

## ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH NASION ROŚLIN STRĄCZKOWYCH PODCZAS OBRÓBKI TERMICZNEJ

*B. Ślaska-Grzywna*

Katedra Maszynoznawstwa i Inżynierii Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: beatasg@faunus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie zmian wartości siły cięcia i zgniatania nasion fasoli i grochu poddanych obróbce technologicznej. Nasiona nawilżano wrzątkiem, przez 2 godziny, oraz wodą o temperaturze pokojowej, przez 3, 6, 9, 12 i 24 godziny, a następnie gotowano przez 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 i 120 minut. Stwierdzono, że nasiona nawilżane wrzątkiem przez 2 godziny i poddane obróbce termicznej uzyskały najniższe wartości siły cięcia i zgniatania w najkrótszym czasie (60 lub 75 minut), dłuższa obróbka termiczna nie wniósła istotnych statystycznie zmian w wartościach siły.

**Słowa kluczowe:** fasola, groch, nawilżanie, obróbka termiczna, siła cięcia, siła zgniatania.

### WSTĘP

Polska należy do państw o niskim spożyciu nasion strączkowych, wynoszącym 2-3 kg/osobę/rok, tj. 5-7 g/dobę, podczas gdy w większości krajów świata, m.in. w USA, Anglii, Japonii, Indiach i Chinach, spożycie to wynosi nawet 20 kg/osobę/rok (tj. 8-71 g/dobę). Wysoka wartość odżywcza nasion roślin strączkowych wynika z zawartości w nich wielu cennych składników żywieniowych takich, jak: białko, tłuszcz, węglowodany, składniki mineralne i witaminy. Spośród wszystkich roślin uprawnych nasiona roślin strączkowych zawierają najwięcej białka. Wysoką ocenę wartości odżywczej nasion obniża występowanie substancji antyodżywczych [2,3,9,10,13].

W ciągu ostatnich lat obserwuje się olbrzymi postęp w zakresie poszukiwań nowych źródeł białka. W krajach rozwiniętych podyktowane jest to wzrostem popytu na produkty wysokobiałkowe, a w krajach rozwijających się – niedoborem białka w diecie. Spożycie 200 g ugotowanego grochu lub fasoli pokrywa odpowie-

dnio 15 i 20% dziennego zapotrzebowania na białko i 12% niezbędnej dziennej ilości węglowodanów. Największe zainteresowanie budzą nasiona grochu, fasoli i soi, chociaż przed spożyciem wymagają właściwej obróbki termicznej [1,4,5,6,7,11,12,14].

Do nasion roślin strączkowych wykorzystywanych w Polsce należą przede wszystkim fasola i groch. Celem pracy było zbadanie zmian wartości siły cięcia i zgniatania tych właśnie nasion poddanych obróbce technologicznej.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano następujące surowce:

- groch łuskany cały,
- fasolę białą „Poznańską” PN-75/R-65031,

produkowane przez PPH „KUPIEC” w Paprotni k/Krzymowa.

Określano zależność siły cięcia oraz zgniatania nasion fasoli i grochu od czasu obróbki termicznej dla różnych czasów nawilżania.

Metodyka badań obejmowała obróbkę wstępną – nawilżanie oraz obróbkę termiczną – gotowanie.

Obróbka wstępna została przeprowadzona dwiema metodami:

- a) nawilżanie we wrzątku przez 2 godziny,
- b) nawilżanie w wodzie o temperaturze pokojowej w czasie 3, 6, 9, 12 i 24 godzin.

Obróbka termiczna polegała na gotowaniu nasion w wodzie, w której uprzednio były nawilżane. Próbkę pobierano co 15 minut przez 2 godziny gotowania. Obróbka termiczna była przeprowadzona w jednakowy sposób dla grochu i fasoli poddawanych różnym czasom nawilżania.

Badanie siły cięcia i siły zgniatania przeprowadzono za pomocą aparatu Instron 4302, poddając pojedyncze nasiona jednoosiowemu przecinaniu i zgniataniu.

