

## Wpływ wilgotności i prażenia ziarna gryki na proces rozdrabniania

Justyna Tomiło<sup>1</sup>, Dariusz Dziki<sup>1</sup>, Renata Różyło<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra Techniki Ciepłej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

<sup>2</sup>Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

e-mail: justynatomiło87@gmail.com, dariusz.dziki@up.lublin.pl, renata.rozylo@up.lublin.pl

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena wpływu wilgotności oraz prażenia ziarna gryki na proces rozdrabniania. Do badań wykorzystano grykę odmiany Kora. Ziarno prażono przez 1 h, w temperaturze 130°C i przy ciśnieniu 5,0 bar. Próbę kontrolną stanowiły nasiona nieprażone. Ziarno prażone i nieprażone doprowadzono do pięciu poziomów wilgotności: 10, 12, 14, 16 i 18%. Badania przeprowadzono wykorzystując laboratoryjny rozdrabniacz walcowy typu SK. Określono skład granulometryczny śruty i obliczono średni wymiar cząstki. Wyznaczono również energochłonność jednostkową rozdrabniania oraz wskaźnik efektywności rozdrabniania.

Stwierdzono, że wzrost wilgotności ziarna gryki istotnie wpłynął na skład granulometryczny śruty, powodując zwiększenie średniego wymiaru cząstki. Natomiast prażenie miało stosunkowo niewielki wpływ na ten parametr. Energochłonność jednostkowa rozdrabniania ziarna gryki kształtowała się stosunkowo w wąskim zakresie – od 4,36 kJ·kg<sup>-1</sup> do 4,83 kJ·kg<sup>-1</sup>. Wzrost wilgotności ziarna gryki powodował nieznaczne, aczkolwiek istotne zwiększenie wartości tego parametru, natomiast prażenie powodowało nieznaczny spadek energochłonności jednostkowej rozdrabniania.

**Słowa kluczowe:** gryka, wilgotność, prażenie, rozdrabnianie, energochłonność.

### WSTĘP

Zboża klasyfikowane są do rodziny z rodzaju traw (*Gramineae*), natomiast grykę zalicza się do rodziny rdestowatych (*Poligonaceae*). Jednak z punktu towaroznawczego roślinę tę zalicza się do zbóż (ze względu na podobny skład chemiczny i wykorzystanie), choć klasyfikuje się ją do grupy zbóż rzekomych. Do tej grupy zalicza się grykę zwyczajną oraz grykę tatarską [14]. Gryka (*Fagopyrum esculentum*, Moench) należy do roślin jednorocznych. Po okresie ograniczonej uprawy gryki, w ostatnich latach ponownie zostały docenione jej prozdrowotne właściwości.

Ziarniaki gryki zawierają ważne biopolimery – białka i skrobię [7]. Liczne badania żywieniowe wykazują wysoką jakość biologiczną białek gryki, wynoszącą aż 92,3% wartości białek odtłuszczonego mleka w proszku i 81,4% białka jaja kurzego. Cechą charakterystyczną białka gryki jest dobrze zbilansowany skład aminokwasowy o korzystnych wzajemnych proporcjach aminokwasów [15, 18, 20]. Dodatkowo białko gryki jest bogate w lizynę – egzogenny aminokwas [5]. Ciągłe rośnie zainteresowanie gryką w aspekcie żywieniowym ze względu na bardzo niską zawartość prolamin w białkach tej rośliny. Ponadto mąka gryczana może stanowić cenny składnik diety przeznaczonej dla osób cierpiących na celiakię (nietolerancja glutenu), z pewnymi ograniczeniami w początkowej fazie [4, 16]. Białka gryki wykazują silny efekt obniżający poziom cholesterolu i posiadają wysoką wartość biologiczną (BV). Natomiast wadą ich jest relatywnie niska strawność [5].

Gryka zawiera również rutynę, która jako antyoksydant wykazuje silne właściwości przeciwutleniające, pomagając w trawieniu żołądkowym, poprawia krążenie krwi, chroni przed chorobami serca, a także utrzymuje niski poziom cukru we krwi [21].

