

쌀의 농도가 죽 재가열시 이화학적 특성에 미치는 영향

양윤형 · 김민희 · 권오윤 · 이정희 · 이근종 · 이주운¹ · 김미리[†]
충남대학교 식품영양학과, ¹한국원자력연구원, 방사선과학연구소 방사선식품생명공학팀

Effect of Solid Content on the Physicochemical Properties of Rice Porridge After Reheating

Yun Hyoung Yang, Min Hee Kim, Oh Yun Kwon, Jeong Hee Lee, Kun Jong Lee, Ju-Woon Lee¹ and Mee Ree Kim[†]
Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, ¹Team for Radiation Food Science & Biotechnology,
Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Research Institute, Jeongup 580-185, Korea

Abstract

The effect of solid content on the physicochemical properties of rice porridge after reheating. The concentration of rice porridge was classified as solid content (12%, 10%, and 8%) by traditional Korean cooking methods. For reheating, packed rice porridge was boiled in water for 3 min and then cooled at room temperature (25°C). The viscosity, soluble solid content and reducing sugar content of the rice porridge increased according to the solid content, while the blue value decreased. After reheating, the viscosities (25°C) of all rice porridges decreased to 2.9-8.4%, compared to those of freshly made rice porridge, whereas the soluble solid content and reducing sugar content increased inversely according to the solid content of rice porridge. The SDI (starch digestion index) increased according to the solid content, whereas SDS (slowly digestible starch) the lowest in the solid content 12% porridge. Based on these results, it is favorable that the viscosity decrease after reheating was to be considered to ready-to eat rice porridges preparation.

Key words : Rice porridge, reheating, solid content, viscosity

1. 서 론

쌀 농도에 따라 죽을 분류하면 물의 첨가량을 3-4배로 만든 된죽을 전(飧)이라 하며, 물의 농도가 6-7배 되는 묽은 죽을 미(糜), 응이, 물의 농도가 이보다 더 많은 것을 맑은 죽(醃이) 또는 미음이라 하고 그 외에는 죽이라 한다(Kim GY 등 1998). 병원의 환자식 및 영유아의 이유식에 사용되는 죽식(유동식)은 대상의 저작능력에 따라 유동식, 전유동식, 맑은 유동식으로 나뉘며 이는 각각 전죽, 7부죽, 5부죽이 사용되고 이들의 고형물 함량은 각각 12%, 10%, 8%이다(모수미

등 1996). 쌀죽의 조리방법은 매우 다양하여 쌀을 기름에 볶아 물을 붓고 끓이는 방법, 반숙하고 파쇄하여 끓이는 방법, 파쇄하여 체에 걸러서 끓이는 방법, 쌀가루 침전물을 모두 끓이는 방법 등 여러 가지가 전해지고 있다(Lee HJ 등 2003). 죽에 대한 체계적인 연구를 통해 전통식품의 전승 및 보존과 현대인에 맞는 식품으로 발전시켜야 하지만 일부 연구에 한정되어 있다.

현재까지 국내에 보고된 죽에 관한 연구는 '임원십육지'에 나타난 죽의 문헌고찰(Kim GY 등 1998), 문헌에 나타난 쌀죽의 종류 및 조리방법을 정리하여 보고한 논문(Lee HJ와 Jum JI 2000, Shin HS과 Cho EJ 1996, Lee HJ 등 2003)이 있으며, 죽에 대한 견해에 대한 설문조사(June JH 등 1999)와 검정콩 발아물을 이용한 죽 제조(Lee HJ 등 2005), 수입쌀과 국산쌀로 제조한 죽의 차이(Han SH와 Oh MS 2001), 흰쌀 죽의 농도와 온도에 따른 물성특성(Lee CH와 Han O 1995),

Corresponding author : Mee Ree Kim, Chungnam National University
Gung-dong 220, Yuseoung-ku, Daejeon 305-764, Korea
Tel : 042-821-6837
Fax : 042-821-8887
E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

수침시간 및 마쇄시간에 따른 흰쌀죽의 품질특성을 평가한 연구(Lee JH 등 2005), 쌀 입자크기에 따른 죽의 특성(Yang YH 등 2007) 만이 보고되어 있다.