Podczas przecinania nasion zastosowano prędkość przemieszczenia  $50 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ . Nasiona przecinano za pomocą noża o grubości 2 mm, ściętego dwustronnie. Podczas zgniatania nasion zastosowano prędkość przesuwu głowicy  $50 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ . Pomiar sił zgniatania został wykonany przy stałej deformacji:

- dla grochu – 2 mm,
- dla fasoli – 4 mm.

Pomiary wykonano w dziesięciu powtórzeniach dla nasion grochu i fasoli dla wszystkich czasów nawilżania zarówno przed jak i po obróbce termicznej.

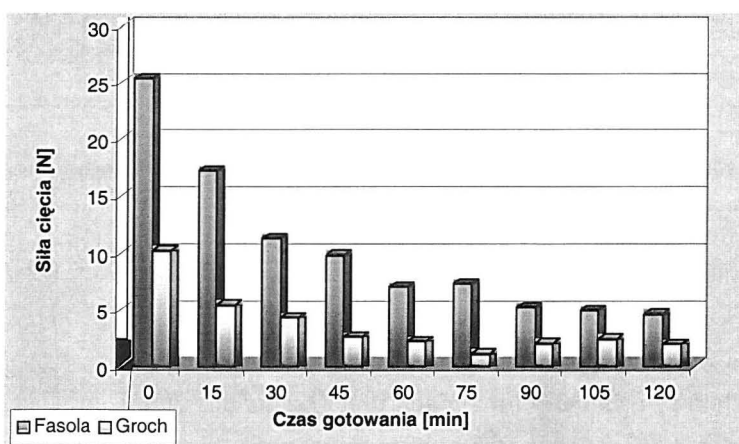
Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, przeprowadzono test t-Studenta na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

**Siła cięcia nasion w zależności od czasu obróbki termicznej dla różnych czasów nawilżania**

Na Rys. 1-6 przedstawiono zależność siły cięcia nasion od czasu obróbki termicznej dla wszystkich zastosowanych czasów nawilżania.

Istotnie statystycznie różnice w wartościach siły cięcia fasoli nawilżanej 2 godziny zaobserwowano już po 30 minutach gotowania, natomiast po 120 minutach wartość siły zmalała do wartości 4,6 N. Pomiedzy czasami gotowania 30 a 90 minut wartość siły nie zmieniała się istotnie (Rys.1).