Również udział sacharydów w ziarnie gryki jest wysoki, gdyż stanowią one ok. 65% s.m. i decydują o kaloryczności nasion [19], jednak generalnie ze względu na duży udział frakcji odpornej na amyloлизę w skrobi ogółem [2] skrobię gryki zalicza się do niskoenergetycznej [1]. Gryka stanowi doskonałe pożywienie dla osób z problemami metabolicznymi i diabetyków. W przemyśle farmaceutycznym i zoolecznictwie zastosowanie znajdują przede wszystkim nadziemne części gryki szczególnie bogate w rutynę oraz miód gryczany [3].

W dotychczasowych opracowaniach niewiele uwagi poświęca się procesowi rozdrabniania ziarna gryki, dlatego też w tej pracy zajęto się tą tematyką.

## METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło oczyszczone, przy wykorzystaniu wialni laboratoryjnej ziarno gryki odmiany Kora. Do badań użyto ziarniaki świeże o wilgotności 12% jak i poddane procesowi prażenia. Proces prażenia prowadzono w suszarce laboratoryjnej. Ziarniaki gryki prażono przez 1 h, w temperaturze 130°C i przy ciśnieniu 5,0 bar. Próbkki były prażone do zawartości wilgoci wynoszącej ok. 12%. Następnie ziarno kontrolne jak i prażone doprowadzono, przez dowlżenia bądź dosuszenie do pięciu poziomów wilgotności: 10, 12, 14, 16 i 18%. W kolejnym etapie badań przeprowadzono proces rozdrabniania wykorzystując laboratoryjny rozdrabniacz walcowy typu SK. Zastosowano cztery pasaże rozdrabniające. Walce na wszystkich pasażach ułożone były sposobem grzbiet na grzbiet. Rozdrabniacz połączono z komputerowym układem rejestracji mocy prądu. Uzyskane dane były zapisywane w plikach dyskowych, na podstawie których, dzięki specjalistycznemu oprogramowaniu wyliczano energię jednostkową rozdrabniania każdej z prób. Otrzymaną śrutę poddano analizie składu granulometrycznego przy wykorzystaniu odsiewacza Thyr 2 wraz z odpowiednim zestawem sit o wielkości oczek: 1.6, 1.0, 0.8, 0.63, 0.5, 0.4, 0.315 i 0.2 mm. Szczegółowy opis stanowiska badawczego i metody pomiaru energochłonności zostały przedstawione w opracowaniu Dzikiego i Laskowskiego [1997]. Otrzymane frakcje były ważone oraz wyznaczono ich procentowy udział. Następnie obliczono średni wymiar cząstek, wyznaczono energochłonność jednostkową rozdrabniania (iloraz energii rozdrabniania do masy rozdrobnionego ziarna) oraz wskaźnik efektywności rozdrabniania (iloraz powierzchni cząstek po rozdrobnieniu do energii rozdrabniania). Sposób wyznaczenia powyższych wskaźników przedstawiony został przez Dzikiego [2008].

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej. Skład granulometryczny rozdrobnionego ziarna określono w trzech powtórzeniach. Natomiast energochłonność jednostkową rozdrabniania w dziesięciu powtórzeniach. Wyznaczono wartości średnie i odchylenia standardowe, jak również przeprowadzono analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi określono, wykorzystując test Tukeya. Opisane zależności opisano równaniami regresji. Przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń wykorzystano program Statistica 6.0 firmy StatSoft.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Analizując skład granulometryczny rozdrobnionych ziaren gryki, można zaobserwować, iż wzrost wilgotności surowca miała największy wpływ na udział frakcji najdrobniejszej (<0.2 mm). Zarówno w przypadku ziarników świeżych jak i prażonych dla śrutki otrzymanej z ziarna o wyższej zawartości wody uzyskiwano przeważnie wyższy udział tej frakcji, odpowiednio od 0,1% do 10,44% w przypadku ziarna kontrolnego i od 0,1% do 11,33% przypadku surowca poddanego przed rozdrabnianiem prażeniu. Ponadto zaobserwowano, że proces dowlżania ziarna gryki

powodował wzrost udziału frakcji cząstek o wielkości powyżej 0,8 mm.