최근 즉석식품으로 개발되어 산업화되고 있는 죽은 섭취하기 전에 다시 가열해서 섭취하도록 되어 있다. 이에 본 연구에서는 즉석죽 형태로 섭취하였을 때 점도변화를 평가하기 위해 각 고형물 함량별로 제조한 쌀죽을 포장하여 중탕가열한 후 이화학적 특성을 평가하여 흰쌀 죽의 조리과학적 연구를 통한 다양한 죽의 개발 및 산업화를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 죽의 제조

본 실험에 사용한 쌀(멥쌀, 서해진미, 2005년산)은 대전 서부농업협동조합에서 구입하여 실온에 보관하면서 사용하였다. 본 실험에서는 통쌀죽을 기본으로 하여 고형물 함량을 달리하여 쌀죽을 제조하였다. 즉, 고형물 함량이 12%인 진죽과 10%인 7부죽, 8%인 5부죽의 세 가지 고형물 함량을 달린 죽을 제조하였다. 쌀을 20℃에서 2시간 수침시킨 후에 수분을 제거하고 사용하였다. 죽의 고형물함량이 8, 10, 12%가 되도록 불린 쌀에 물을 첨가하여 센불에서 끓을 때까지 끓인 후 쌀알이 퍼질 때까지 약불에서 가열하였다. 제조된 죽을 냉각시킨 후 레토르트 포장재에 일정량씩 담아 합기포장하여 시료로 사용하였다.

2. 점도 측정

쌀죽의 점도는 제조 직후 25℃로 조절된 항온기에서 25℃까지 냉각시킨 후의 점도와 제조한 쌀죽을 100 g씩 nylon film(Sunkyung Co. Ltd., Seoul, Korea) 포장지에 합기포장하여 끓는 물에 3분간 증탕한 후 냉각시키면서 60, 40 및 25℃ 온도에서의 점도를 각각 측정하였다. 측정방법은 500 mL 비이커에 350 mL의 쌀죽을 넣고 점도계(Brookfield Digital Viscometer DV II+, USA)로 측정하였다.

3. 가용성 고형물 함량 및 환원당 측정

쌀죽의 가용성 고형물 함량은 당도계(MT-032, Hand Refractometer, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 동결건조하여 분말화한 쌀죽을 시료로

dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 분광광도계(Model 80-2088-64, Pharmacia Biotech Co., England)를 사용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 glucose(sigma, St. Louis, MO, USA)를 농도별로 반응시켜 작성하였다.

4. 청가(Blue value) 측정

쌀죽의 청가는 동결건조하여 분말화한 쌀죽시료를 가지고 Noh MJ의 방법(2000)에 준하여 측정하였다. 즉, 시료 200 mg을 50 mL 용량 플라스크에 취하여 1 N NaOH 용액 0.5 mL potassium hydrogen tartarate 0.09 g을 넣고 증류수를 넣어 총량이 약 45 mL가 되도록 희석하였다. 요오드 용액(2 mg I₂/mL, 20 mg KI/mL) 0.5 mL를 첨가하고 증류수로 50 mL까지 정용한 후 20분간 발색시킨 다음 분광광도계를 사용하여 680 nm에서 흡광도를 측정하고, 아래의 식에 따라 청가를 구하였다.

$$\text{청가} = \frac{\text{흡광도} \times 4}{\text{전분용액의 농도 (mg/100 mL)}}$$

5. 전분의 가수분해율 측정

Biliaderis G의 방법(1982)으로 쌀죽의 전분 가수분해율을 측정하였다. 즉, 쌀죽을 동결건조하여 분말화한 시료 2.2 g을 0.1 M phosphate buffer(pH 6.5) 187 mL에 분산시킨 후 dimethyl sulfoxide(DMSO) 22 mL을 넣었다. 이 용액에 α-amylase용액(Sigma No. T-3176, 0.1% in 0.1 M phosphate buffer) 10 mL을 첨가하여 37℃ 항온수조에서 0, 5, 15, 45, 180 및 360분 반응시킨 용액을 각각 취하여 dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 환원당량을 정량한 후 glucose 당량으로 계산하였다. 각 시간별 glucose양으로 아래 식에 따라 total starch(TS), starch digestion index(SDI), rapidly digestible starch(RDS), slowly digestible starch(SDS)를 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{TS}^{1)} &= (G360^{8)} - G0^{5)} \times 0.9 & \text{RDS}^{3)} &= (G15^{6)} - \text{FG}) \times 0.9 \\ \text{SDI}^{2)} &= (\text{RDS}/\text{TS}) \times 100 & \text{SDS}^{4)} &= (G360 - G45^{7)}) \times 0.9 \end{aligned}$$

