

## WPLYW PRĘDKOŚCI BIJAKÓW NA ENERGOCHŁONNOŚĆ ROZDRABNIANIA NASION BOBIKU

*Grzegorz Łysiak, Janusz Laskowski*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: KEMPS@faunus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Ocenie poddano wpływ prędkości bijaków na parametry procesu rozdrabniania bobiku w tym skład granulometryczny (średni wymiar cząstki) uzyskiwanych produktów i energochłonność procesu. Badania przeprowadzono na laboratoryjnym rozdrabniaczu w zakresie prędkości bijaków 12-18 m·s<sup>-1</sup>, przy wilgotności nasion bobiku od 8 do 18%. Wyniki badań pozwoliły na wyznaczenie zależności pomiędzy energią rozdrabniania i prędkością bijaków dla badanych wilgotności materiału. Jednostkowe nakłady energii rozdrabniania rosły wraz ze zwiększaniem prędkości bijaków, przy czym większy wzrost obserwowano dla nasion o wyższej wilgotności. Wzrost prędkości bijaków wpływał na zmniejszenie wymiarów uzyskiwanych cząstek.

**Słowa kluczowe:** bobik, rozdrabnianie, rozdrabniacz bijakowy, prędkość bijaków

### WSTĘP

Rozdrabnianie jest procesem bardzo szeroko stosowanym w przemyśle rolno-spożywczym. O konieczności stosowania tego procesu decydują zarówno czynniki żywieniowe jak i technologiczne. Uzyskanie produktu o pożądanych cechach przy jednoczesnym zmniejszeniu nakładów energii na rozdrabnianie jest celem prowadzonych wielu prac badawczych.

Rozdrabniacz bijakowy ze względu na prostą konstrukcję, koszt zakupu i eksploatacji znajduje szerokie zastosowanie w przemyśle rolno-spożywczym do rozdrabniania surowców o bardzo różnych właściwościach. Podstawową jednak wadą tego urządzenia są nakłady energii na rozdrabnianie, istotnie wyższe w porównaniu z innymi typami rozdrabniaczy. Jednym z czynników wpływających

na energochłonność rozdrabniacza bijakowego jest prędkość elementów roboczych (bijków). Badania w tym zakresie realizowali m.in. [1-3,5,6-8]. Ich wyniki wskazują na potrzebę kontynuowania prac, szczególnie w zakresie mniejszych prędkości bijków.

Celem badań było określenie wpływu prędkości bijków oraz wilgotności materiału na skład granulometryczny uzyskiwanych produktów oraz energochłonność rozdrabniania.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania zrealizowano na laboratoryjnym rozdrabniaczu bijakowym wyposażonym w komputerowy układ pomiaru nakładów energii rozdrabniania, zgodnie z metodyką opracowaną w Katedrze Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego [4,5].

Materiał badawczy stanowił bobik odmiany „Nadwiślański”. Nasiona o wilgotności 8; 10; 12; 14; 16 i 18% (+/-0,2%) rozdrabniano przy zastosowaniu sita o wymiarze oczek 1,0 mm. Rozdrabnianie prowadzono dla pięciu poziomów prędkości obwodowej bijków tj. 11,9; 13,4; 14,9; 16,4; i 17,9 m·s<sup>-1</sup>. Badania wykonano w 10-ciu powtórzeniach dla każdej prędkości i wilgotności nasion.

Podczas eksperymentów określono skład granulometryczny produktów końcowych oraz nakłady energii jednostkowej rozdrabniania. Materiał przesiewano przy zastosowaniu odsiewacza laboratoryjnego Tyhr-2 przy użyciu sit w zakresie wymiarów 0,04-1,0 mm.