**Tabela 1.** Skład granulometryczny śrutki gryczanej otrzymanej z kontrolnego i prażonego ziarna

**Table 1.** Particle size distribution of ground buckwheat received from control and roasted grain

świeże ziarniaki gryki – skład granulometryczny [%]					
	10%	12%	14%	16%	18%
>1,6	0,00	0,00	0,07	0,34	0,74
1,0-1,6	0,89	1,00	2,04	3,23	3,94
0,8-1,0	0,95	1,34	1,69	1,65	1,47
0,63-0,8	1,93	2,03	1,97	1,73	1,83
0,5-0,63	4,05	4,10	3,89	2,87	2,26
0,4-0,5	5,49	5,20	4,49	4,07	3,58
0,315-0,4	4,39	3,97	3,71	3,43	3,34
0,2-0,315	2,86	2,92	2,88	2,79	2,65
<0,2	6,56	7,17	10,44	8,28	8,90
prażone ziarniaki – skład granulometryczny [%]					
	10%	12%	14%	16%	18%
>1,6	0,00	0,00	0,01	0,02	0,10
1,0-1,6	0,28	1,13	1,64	2,41	3,59
0,8-1,0	0,20	0,30	0,41	1,66	2,04
0,63-0,8	0,73	3,06	3,54	2,69	2,05
0,5-0,63	1,45	3,54	4,03	3,31	2,54
0,4-0,5	2,00	5,64	5,03	4,34	3,63
0,315-0,4	1,63	4,25	4,06	3,70	6,95
0,2-0,315	0,99	2,93	2,83	2,64	2,88
<0,2	3,07	6,75	7,12	7,68	11,33

Udział frakcji cząstek o wielkości <0.2 mm i frakcji >0.8 mm w zależności od wilgotności ziarna przed rozdrabnianiem, przedstawiają równania:

– próba nieprażona:

$$y_{0,2} = -966,07x^2 + 299,45x - 13,945; R^2 = 0,59, \quad (1)$$

$$y_{0,8} = 146,63x^2 + 17,5x - 1,4271; R^2 = 0,98, \quad (2)$$

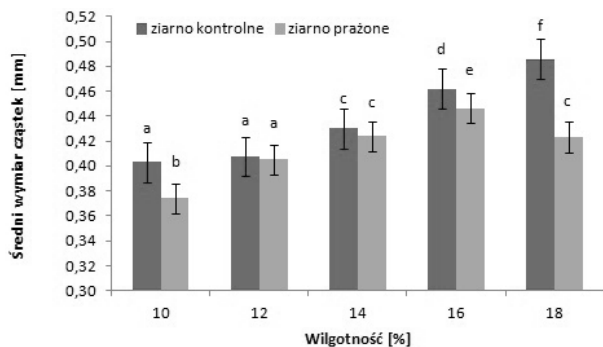
– próba prażona:

$$y_{0,2} = 87,25x - 5,025; R^2 = 0,88, \quad (3)$$

$$y_{0,8} = 496,43x^2 - 73,2x + 2,8789; R^2 = 0,99. \quad (4)$$

Z technologicznego punktu widzenia skład granulometryczny cząstek jest bardzo istotnym parametrem decydującym o właściwościach śrutki, takich jak gęstość usypowa, czy też współczynniki tarcia zewnętrznego i wewnętrznego. Ponadto od składu granulometrycznego cząstek zależy przebieg wielu procesów, takich jak mieszanie, aglomerowanie, ekstrakcja czy zdolność do chłonięcia wody przez cząstki [22].

Rezultaty badań wykazały, że wzrost wilgotności ziarna powodował zwiększenie średniego wymiaru cząstek śrutki, zarówno w przypadku próbek ziarna kontrolnego i prażonego (rys. 1.). Średni wymiar cząstki śrutki otrzymanej ze świeżych ziarników kształtował się na poziomie od 0,37 mm (ziarno o wilgotności 10%) do 0,49 mm (wilgotność ziarna 18%).