¹⁾TS: Total starch

²⁾SDI: Starch digestion index

³⁾RDS: Rapidly digestible starch

⁴⁾SDS: Slowly digestible starch

⁵⁾G0: Released Glucose at 0 min

⁶⁾G15: Released Glucose at 15 min

⁷⁾G45: Released Glucose at 45 min

⁸⁾G360: Released Glucose at 360 min

6. 색도 측정

쌀죽의 색도는 죽 10 g을 분쇄기(II Jin Co., Korea)로 마쇄하여 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE값(색차지수)을 측정하였다. 이 때 표준색은 L값 90.41, a값 0.14, b값 3.40, ΔE값 0.00인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 점도 변화

쌀죽은 농도에 따라 전죽, 7부죽, 5부죽으로 만들었으며, 이들의 고형물 함량은 각각 12%, 10%, 8%되도록 하였다(모수미 등 1996). 쌀의 농도를 달리하여 제조한 쌀죽의 점도는 Fig. 1과 같다. 죽의 유동적 특성은 곡물의 입자크기, 고형물함량, 조리시간과 죽의 온도와 같은 요인들에 의해 영향을 받는데 특히 죽에서 중요한 유동적 특성은 점도와 관련되어 있다고 보고되어 있다(Manohar RS 등 1998). 고형물함량 12%, 10%, 8%로 제조한 쌀죽의 점도가 각각 40,333, 29,167 및 21,333 cP로 고형물함량이 많아질수록 점도가 증가하였다. 이 같은 결과는 농도가 증가할수록 겔보점점도가 증가한다는 Lee CH와 Han O(1995)의 결과와 일치하였다. 재가열 후 쌀죽의 점도변화는 고형물함량에

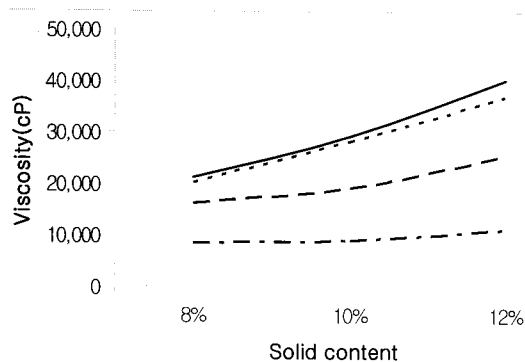


Fig. 1. Change in viscosity(cP) of different rice concentration after reheating at boiling temperature for 3 min.

(... : viscosity at 25°C after reheating to boiling, --- : viscosity at 40°C after reheating to boiling, - · - : viscosity at 60°C after reheating to boiling, - : initial viscosity at 25°C)

관계없이 가열에 의해 쌀죽의 점도가 감소하였고 냉각시 점도가 증가하여 기존의 보고와 유사하였다(Thebaudin 등 1998). 그러나 고형물함량이 많을수록 재가열 후 점도는 초기점도에 비해 더 크게 점도가 감소하였다(Table 1). 대부분의 시판 즉석죽은 실온에 저장하였다가 재가열하여 데워 먹는다. 따라서 본 실험에서는 죽 제조 후 포장하여 25°C로 냉각시킨 후 재가열하였다가 다량급식에서 배식시의 온도인 40°C에서의 점도를 측정하여 점도의 감소정도를 살펴보았는데, 고형물함량 12%인 전죽의 경우는 36.5%, 7부죽인 고형물 10% 죽은 33.7%, 5부죽인 고형물 8%죽은 23.6% 감소하였다. 또한 25°C에서의 점도 감소율은 전죽은 8.4%, 7부죽은 2.9%, 5부죽은 4.7% 이었다. 이같은 결과로부터 죽의 고형물 함량이 많아 농도가 높은 죽일수록 점도 감소정도가 컸으므로 재가열후 소비자가 최종적으로 먹기에 좋은 정도의 점도를 유지하려면 죽제조시 이와 같은 요인을 고려해야 할 것으로 생각된다.