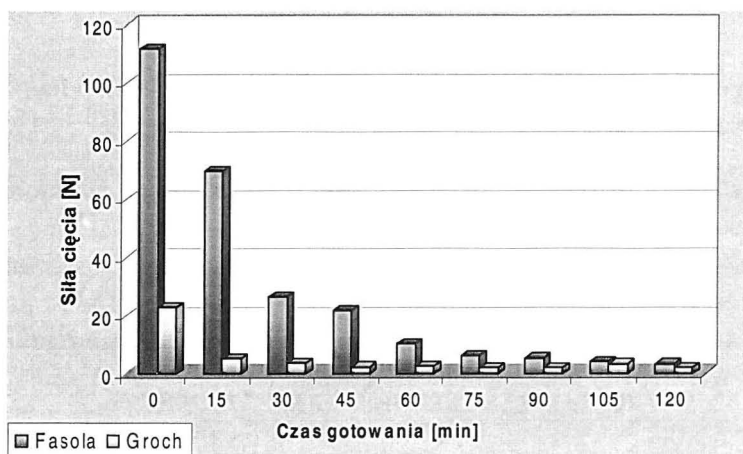


**Rys. 1.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wrzątkiem przez 2 godziny od czasu gotowania.

**Fig. 1.** Dependent of cutting force boiled water 2 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

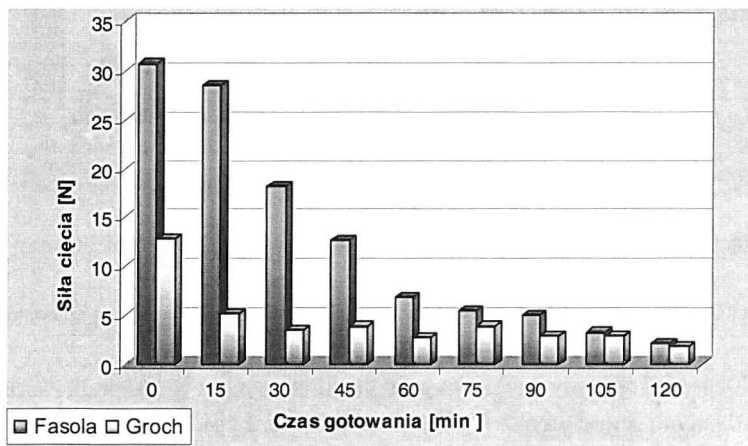
Najwyższa wartość siły cięcia nasion fasoli po etapie nawilżania wystąpiła dla nasion nawilżanych 3 godziny w wodzie o temperaturze pokojowej i wynosiła 111,8 N (Rys. 2). Fasola nawilżana 3 godziny zmianę w wartości siły cięcia istotną statystycznie osiągnęła już po 15 minutach gotowania, następnie po 30, 60 i 75 minutach obróbki cieplnej. Dłuższy czas gotowania nie wpłynął na istotne zmiany wartości siły.

Zmiany wartości siły cięcia fasoli nawilżanej przez 6 godzin istotnie statystycznie zaobserwowano po 30, 45 i 60 minutach gotowania, a następnie po 105 minutach. Pomiedzy czasami gotowania 60 a 105 minut wartość siły nie zmieniała się istotnie (Rys. 3).



**Rys. 2.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 3 godziny od czasu gotowania.

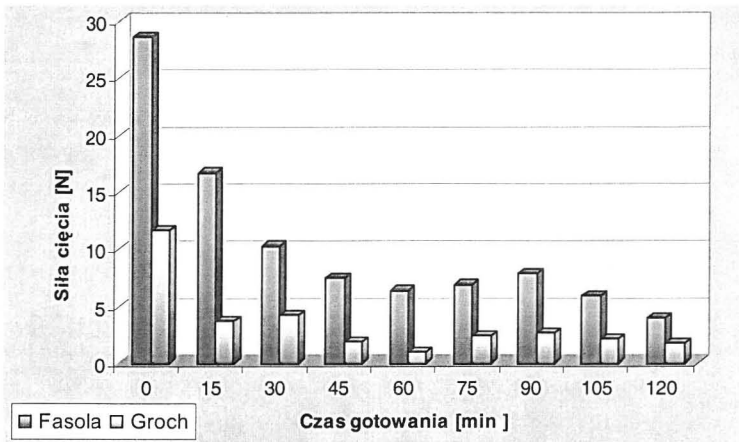
**Fig. 2.** Dependent of cutting force ambient-temperature water 3 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.



**Rys. 3.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 6 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 3.** Dependent of cutting force ambient-temperature water 6 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

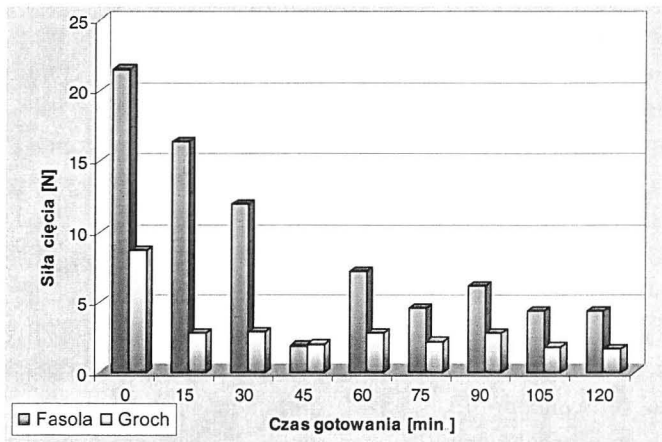
Istotnie statystycznie zmiany wartości siły cięcia fasoli nawilżanej 9 godzin zaobserwowano po 15, 30 i 60 minutach obróbki termicznej (Rys. 4).