Rys. 1. Średni wymiar rozdrobnionych cząstek gryki  
Fig. 1. Average particle size of ground buckwheat

Można zaobserwować, że w przypadku ziarna poddanego prażeniu wzrost jego wilgotności do poziomu 16% powodował zwiększenie średniego wymiaru cząstki, natomiast przy wilgotności surowca wynoszącej 18% zaobserwowano spadek wartości tego parametru. Należy to tłumaczyć osłabieniem struktury ziarna przy pewnym, granicznym poziomie zawartości wody, gdzie pomimo zwiększającej się plastyczności ziarna na skutek wzrostu zawartości wody następuje rozluźnienie struktury i łatwiejsze rozdrobnienie. Dexter i Martin [2002] wykazali na przykładzie bielma pszenicy, że po przekroczeniu pewnego poziomu wilgotności następuje osłabienie struktury ziarna na skutek naruszenia ciągłości matrycy białkowej i zmniejszenia adhezji między nią a ziarnami skrobi. Podobne zależności dla ziarna zbóż pozostałych gatunków uzyskał Dziki [2008].

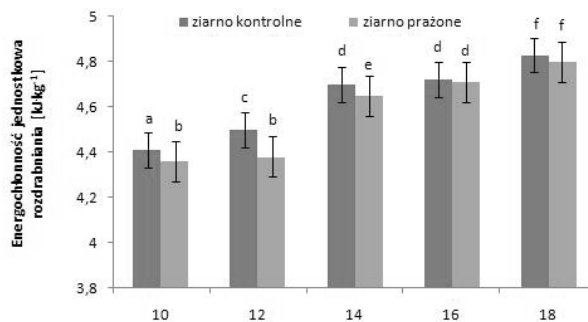
Zależność między wilgotnością ziarna gryki a średnim wymiarem cząstki śruty opisano równaniami o postaci wielomianów stopnia drugiego:

– próba nieprażona:  
 $y = 0,0009x^2 - 0,0134x + 0,4478; R^2 = 0,99$  (5)

– próba prażona:  
 $y = -0,0019x^2 + 0,0592x - 0,00338; R^2 = 0,94$  (6)

W przypadku charakterystyki procesu redukcji wymiarów cząstek najczęściej wyznaczanym parametrem jest energia jednostkowa rozdrabniania. Na parametr ten wpływa szereg czynników, m. in. wilgotność surowca i temperatura, które determinują jego właściwości wytrzymałościowe [8, 14, 17, 13]. 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 [12]. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że wzrost zawartości wody w ziarnie gryki powodował niewielkie, aczkolwiek istotne zwiększenia energochłonności jednostkowej rozdrabniania (rys. 2). Prażenie ziarna powodowało natomiast nieznaczny spadek tego parametru. Energochłonność rozdrabniania kształtowała się od 4,41

do 4,83 kJ·kg<sup>-1</sup> w przypadku ziarna kontrolnego oraz od 4,36 do 4,80 kJ·kg<sup>-1</sup> w odniesieniu do surowca, który przed rozdrabnianiem poddano prażeniu. Zaznaczyć należy, że uzyskane wartości tego parametru są około czterokrotnie mniejsze niż otrzymane, przy wykorzystaniu tego samego rozdrabniacza, wartości energochłonności jednostkowej rozdrabniania ziarna pszenicy [11].



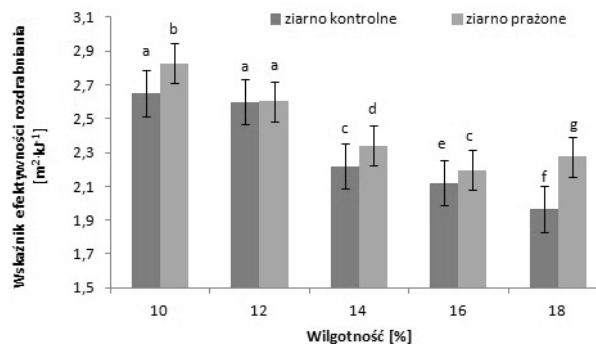
Rys. 2. Energochłonność jednostkowa rozdrabniania gryki  
Fig. 2. Specific grinding energy of buckwheat