2. 가용성 고형물 함량, 환원당함량 및 첨가

고형물함량을 달리하여 제조한 쌀죽의 재가열 전 후 가용성 고형물 함량은 Fig. 2에서와 같이, 전죽, 7부죽, 5부죽은 각각 1.55, 1.40 및 1.30°Brix로 고형물함량이 많은 것이 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 쌀죽의 농도에 따라 죽, 고형물함량이 많을수록 전분의 함량이 많고 그에 따라 호화된 전분의 함량도 증가되기 때문인데(Han SH와 Oh MS, 2001), 이는 고형물함량이 많을수록 점도값이 증가한 결과(Fig. 1)로도 설명될 수 있다. 재가열 후에는 5부죽을 제외하고 전죽과 7부죽에서 가용성 고형물 함량이 증가하였는데, 전죽 및 7부죽의 가용성 고형물 함량은 각각 3.3% 및 7.7% 증가하였다. 이같은 결과는 쌀죽제조 시 이미 충분히 쌀전분을 호화시켰기 때문에 끓는 물에서 3분간 재가열하는 동안 호화된 쌀전분의 일부가 가수분해되었기 때문으로 추정되었으며, 재가열시 환원당 함량이 증가한

Table 1. Change in viscosity(%) of different solid content of rice porridge after reheating, compared to the initial viscosity at 25°C.

Temperature	Solid content(%)		
	8	10	12
60°C	60.0	68.8	72.3
40°C	23.6	33.7	36.5
25°C	4.7	2.9	8.4

결과(Fig. 3)로 설명될 수 있다. 한편, 쌀죽의 쌀 농도에 따른 환원당 함량은 Fig. 3에서와 같이 전죽, 7부죽 및 5부죽은 각각 0.112, 0.095 및 0.040 mg/mL로 쌀죽의 농도가 높을수록 높게 나타났으며 재가열 후 전죽, 7부죽 및 5부죽에서 모두 증가하였는데 각각 124.1%, 111.6%, 287.5% 증가하였다. 재가열시 환원당함량이

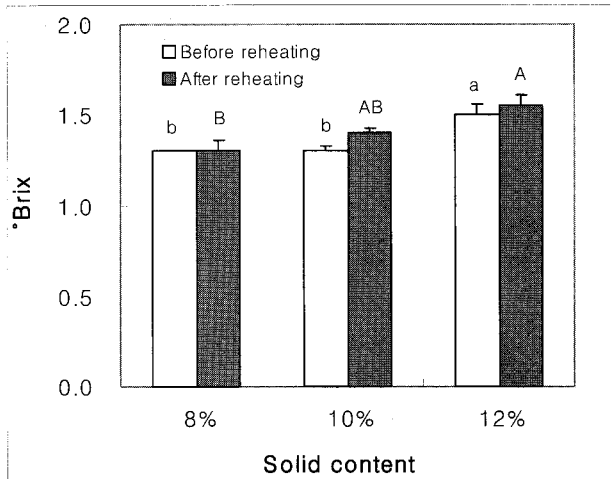


Fig. 2. Effect of solid content on the soluble solid contents (°Brix) of rice porridge.

^bDifferent letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^ADifferent letters on the filled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

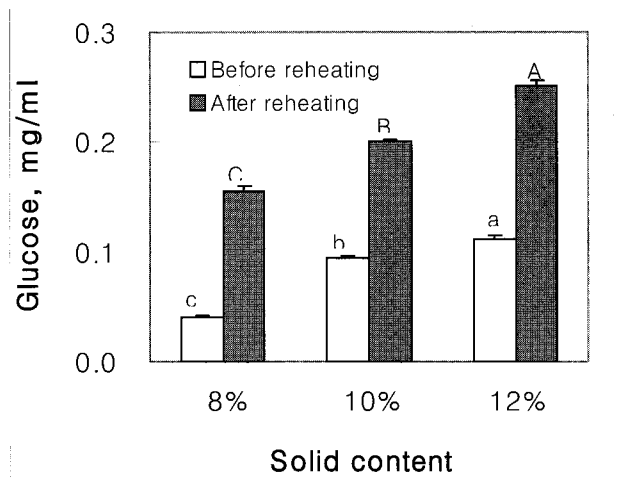


Fig. 3. Effect of solid content on reducing sugar content of rice porridge.