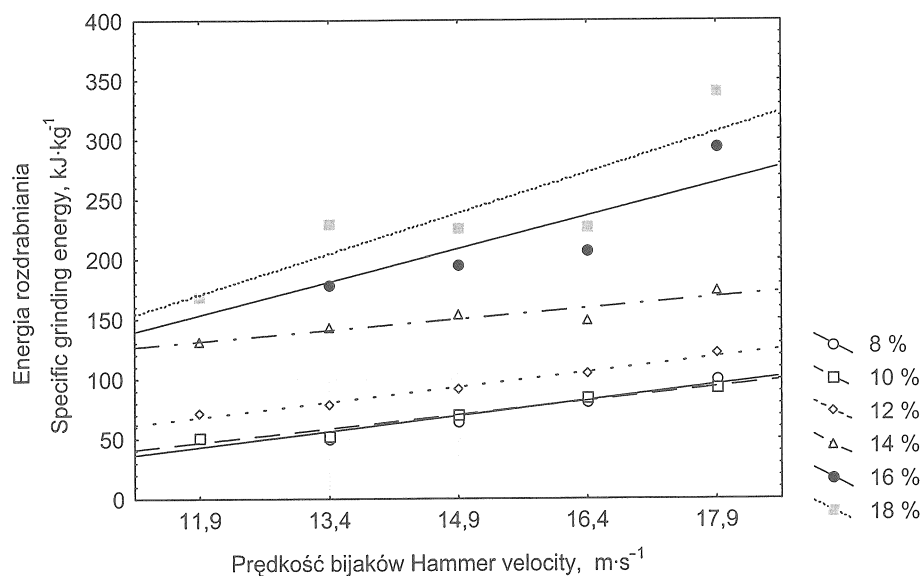
Dla lepszego porównania wyników, obliczono wskaźnik podatności na rozdrabnianie jako iloraz energii rozdrabniania  $E_j$  i jednostkowej powierzchni cząstek rozdrobnionych  $S_j$ . Przyjęto, że rozdrobnione cząstki posiadają sferyczny kształt, oraz gęstość 1,4 g·cm<sup>-3</sup>. Znając masę cząstek określonej klasy wymiarowej o charakterystycznej średnicy zastępczej (średnia arytmetyczna granicznych wymiarów oczek sit) możliwe jest obliczenie liczby cząstek i ich powierzchni w oparciu o proste matematyczne zależności i uzyskane sklady granulometryczne.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu STATISTICA.

#### WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały, że ze wzrostem prędkości bijków zwiększa się energochłonność rozdrabniania ( $E_j$ ). Charakter tej zmiany dla wszystkich przyjętych wilgotności był prostoliniowy, przy czym dla wyższych jej poziomów

16 i 18% był wyraźnie silniejszy (rys. 1). Powyższe potwierdziła weryfikacja hipotezy o istnieniu różnic (dla poziomów prędkości bijaków) za pomocą testu Tukey'a (przy poziomie  $\alpha = 0,05$ ).

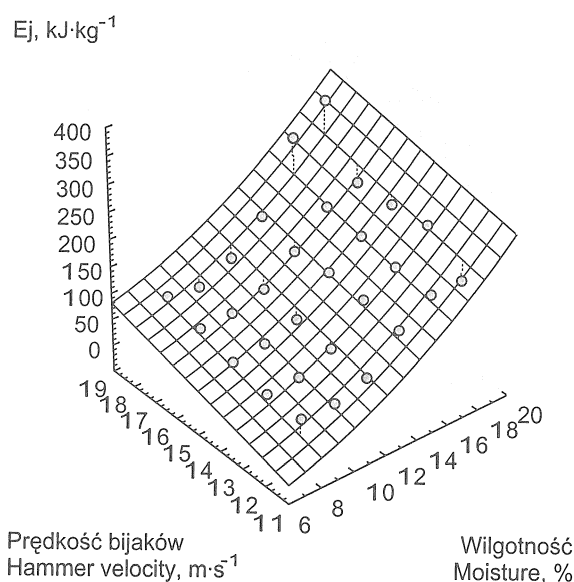


Rys. 1. Wpływ prędkości bijaków na energochłonność rozdrabniania nasion bobiku  
Fig. 1. Effect of hammer velocity on the faba bean specific grinding energy

Wzajemne oddziaływanie obu analizowanych parametrów przedstawiono na rysunku 2. Wpływ wilgotności w badanym zakresie można opisać równaniem potęgowym. Większe różnice w wartościach nakładów energii obserwowano dla nasion bardziej wilgotnych. Dla nich oraz najwyższej badanej prędkości nakłady energii były wyraźnie większe. Ze względu na fakt, że ten bardziej wyraźny wzrost energii wystąpił tylko dla najwyższej prędkości bijaków nie testowano zależności innej niż liniowa dla wpływu prędkości. Dla mniejszych prędkości oraz wilgotności nasion charakter zależności był wyraźnie liniowy. Wzrost nakładów energii dla materiału silnie uwilgoconego i wyższej prędkości bijaków tłumaczony może być większymi startami energii na odkształcenia plastyczne lub przejście cząstek przez sito komory rozdrabniającej.

