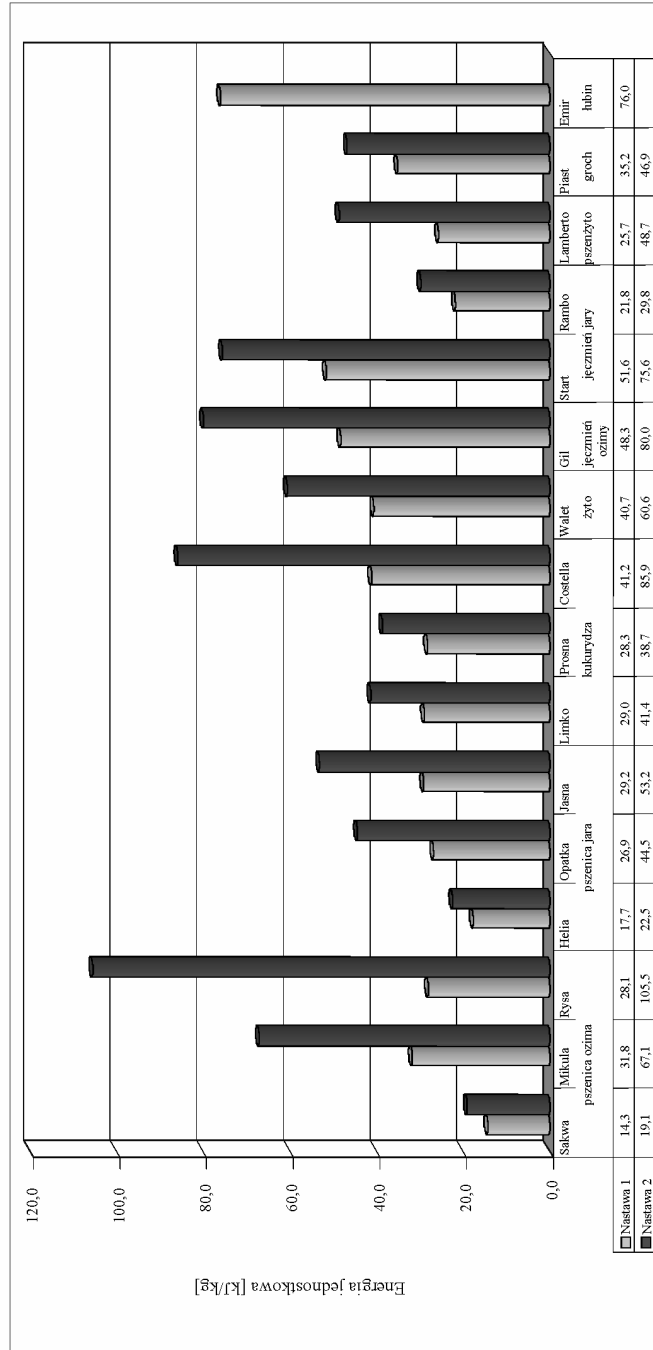
Wyniki badań

Wyniki pomiaru czasu rozdrabniania (150 gramowych próbek) przedstawiono na rys. 2. Dla szczeliny roboczej o większej szerokości (nastawa 1) najkrótszy czas przemiału uzyskano przy badaniu pszenicy ozimej odmiany *Sakwa* – 90,4 s. Najdłużej przy tej nastawie trwało rozdrabnianie łubinu '*Emir*' - 525,6 s. Tak długi czas przemiału może wynikać zarówno z właściwości nasion łubinu (głównie kształt, tekstura powierzchni i twardość okrywy owocowo-nasiennej) jak i cech konstrukcyjnych rozdrabniacza. Podczas rozdrabniania z wykorzystaniem nastawy 2 najkrótszy czas uzyskano dla ziaren pszenicy jarej '*Opatka*' – 136 s. Najdłużej trwał przemiał grochu '*Piast*' – 350,2 s, dla którego wzrost czasu był powodowany przez cechy analogiczne jak dla nasion łubinu. Widać istotną różnicę w długości okresu rozdrabniania, a tym samym w wydajności dla poszczególnych wielkości szczelin roboczych. Czas rozdrabniania wydłuża się przy zmniejszaniu szczeliny roboczej, a wydajność procesu maleje. Wydłużenie czasu trwania procesu mierzone w procentach zawiera się w przedziale od 15% w przypadku żyta odmiany *Walet* do 92% dla pszenicy ozimej odmiany *Rysa*. Średnie wydłużenie czasu przemiału przy nastawie 2 wynosiło 45% w stosunku do nastawy 1. Analizując wyniki czasu rozdrabniania zauważyć można znaczne różnice pomiędzy odmianami w obrębie badanych gatunków roślin.