^bDifferent letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^ADifferent letters on the filled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

증가하는 것은 호화된 전분의 일부가 가수분해되기 때문이다. 또한, 쌀죽의 농도에 따른 청가는 전죽, 7부죽, 5부죽 각각 1.112, 0.716 및 0.508로 고형물함량이 많을수록 높은 값을 나타냈으며, 재가열 후에는 청가가 감소하여 각각 37.2%, 36.9%, 50.4% 감소하였다. 이와 같은 결과는 쌀전분의 아밀로스 함량이 감소되었거나 전분이 가수분해되어 사슬의 길이가 짧아졌기 때문으로 재가열시 죽의 환원당 함량이 감소한 결과와 일치하였다.

3. 전분의 가수분해율

쌀죽의 농도 즉, 고형물함량을 달리하여 제조한 쌀죽의 가수분해율은 Table 2에 나타내었다. 소화지수인 SDI(Starch digestion index)도 5부죽, 7부죽 및 전죽이 각각 21.73, 21.97, 22.27로 고형물함량이 많을수록 높게 나타났다. 이는 고형물함량이 많을수록 초기소화율인

Table 2. Starch digestion index of rice porridge by solid content.

	Solid content(%)		
	8%	10%	12%
Total starch	2.39 ^b	2.41 ^a	2.38 ^b
Rapidly digestible starch	0.52 ^a	0.53 ^a	0.53 ^a
Slowly digestible starch	1.16 ^a	1.15 ^a	1.12 ^b
Starch digestion index	21.73 ^b	21.97 ^b	22.27 ^a

^{a, b}Different superscripts within the same rows are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

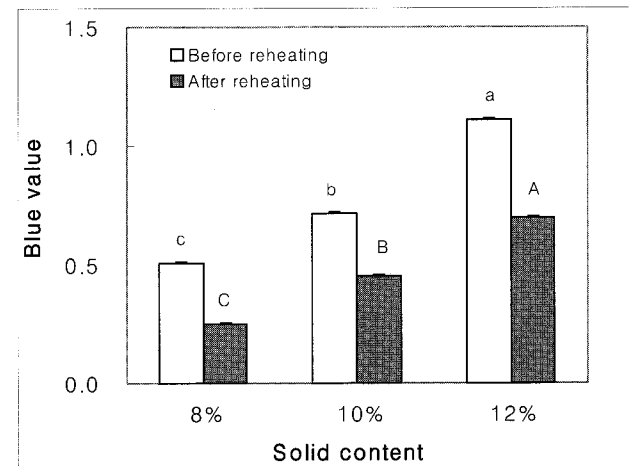


Fig. 4. Effect of solid content on the blue value of rice porridge.

^bDifferent letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

^ADifferent letters on the filled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

RDS(Rapidly digestible starch)가 높게 나타났기 때문이다. 한편 후기소화율인 SDS(Slowly digestible starch)는 전죽, 7부죽, 5부죽의 경우 SDS가 1.12%, 1.15%, 1.16%로, 고형물함량이 많을수록 낮은 값을 나타내었다.

4. 색도

고형물 함량을 달리하여 제조한 쌀죽의 색도는 Table 3에 나타내었다. 재가열 전, 전죽, 7부죽, 5부죽의 명도는 각각 69.30, 64.10, 63.17로 고형물함량이 적을수록 낮은 값을 나타내었다. 황색도 역시 각각 0.20, -0.63, -0.95로 고형물함량이 적을수록 낮은 값을 나타내었다. 재가열 후 쌀죽의 고형물함량에 관계없이 재가열 전보다 명도와 황색도는 증가하였으며 적색도는 감소하였다. 즉, 전죽, 7부죽, 5부죽에서 명도는 각각 6.5%, 7.1%, 7.1% 증가하였고, 적색도는 1.6%, 1.4%, 1.3% 감소하였으며, 황색도는 325.0%, 95.2%, 67.4% 증가하였다.