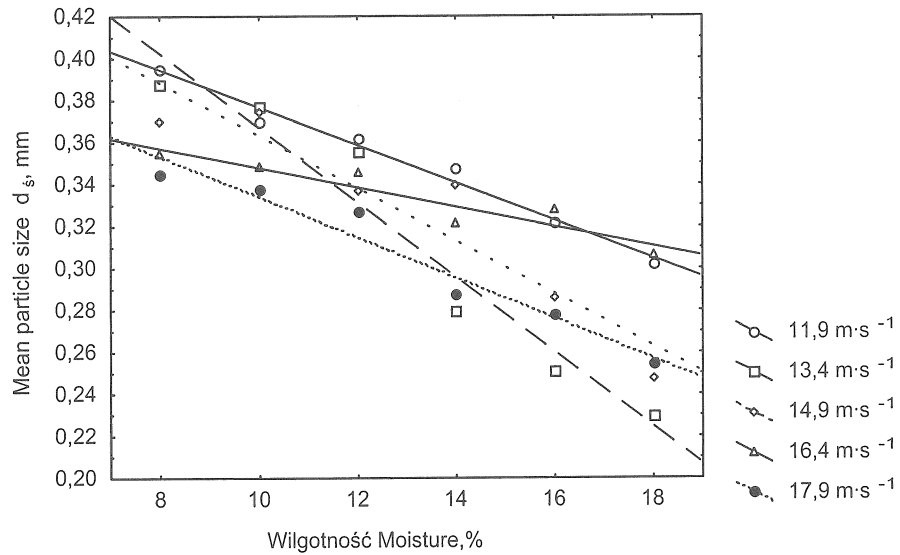
Stwierdzono, że wraz ze wzrostem prędkości bijaków oraz wilgotności nasion zmniejszał się udział frakcji o relatywnie dużych wymiarach oraz zwiększał

udział frakcji najdrobniejszej (poniżej 0,08 mm). Wzrost prędkości bijaków dla nasion o wilgotnościach 8-12% powodował liniowy spadek średniego wymiaru cząstki. Dla nasion bardziej wilgotnych nie stwierdzono natomiast statystycznej zależności pomiędzy tymi czynnikami. Jednoczynnikowa analiza wariancji dla wpływu wilgotności pozwoliła na opisanie zależności przy pomocy funkcji prostoliniowej o postaci  $d_s = -0,01w + 0,464$  przy współczynniku korelacji  $r = 0,836$ . Wpływ prędkości i wilgotności nasion na średni wymiar cząstki zobrazowano na rysunku 3.

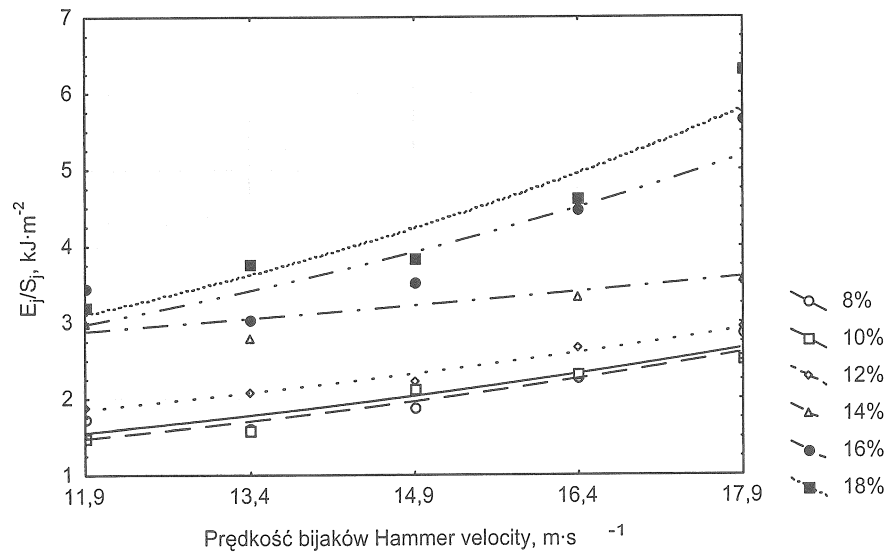


**Rys. 2.** Wpływ wilgotności nasion bobiku i prędkości bijaków na energochłonność rozdrabniania  
**Fig. 2.** Effect of seed moisture and hammer velocity on the faba bean specific grinding energy

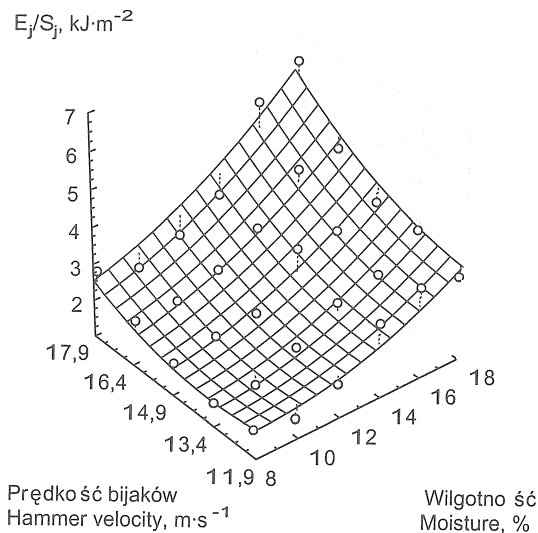
Wraz ze wzrostem wilgotności zwiększały się wartości wskaźnika podatności na rozdrabnianie ( $E_j/S_j$ ). Największe wartości tego wskaźnika były charakterystyczne dla wyższych prędkości bijaków (rys. 4), a najszybszy jego wzrost w zakresie badanych wilgotności wystąpił przy prędkości bijaków  $17,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Podobnie zatem jak dla energochłonności procesu najwyższe wartości wskaźnika uzyskano dla wysokich prędkości i wilgotności nasion (rys. 5).