Zależność między wilgotnością ziarna gryki a energochłonnością jednostkową rozdrabniania opisano równaniami o postaci wielomianów stopnia drugiego:

– próba nieprażona:  
 $y = -0,0025x^2 + 0,123x + 3,42; R^2 = 0,96$  (7)

– próba prażona:  
 $y = -0,012x^2 + 0,0955x + 3,498; R^2 = 0,93$  (8)

Wzrost wilgotności miał również istotny wpływ na wskaźnik efektywności rozdrabniania, powodując jego spadek, średnio od 1,97 do 2,65 m<sup>2</sup>·kJ<sup>-1</sup> w przypadku ziarna kontrolnego oraz od 2,20 do 2,83 m<sup>2</sup>·kJ<sup>-1</sup> w odniesieniu do ziarna prażonego. Nieco wyższe wartości wskaźnika efektywności rozdrabniania ziarna gryki poddanej obróbce termicznej przed rozdrabnianiem, w porównaniu z wartościami uzyskanymi dla ziarna kontrolnego wynikają najprawdopodobniej z osłabienia struktury ziarna gryki podczas prażenia.



Rys. 3. Wskaźnik efektywności rozdrabniania ziarna gryki  
Fig. 3. Grinding efficiency index of buckwheat

Zależność między wilgotnością ziarna gryki a wskaźnikiem efektywności rozdrabniania opisano równaniami o postaci wielomianów stopnia drugiego:

– próba nieprażona:

$$y=0,0013x^2-0,1298x+3,8556; R^2=0,94, \quad (9)$$

– próba prażona:

$$y=0,0013x^2-0,439x+5,9477; R^2=0,98. \quad (10)$$

#### PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki badań wykazały, że wzrost wilgotność ziarna gryki istotnie wpłynęła na skład granulometryczny śruty, a w szczególności na udział klas ziarnowych cząstek poniżej 0,2 mm i powyżej 0,8 mm. Natomiast prażenie miało stosunkowo niewielki wpływ na skład granulometryczny rozdrobnionych cząstek. Wzrost zawartości wody w ziarna gryki powodował nieznaczne zwiększenie energochłonności rozdrabniania. Niewiele niższe wartości tego parametru uzyskiwano w przypadku ziarna poddanego prażeniu. Porównując uzyskane wartości wskaźników energochłonności rozdrabniania ziarna gryki do ziarna zbóż należy stwierdzić, że gryka jest surowcem, który wymaga do dekohezji kilkunacie mniejszych nakładów energii w porównaniu na przykład do pszenicy.

Przeprowadzone badania wykazały, że wilgotność w znacznie większym stopniu wpływa na proces rozdrabniania ziarna gryki niż prażenie.