**Rys. 4.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 9 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 4.** Dependent of cutting force ambient-temperature water 6 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

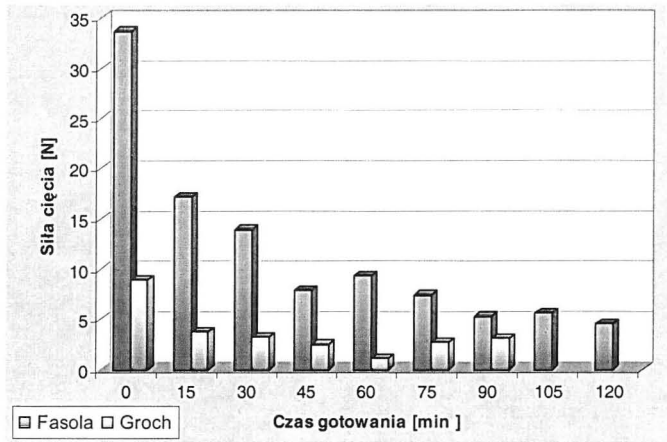
Fasola nawilżana 12 godzin w wodzie o temperaturze pokojowej osiągnęła najniższą wartość siły cięcia - 21,5 N. Zmiany wartości siły istotnie statystycznie zanotowano po 15, 60 i 75 minutach gotowania (Rys. 5).



**Rys. 5.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 12 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 5.** Dependent of cutting force ambient-temperature water 12 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

Istotne statystycznie zmiany wartości siły cięcia fasoli nawilżanej przez 24 godziny zaobserwowano po 15 i 45 minutach gotowania (Rys. 6).



**Rys. 6.** Zależność siły cięcia nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 24 godziny od czasu gotowania.

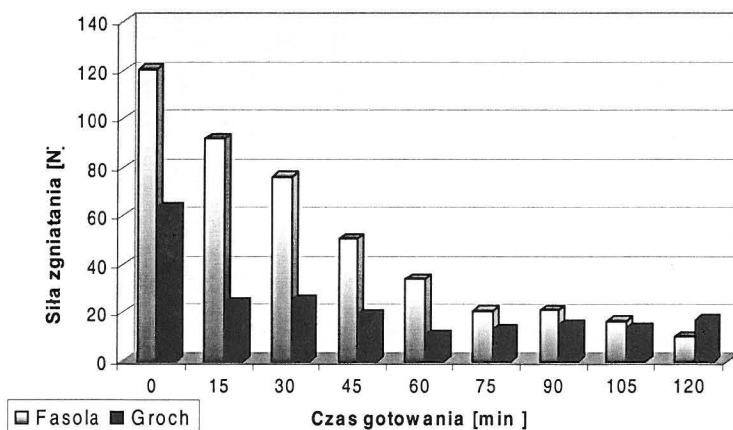
**Fig. 6.** Dependent of cutting force ambient-temperature water 24 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