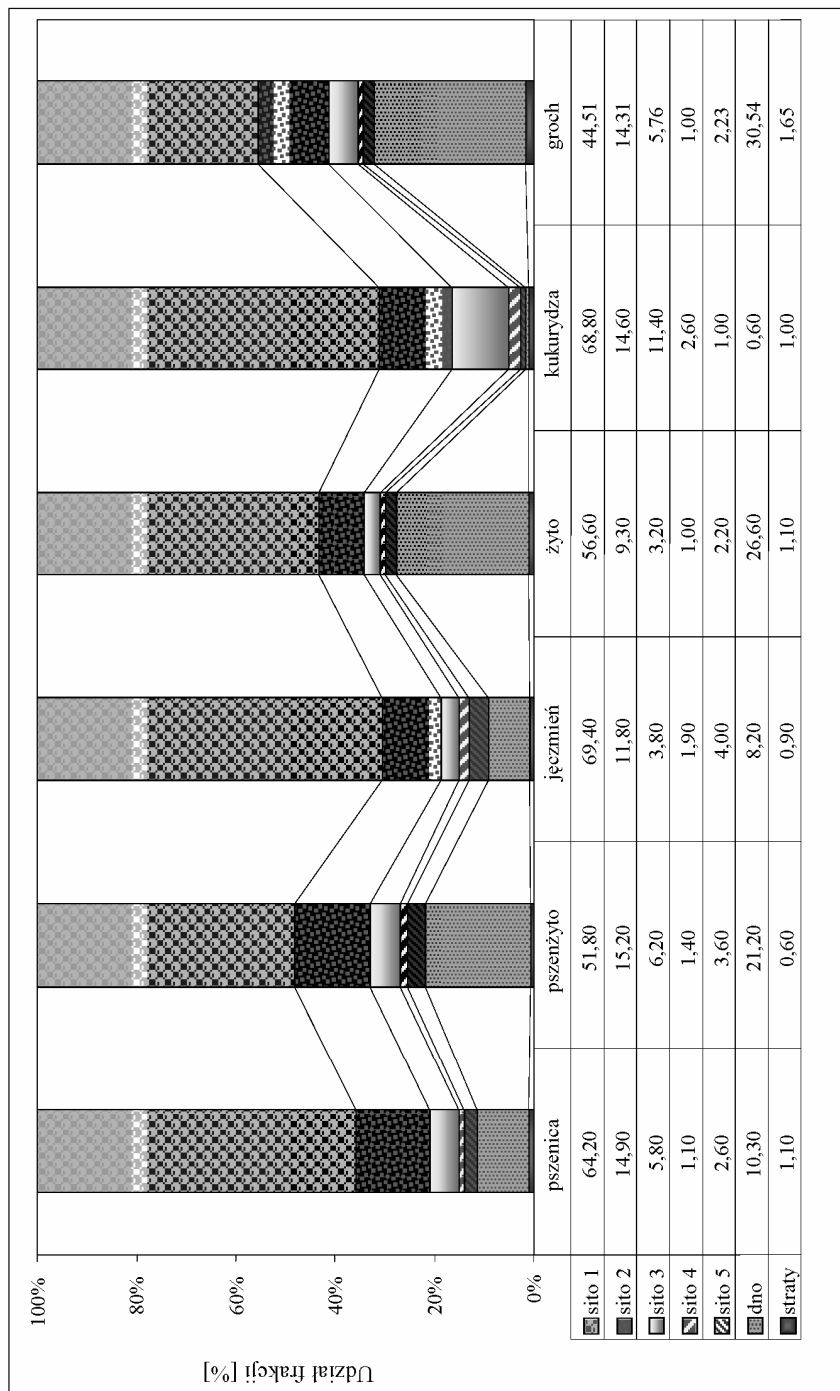
Z analizy wyników badań stwierdzić można istotne zróżnicowanie energochłonności procesu (rys. 3). Przy nastawie 1 najmniejszą energochłonnością cechowało się rozdrabnianie pszenicy ozimej odmiany *Sakwa* – 14,3 kJ/kg. Największą energię jednostkową włożono przy tej nastawie w rozdrabnianie łubinu '*Emir*' – 76,0 kJ/kg. Podczas pracy młynka z mniejszą szczeliną roboczą (nastawa 2) minimalną energochłonność zarejestrowano przy przemiale pszenicy ozimej '*Sakwa*' – 19,1 kJ/kg. Maksymalną energochłonnością cechowało się rozdrabnianie pszenicy ozimej '*Rysa*' – 105,5 kJ/kg. Wraz ze zmniejszeniem wymiarów szczeliny roboczej zwiększają się nakłady energetyczne na rozdrabnianie. Zwiększenie nakładów energetycznych mierzone w procentach zawiera się w przedziale od 27% dla pszenicy jarej odmiany *Helia* i żyta odmiany *Walet* do 276% dla pszenicy ozimej odmiany *Rysa*. Średni wzrost energochłonności wyniósł 74%. Podobnie jak w przypadku czasów rozdrabniania zauważyć można znaczne zróżnicowanie energochłonności pomiędzy odmianami w obrębie badanych gatunków roślin. Znaczne różnice w energochłonności ujawniają się w przypadku nastawy nr 2. Największe wartości różnic odnoszą się szczególnie do pszenicy ozimej, kukurydzy i jęczmienia jarego.