#### LITERATURA

- Amarowicz R., Fornal Ł. 1986.** Wartość odżywcza gryki. *Przegląd Gastronomiczny*. 4, 16-18.
- Bird A.R., Brown I.L., Topping D.L. 2000.** Starches, Resistant Starches, the gut microflora and human health. *Curr. Issues Intest. Microbiol.* 1, 25-37.
- Borokowska B., Robaszewska A. 2012.** Zastosowanie ziarna gryki w różnych gałęziach przemysłu. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni*. 73, 43-55.
- Christa K. 2008.** Żywieniowo – profilaktyczna wartość ziarniaków gryki oraz produktów gryczanych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*. 8, 29-30.
- Christa K., Soral-Śmietana M. 2007.** Gryka – cenny surowiec w produkcji żywności funkcjonalnej. *Przemysł Spożywczy*. 12, 36-37.
- Dexter J.E., Martin D.G. 2002.** The effects of wheat moisture content and reduction roll temperature and differentia on the milling properties of Canadian Hard Red Spring Wheat. *Association of Operative Millers – Bulletin*, July pp. 7807-7814.
- Dojczew D., Kowalczyk K. 2011.** Ogólna charakterystyka oraz właściwości prozdrowotne gryki. *Przegląd Zbożowo – Młynarski*. 6, 14-15.
- Dziki D. 2003.** Wpływ temperatury ziarna pszenicy na proces rozdrabniania. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 2(51), 181-188.
- Dziki D. 2008.** Analiza wpływu wstępnego zgniatania ziarna zbóż na rozdrabnianie udarowe. *Rozprawy naukowe AR w Lublinie*. Z. 326.
- Dziki D., Laskowski J. 1997.** Układ pomiarowy do maszyn rozdrabniających z komputerową rejestracją danych. *IV Krajowa Konferencja. Komputerowe wspomaganie badań naukowych – materiały*, 59-60.
- Dziki D., Laskowski J. 2004.** The energy-consuming indexes of wheat kernel grinding process. *TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture IV*, 62-69.
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J. 2011.** Wpływ ustawienia rowków walców mielących na proces rozdrabniania ziarna pszenicy. *Inżynieria Rolnicza* 4(129), 41-48.
- 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, 31-41.
- Jurga R. 2010.** Prawie wszystko o ziarnie gryki i jej przetworach. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*. 10, 6-10.
- Krzkoskova B., Mrazova Z. 2005.** Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.* 38, 561-568.
- Kunachowicz H. 2001.** Wartość odżywcza produktów i potraw. W: *Dieta bezglutenowa co wybrać?* Wyd. Lek. PZWL, 9-25.
- Marks N., Sobol Z., Baran D. 2006.** Wpływ wilgotności na energochłonność procesu rozdrabniania ziarna zbóż. *Inżynieria Rolnicza* 3 (78): 281-288.
- Romański L., Stopa R., Niemiec A., Wiercioch M. 2006.** Wpływ wilgotności i temperatury ziarniaków pszenicy na energochłonność zgniatania. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 4 (79), 147-152.
- Soral-Śmietana M., Fornal Ł., Fornal J. 1984.** Characteristics of buckwheat grain starch and the effect of hydrothermal processing upon its chemical composition, properties and structure. *Starch/Stärke*. 5, 153-158.
- Stempińska K., Soral-Śmietana M. 2006.** Składniki chemiczne ocena fizykochemiczna ziarniaków gryki – porównanie trzech polskich odmian. *Żywność*. 2(47), 348-357.
- Wei Y., Hu X., Zhang G., Ouyang S. 2003.** Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions. *Nahrung/Food*. 47, 114-116.
- Zawadzki K. 2007.** Gryka jako alternatywa dla pszenicy. *Przegląd Zbożowo – Młynarski*. 4, 27.
- Zhu K., Huang S., Peng W., Qian H., Zhou H. 2010.** Effect of ultrafine grinding on hydration and antioxidant properties of wheat bran dietary fiber. *Food Research International*. 4, 943-948.

#### THE INFLUENCE OF THE HUMIDITY AND ROASTING BUCKWHEAT SEED ON THE PROCESS OF GRINDING

**Summary.** The objective of this study was to investigate influence of moisture and roasting of buckwheat grain on the process of grinding by using a roller mill. The grain of buckwheat (cv. Kora) was used for investigation. The grain was roasted before grinding at temperature 130°C and pressure 5,0 bar. The control sample was buckwheat grain without roasting. Beside this both roasted and unroasted grains were tempered before grinding to adjust the following moisture levels: 10, 12, 14, 16 and 18%. The laboratory roller SK mill was used for buckwheat size reduction. The particles size distribution was determined and the average

particle size was calculated. Beside this the specific grinding energy and the grinding efficiency index were calculated.

The results showed that an increase of buckwheat moisture had significant influence on particle size distribution of ground material and consequently the average particle size increased. Roasting of grain had little effect of this parameter. The spe-

cific grinding energy ranged from 4.36 kJ·kg<sup>-1</sup> do 4.83 kJ·kg<sup>-1</sup>. An increase of moisture content caused slight increase of this parameter. In contrast, roasting resulted in the opposite effect, a slight decrease of specific grinding energy.

**Key words:** buckwheat, moisture, roasting, grinding, energy requirements.