Istotne statystycznie różnice wartości siły cięcia grochu nawilżanego 2 godziny zaobserwowano po 15, 45, 75 i 90 minutach gotowania. Dłuższe gotowanie nie powodowało istotnych zmian (Rys. 1). Istotne statystycznie zmiany siły cięcia grochu nawilżanego przez 3 godziny zaobserwowano po 15, 45 i następnie 105 minutach gotowania. Między 45 a 105 minutą gotowania zmiany te nie były istotne (Rys. 2). Istotne zmiany siły cięcia grochu nawilżanego przez 6 godzin występowały po 15, 30 i 120 minutach obróbki termicznej. Między 30 a 120 minutą gotowania zmiany siły nie były już istotne (Rys. 3). Dla grochu nawilżanego 9 godzin istotne zmiany wystąpiły po 15, 45, 60 i 90 minutach gotowania (Rys. 4). Groch nawilżany 12 godzin w wodzie o temperaturze pokojowej osiągnął najniższą wartość siły cięcia – 8,7 N. Istotne statystycznie zmiany siły zanotowano po 15, 45 i 90 minutach gotowania (Rys. 5). Zmiany wartości siły cięcia grochu nawilżanego przez 24 godziny istotne statystycznie zaobserwowano po 15, 45, 60 i 75 minutach gotowania. Dłuższa obróbka termiczna nie powodowała już istotnych zmian (Rys. 6).

### Siła zgniatania nasion w zależności od czasu obróbki termicznej dla różnych czasów nawilżania

Na Rys. 7-12 przedstawiono zależność siły zgniatania nasion od czasu obróbki termicznej dla wszystkich zastosowanych czasów nawilżania.

Siła zgniatania nasion fasoli nawilżanych wrzątkiem przez 2 godziny przed obróbką termiczną wynosiła 120,3 N. Wartości siły istotnie statystycznie malały dopiero po 45 minutach gotowania. Obróbka termiczna do 90 minut nie wniosła istotnych zmian, które ponownie zaobserwowano po 120 minutach gotowania (Rys. 7).

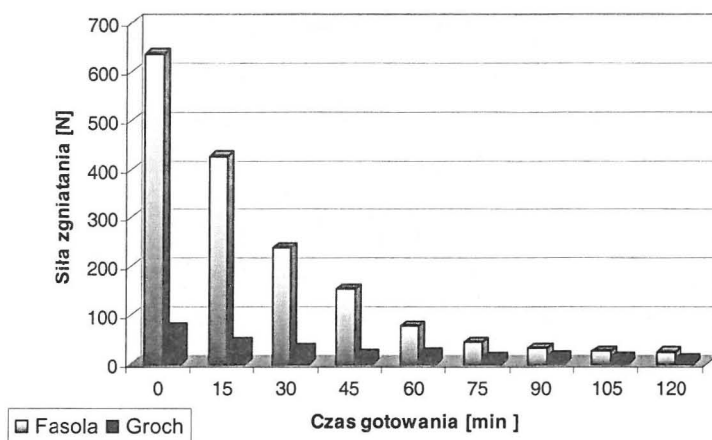


**Rys. 7.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wrzątkiem przez 2 godziny od czasu gotowania.

**Fig. 7.** Dependent of crushing force boiled water 2 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

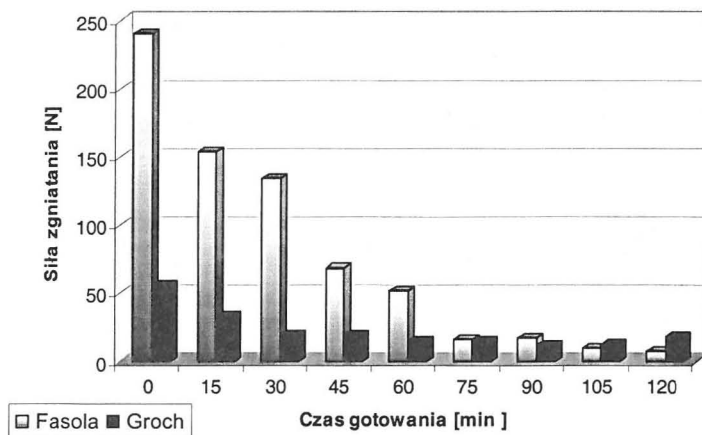
Istotne statystycznie różnice w wartościach siły zgniatania fasoli nawilżanej 3 godziny zaobserwowano po 30, 45, 60, 75 i 105 minutach gotowania (Rys. 8).