Rys. 2. Czas rozdrabniania próbek nasion dla dwóch wielkości szczeliny roboczej rozdrabniacza tarczowego
 Fig. 2. Crushing time to seed cutting for two sizes of the working slot disk crusher

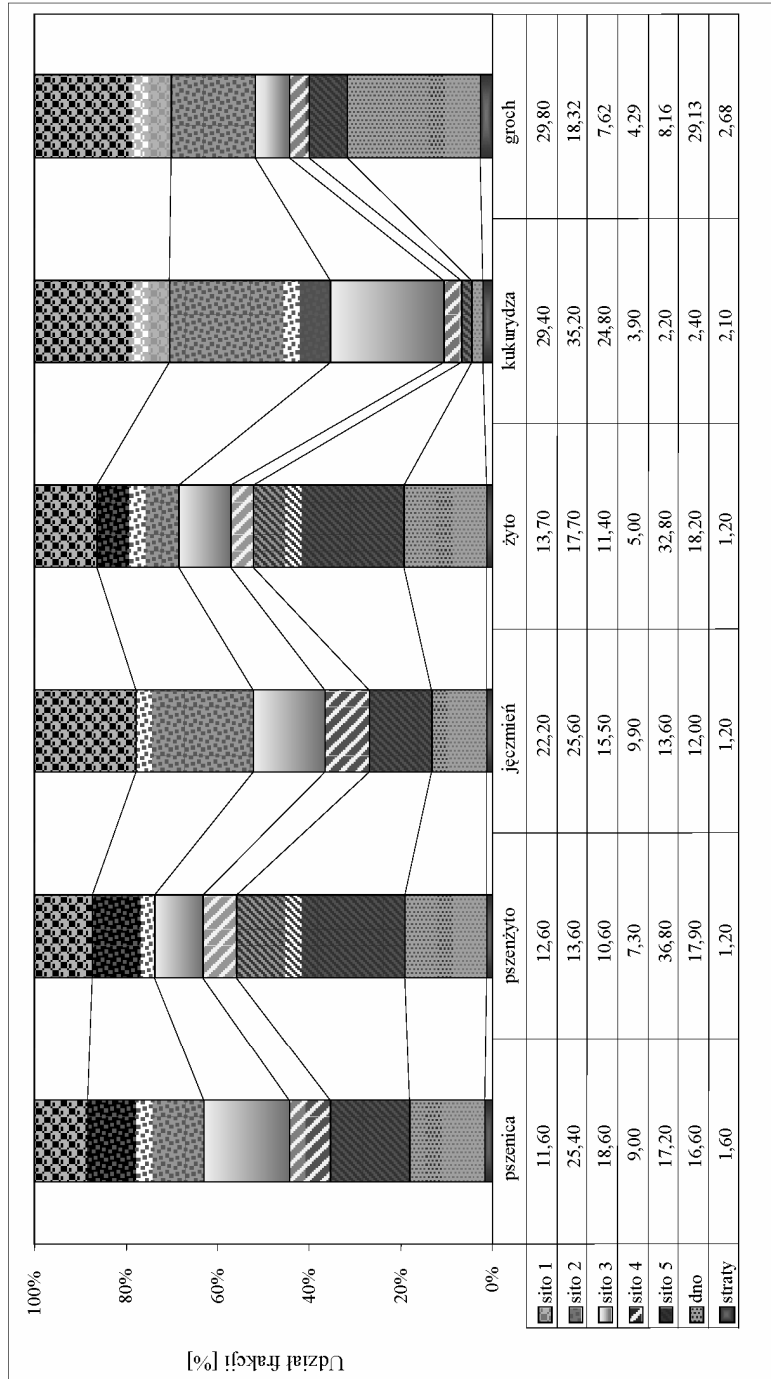


Rys. 3. Jednostkowa energia rozdrabniania nasion dla dwóch wielkości szczeliny roboczej rozdrabniacza tarczowego
 Fig. 3. Unitary energy crushing to seed cutting for two sizes of the working slot disk crusher



Rys. 4. Analiza sitowa – udział procentowy poszczególnych frakcji, nastawa 1

Fig. 4. Sieve analysis – percentage share of respective fraction, set 1



Rys. 5. Analiza sitowa – udział procentowy poszczególnych frakcji, nastawa 2
 Fig. 5. Sieve analysis – percentage share of respective fraction, set 2