IV. 결 론

본 연구는 쌀의 농도 즉 고형물함량에 따라 전죽, 7부죽, 5부죽으로 제조한 쌀죽을 재가열시 이화학적 특성을 평가하였다. 쌀죽의 점도는 고형물함량이 많을수록 증가하였으며 재가열 후 모든 시료의 점도가 감소하여 25℃에서 죽의 점도는 초기점도보다 2.9-9.4% 감소된 점도값을 나타내었다. 쌀죽의 농도가 높을수록 가용성 고형물 함량, 환원당 함량, 청가는 높게 나타났으며, 재가열후에는 쌀죽의 농도에 관계없이 가용성 고형물 함량 및 환원당 함량이 증가한 반면, 청가는 감소하였다. 한편, 소화율은 쌀죽의 농도가 높을수록 증가하였다. 따라서 즉석죽 제조시 최종적으로 소비자

가 섭취할 때의 최소조건인 재가열후의 점도 감소정도를 고려해서 24-37%정도 점도가 높게 제조하여야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학기술평가원의 지원을 받아 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

모수미, 이연숙, 구재욱, 손숙미. 1996. 식사요법. 교문사. 서울. pp 49-66

Biliaderis G. 1982. Physical characteristics, enzymatic digestibility, and structure of chemically modified smooth pea and waxy maize starches. J Agric Food Chem 30(5): 925-930

Han Sh, Oh MS. 2001. A comparative study on quality characteristics of *jook*(traditional Korean rice gruel) made of imported and domestic rices(chuchung byeo). Korean J Soc Food Cookery Sci 17(6): 604-610

June JH, Yoon JY, Kim HS. 1999. Perception of 'jook' by the individual characteristics of Korean. Korean J Soc Food Sci 15(6): 565-578

Kim AJ, Rho JO, Woo KJ, Choi WS. 2004. The study on the characteristics of cooked rice according to the different coating ratio of mulberry leaves extracts. Korean J Soc Food Cookery Sci 19(6): 571-580

Kim GY, Lee CJ, Park HW. 1998. A comparative study on the literature of the cooking product of grain(rice, fruel) in *Imwonshibyukhi*(I). J East Asian Dietary Life 8(4): 360-378

Lee CH, Han O. 1995. Changes in the rheological characteristics by various concentrations and temperatures of korean white gruel. Korean J Soc Food Sci 11(5): 552-556

Lee HJ, Chang PS, Lee YH. 2003. Classification and category determination of Korean traditional cereal foods. Food Sci Industry 36(4): 47-65

Lee HJ, Jum JI. 2000. Research of kinds of rice porridges and recipes of it. J Korean Soc Food Sci Nutr 13(3): 281-290

Lee HJ, Pak HO, Lee SY. 2005. A study of optimum conditions in preparing gruel with black bean germ sprout source. Korean J Food Nutr 18(4): 287-294

Manohar RS, Manohar B, Rao PH. 1998. Rheological characterization of wheat porridge(cooked dalia), a semi-liquid breakfast food. J Cereal Sci 27: 103-108

Noh MJ. 2000. Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on disinfestation and physicochemical qualities of mung bean. MS thesis.

Table 3. Hunter color value of rice porridge by solid content.

		Solid content(%)		
		8%	10%	12%
Lightness	Before reheating	63.17 ^b	64.10 ^b	69.30 ^a
	After reheating	67.68 ^c	68.66 ^b	73.80 ^a
Redness	Before reheating	-3.71 ^a	-3.68 ^a	-3.87 ^a
	After reheating	-3.76 ^a	-3.73 ^a	-3.93 ^b
Yellowness	Before reheating	-0.95 ^c	-0.63 ^b	0.20 ^a
	After reheating	-0.31 ^c	-0.03 ^b	0.85 ^a

^{a-c}Different superscripts within the same rows are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

- Kyungbook National University. pp 2-87
- Shin HS, Cho EJ. 1996. Analytical study of Jook (Korean gruel) appeared in the books. Korean J Dietary Culture 11(15): 609-619
- Thebaudin JY, Lefebvre AC, Doublier JL. 1998. Rheology of starch pastes from starches of different origins: Applications to starch-based sauces. Lebensm Wiss u Technol 31(4): 354-360
- Yang YH, Oh SH, Kim MR. 2007. Effect of grain size on the physicochemical properties of rice porridge. Korean J Food Cookery Sci 23(3): 314-320

(2007년 9월 4일 접수, 2007년 9월 19일 채택)