Rys. 3. Wpływ wilgotności nasion bobiku na średni wymiar cząstki rozdrobnionego bobiku  
 Fig. 3. Effect of seed moisture on the mean particle size of ground faba bean



Rys. 4. Wpływ prędkości bijaków na wskaźnik podatności na rozdrabnianie bobiku  
 Fig. 4. Effect of hammer velocity on grinding ability index for faba bean



**Rys. 5.** Wpływ wilgotności nasion bobiku i prędkości bijaków na wskaźnik podatności na rozdrabnianie  
**Fig. 5.** Effect of hammer velocity and moisture content on the faba bean grinding ability index

#### WNIOSKI

Przeprowadzone badania i analiza uzyskanych wyników pozwalają na przedstawienie następujących wniosków:

1. Zmiana prędkości bijaków rozdrabniacza wpływa na wielkość uzyskiwanych cząstek rozdrobnionego materiału. Przy wyższych prędkościach bijaków i niskich poziomach wilgotności uzyskiwany produkt charakteryzuje się mniejszym wymiarem cząstek. Dla wilgotnych nasion w zakresie 14-18% wpływ prędkości na wymiar cząstki nie był jednoznaczny.

2. Jednostkowe nakłady energii rozdrabniania rosły wraz ze zwiększaniem prędkości bijaków.

3. Rozdrabnianie nasion o wilgotności 14% i wyższej powodowało znaczący wzrost nakładów energii rozdrabniania. Większe prędkości bijaków podczas rozdrabniania nasion o wilgotności 16 i 18% były również przyczyną szybszego wzrostu nakładów energetycznych.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Ajayi O.A., Clarke B.:** High Velocity Impact of Maize Kernels. *J. Agric. Engng Res.*, 67, 97-104, 1997.
2. **Grochowicz J., Laskowski J.:** Analiza czynników wpływających na parametry pracy rozdrabniaczy bijakowych. *Biul. Inf. Przem. Pasz.*, 1, 4-6, 1978.

3. **Islam M. N., Matzen R.:** Size Distribution Analysis of Ground Wheat by Hammer Mill. *Powder Technology*, 54, 235-241, 1988.
4. **Laskowski J., Łysiak G.:** Stanowisko do badań procesu rozdrabniania surowców biologicznych. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1/2, 55-58, 1997.
5. **Laskowski J., Łysiak G., Łojewska H.:** Wpływ prędkości bijaków na zużycie energii rozdrabniania wybranych surowców zbożowych. *Inżynieria Rolnicza*, 13, 244-248, 2001.
6. **Pfost H.B.:** Grinding and Rolling. *Feed Manufacturing Technology*, 68-77, 1970.
7. **Vervoorn. P.M.M., Hoeksma J.G., Scarlett B.:** Particle Impact Testing. 7th European Symposium on Comminution, 195-210, 1990.
8. **Wolf Th., Pahl M. H.:** Cold-Grinding of Spices in Impact Mills. 7th European Symposium on Comminution, 923-939, 1990.

### INFLUENCE OF HAMMER VELOCITY ON THE FABA BEAN GRINDING ENERGY

*Grzegorz Łysiak, Janusz Laskowski*

Department of Machine Operation in Food Industry, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: KEMPS@faunus.ar.lublin.pl

**Abstract.** The present study evaluates the effect of hammer tips velocity on the grinding parameters i.e. specific grinding energy and particle size distribution (mean particle size) of faba bean. The research was carried out on a laboratory hammer-mill at the hammer tips velocity in the range of 12-18 m s<sup>-1</sup> and seed moisture of between 8 and 18% (wet basis). Significant relations were established between the grinding energy and hammer velocity for various seed moisture content levels. Specific grinding energy increases with an increase of hammer velocity. The highest increase was observed for the high moisture level. A change in the hammer velocity caused differences in the particle size distribution. An increase in the value of the above factor resulted in a decrease of the ground product particle size.

**Keywords:** Faba bean, grinding, hammer-mill, hammer velocity