Przeprowadzone badania wykazały, że wartości siły zgniatania nasion fasoli są znacznie wyższe niż grochu. Najwyższa wartość siły zgniatania fasoli to 636,1 N dla fasoli nawilżanej 3 godziny, dla grochu nawilżanego w takim samym czasie siła zgniatania wynosiła 75,4 N. Różnica między tymi wartościami to 560,7 N (Rys. 8). Z wyjątkiem 60 i 90 minut gotowania, istotne zmiany wartości siły zgniatania fasoli nawilżanej przez 6 godzin zaobserwowano w każdym czasie (Rys. 9).



**Rys. 8.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 3 godziny od czasu gotowania.

**Fig. 8.** Dependent of crushing force ambient-temperature water 3 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.



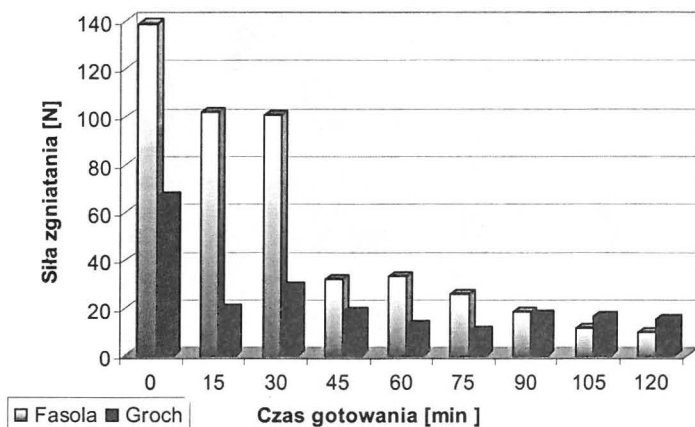
**Rys. 9.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 6 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 9.** Dependent of crushing force ambient-temperature water 6 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

Różnice wartości siły zgniatania na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  fasoli nawilżanej 9 godzin zanotowano po 15, 45, 90 i 105 minutach obróbki termicznej, nawilżanej

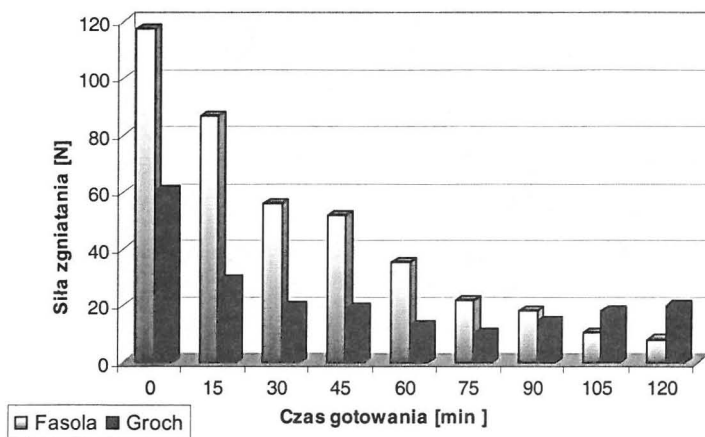


12 godzin – po 30, 60, 75 i 105 minutach, natomiast nawilżanej 24 godziny – po 30, 60, 75, 105 i 120 minutach gotowania (Rys. 10, 11, 12).



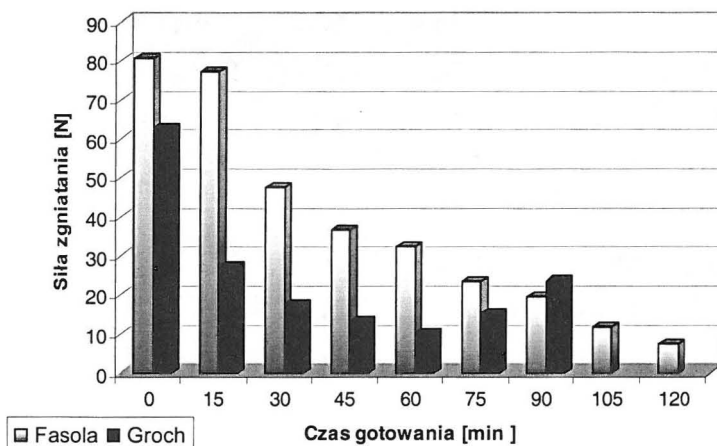
**Rys. 10.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 9 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 10.** Dependent of crushing force ambient-temperature water 9 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.