Ocenę składu granulometrycznego mlewa przedstawiono dla badanych gatunków roślin jako wartość średnią dla odmian. Analiza sitowa uzyskanego mlewa przy nastawie 1 (rys. 4) wskazuje, że największy udział procentowy stanowi odsiew sita nr 1 (od 44,51% dla grochu do 68,8% dla kukurydzy). Na sicie nr 2 udział zatrzymanego mlewa wynosił od 9,3% dla żyta do 15,2% dla pszenżyta. Udziały procentowe odsiewów na poszczególnych sitach zawierały się w węższych przedziałach niż przesiew przez sito nr 5 (frakcja na dnie odsiewacza). Zakres udziału najmniejszej frakcji zawierał się od 0,6% dla kukurydzy do 30,54% dla grochu. Z analizy mlewa uzyskanego przy nastawie 2 (rys. 5) zauważa się brak wyraźnej dominacji którejs z badanych frakcji w obrębie wszystkich gatunków roślin. Dla pszenicy największy udział procentowy stwierdzono dla frakcji zatrzymanej na sicie nr 2 (25,4%), natomiast najmniejszy udział na sicie 4 (9%). Dla pszenżyta i żyta największą wartość udziału zanotowano na sicie nr 5 (36,8 oraz 32,8%) a najmniejszą na sicie nr 4 (7,3 oraz 5%). W przypadku jęczmienia i kukurydzy największe udziały odnosiły się do sita nr 2 i wynosiły w kolejności 25,6 i 35,2%. Natomiast najmniejsze udziały stwierdzono dla jęczmienia na sicie nr 4 (9,9%) a dla kukurydzy na sicie nr 5 (2,2%). Dla grochu największe wartości odnosiły się do frakcji najmniejszej i największej i wynosiły 29,13 i 29,80% a najmniejsza wartość przypadała na sito nr 4 (4,29%).

Wnioski

1. Stwierdzono istotne zróżnicowanie zarówno międzygatunkowe, jak i międzyodmianowe czasu rozdrabniania. Najkrótszy czas przemiału (90,4 s) stwierdzono dla pszenicy ozimej 'Sakwa' przy nastawie 1 a najdłuższy czas (525,6 s) dla łubinu.
2. Na energochłonność przemiału istotnie oddziaływały cechy gatunkowe i odmianowe badanych nasion. Najmniejszą energochłonnością (14,3 kJ/kg) cechowało się rozdrabnianie pszenicy ozimej 'Sakwa' przy nastawie 1 a największą (105,5 kJ/kg) dla pszenicy ozimej 'Rysa' przy nastawie 2.
3. Stwierdzono istotne zróżnicowanie składu granulometrycznego mlewa pomiędzy gatunkami roślin i stosowanymi nastawami szczeliny roboczej młynka. Największą wartość frakcji kaszek (68,8%) uzyskano dla kukurydzy przy nastawie 1, natomiast najmniejszą (11,6%) dla pszenicy przy nastawie 2.

Bibliografia

Jurga R. 1994. Przetwórstwo zbożowe. WSiP, Warszawa

Laskowski J., Łojewska H., Łysiak G. 2001. Zastosowanie równania Walkera do oceny energochłonności rozdrabniania ziarna zbóż w rozdrabniaczu bijakowym. Inżynieria Rolnicza, 2 (22), 179-185

Laskowski J., Łysiak G. 1997. Relationships between resistance characteristics of barley kernels and energy consumption during grinding on hammer mill. *Int. Agrophysics*, 11 (4), 265-271

Laskowski J., Łysiak G. 2000. Ocena podatności surowców do rozdrabniania na podstawie pomiaru parametrów fizycznych. II Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego, Lublin, 205

Laskowski J., Łysiak G., Melcion J.P. 1998. Cereal grains resistance analysis in the aspect of energy utilization in the process of disintegration. *Int. Agrophysics*, 12 (3), 205-208

Opielak M. 1995. Rozdrabnianie materiałów w przemyśle rolno-spożywczym. Wydano nakładem własnym Autora, Lublin

Opielak M. 1996. Rozdrabnianie materiałów w przemyśle rolno-spożywczym część II. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Lubelskiej

ENERGY CONSUMPTION OF THE SEED CRUSHING OF VARIOUS PLANT SPECIES WITH A DISK CRUSHER

Summary

The work contains results of research on direct energy consumption in the seed crushing process with a disk crusher. Crushing was done with two sizes of the working slot (0.05 mm, 0.90 mm) with seven species of crops, including 6 wheat varieties, 3 corn varieties, 3 barley varieties and one variety of each in the following: rye, triticale, beans and lupine. The degree of crushing was determined with a screen sifter. The result analysis revealed significant inter-species and inter-variety differentiation of the crushing process tested parameters (crushing time, unitary energy and crushing degree).

Key words: crushing energy, crushing time, species, variety