**Rys. 11.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 12 godzin od czasu gotowania.

**Fig. 11.** Dependent of crushing force ambient-temperature water 12 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.



**Rys. 12.** Zależność siły zgniatania nasion fasoli i grochu nawilżanych wodą o temperaturze pokojowej przez 24 godziny od czasu gotowania.

**Fig. 12.** Dependent of crushing force ambient-temperature water 24 hours moistened bean and pea seeds on boiling time.

Wartość siły zgniatania grochu nawilżanego wrzątkiem przez 2 godziny malała istotnie po 15, 60 i 90 minutach gotowania (Rys. 7).

Dla grochu nawilżanego 3 godziny zmiany wartości siły zgniatania zanotowano po 15, 30, 45 i dopiero po 120 minutach gotowania. W przedziale pomiędzy 60 a 120 minutą istotnych zmian nie zanotowano (Rys. 8).

Istotne zmiany siły zgniatania grochu nawilżanego 6 godzin zaobserwowano po 15, 30 i 90 minutach obróbki termicznej. W czasie gotowania od 45 do 75 minut istotnych zmian nie zanotowano (Rys. 9).

Groch nawilżany 9 godzin tylko po gotowaniu przez 15, 30 i 60 minut wykazał istotne zmiany siły zgniatania (Rys. 10).

Zmiany wartości siły zgniatania istotne statystycznie grochu nawilżanego 12 godzin zaobserwowano po 15, 30, 60, 75 i 90 minutach obróbki termicznej. W czasie dłuższego gotowania istotnych zmian nie zanotowano (Rys. 11).

Dla grochu nawilżanego 24 godziny zmiany wartości siły zgniatania zanotowano tylko po 30 i 60 minutach gotowania. Dłuższy czas obróbki termicznej nie wniósł istotnych zmian w wartościach siły (Rys. 12).

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono:

1. Czas i metoda obróbki wstępnej nasion roślin strączkowych mają istotny wpływ na zmiany ich właściwości fizycznych podczas dalszej obróbki technologicznej.
2. Nawilżanie nasion grochu dłużej niż 12 godzin nie ma istotnego wpływu na zmiany wartości siły cięcia i zgniatania.
3. Metoda nawilżania nasion wrzątkiem i odstawieniu na 2 godziny spowodowała podobne zmiany w wartościach siły cięcia i zgniatania jak nawilżanie wodą o temperaturze pokojowej przez 9 lub 12 godzin. Maksymalna i minimalna wartość siły zgniatania nasion fasoli nawilżanej wrzątkiem to: 120,3 N i 10,1 N; natomiast nawilżanej zimną wodą przez 9 godzin: 138,7 N i 9,4 N, a przez 12 godzin: 117,6 N i 8,1 N. Maksymalna i minimalna wartość siły zgniatania nasion grochu nawilżanego 2 godziny to: 63,2 N i 13,3 N; nawilżanego 9 godzin: 66,3 N i 10,3 N; nawilżanego 12 godzin: 60,5 N i 10,1 N.
4. Siły cięcia i zgniatania fasoli maleją wraz z czasem obróbki termicznej. Wartości siła cięcia i zgniatania grochu maleją do 75 minuty gotowania, a następnie zaczynają rosnać i przy zbyt długim gotowaniu powracają do wartości uzyskanej w 30 minucie gotowania.
5. Nawilżanie nasion grochu i fasoli zimną wodą przez 3 godziny jest najmniej korzystną metodą obróbki wstępnej, gdyż we wszystkich przypadkach z zastosowaniem tej metody wartości sił cięcia i zgniatania okazały się najwyższe.
6. Za najkorzystniejszą metodę obróbki wstępnej nasion strączkowych można uznać nawilżanie wrzątkiem przez 2 godziny. W tym przypadku zmiany wartości siły cięcia i zgniatania nasion następowały w stosunkowo krótkim czasie. Po 60 lub 75 minutach osiągały najniższe wartości (dla fasoli: siła zgniatania - 10,1 N, siła cięcia - 4,6 N; dla grochu: siła zgniatania - 13,3 N, siła cięcia - 1,1 N), które w czasie dalszej obróbki nie ulegały już istotnym zmianom.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Chen L.H., Thacker R.R., Pan S.H.:** Effect of germination on hemagglutinin activity of pea and bean seeds. *J. Food Sci.*, 42, 1666-1668, 1977.
2. **Dostalova J.:** Strączkowe, żywność znana od dawna. *Przem. Spoż.*, 12, 42-43, 2000.
3. **Dziamba Sz., Cebula M., Jackowska I., Maj L., Wielgo B.:** Porównanie składu chemicznego nasion wybranych roślin strączkowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 468, 117-126, 1999.

4. **Garcia-Vela L.A., Stanley D.W.:** Protein denaturation and starch gelatinization in hard-to-cook beans. *J. Food Sci.*, 54, 5, 1284-1286, 1292, 1989.
5. **Jackson G.M., Variano-Morton E.:** Hard-to-cook phenomenon in beans. Effects of accelerated storage on water absorption and cooking time. *J. Food Sci.*, 46, 799-803, 1981.
6. **Janicki A., Mucka D., Kiljańczyk E.:** Zjawiska warunkujące teksturę nasion roślin strączkowych w czasie obróbki technologicznej. *Przem. Spoż.*, 8, 202-204, 1992.
7. **Jasińska Z., Kotecki A.:** Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa, 1993.
8. **Kon S.:** Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans. *J. Food Sci.*, 44, 1329-1334, 1340, 1979.
9. **Kozłowska H.:** Przeciżywnieniowe substancje w nasionach roślin strączkowych. *Przem. Spoż.*, 6, 183, 1994.
10. **Lampart-Szczapa E.:** Nasiona roślin strączkowych w żywieniu człowieka. Wartość biologiczna i technologiczna. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 446, 61-81, 1997.
11. **Phlak L.C., Caldwell K.B., Stanley D.W.:** Comparison of methods used to characterize water inhibition in hard-to-cook beans. *J. Food Sci.*, 54, 326, 1989.
12. **Waszkiewicz-Robak B.:** Możliwość skrócenia czasu trwania obróbki kulinarnej nasion soi i innych roślin strączkowych. *Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl.*, 198, 171-178, 1996.
13. **Zadernowski R., Borowska J.:** Charakterystyka wybranych substancji antyżywnieniowych występujących w nasionach strączkowych. *Przem. Ferm. i Owoc.-Warz.*, 1, 20-22, 1992.
14. **Zalewski S.:** Podstawy technologii gastronomicznej. WN-T, Warszawa, 1997.

## CHANGES OF PHYSICAL PROPERTIES DURING THERMAL PROCESSED OF LEGUME SEEDS

*B. Ślaska-Grzywna*

Department of Food Engineering and Machinery, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

**Abstract.** The aim of the study was to test physical properties of bean and pea seeds. It was measured changes of cutting and crushing technological processed seeds. The seeds was moistened in boiling water for 2 hours and ambient temperature water for 3, 6, 9, 12 and 24 hours. After moistening it was boiled for 15, 30, 45, 60, 90, 105 and 120 minutes. It was found that the lowest value of cutting and crushing force obtained at 2 hours boiled water moistened and 60 or 75 minutes thermal processed seeds.

**Key words:** bean, pea, moistening, thermal processing, cutting force, crushing force.