

방사선 조사가 옹근죽(통쌀죽)의 미생물학적 및 이화학적 특성에 미치는 영향

양윤형¹ · 오상희¹ · 권오윤¹ · 변명우² · 이주운² · 박수천³ · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과, ²한국원자력연구소 방사선연구원 방사선이용연구부, ³대전지방식품의약품안전청

Effect of Gamma Irradiation on the Microbial and Physicochemical Properties of *Ong-keun jook*(Korean Whole Rice Porridge)

Yun-Hyoung Yang¹, Sang-Hee Oh¹, Oh-Yun Kwon¹, Myung-Woo Byun², Ju-Woon Lee²,
Soo-Cheon Park³ and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Radiation Application Research Division, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongseup 580-185, Korea

³Daejeon Regional Food & Drug Administration, 584 Gyeryoung No, Daejeon 302-713, Korea

Abstract

Ong-keun jook(Korean whole rice porridge) is a traditional Korean porridge made with whole rice. The aim of the present study was to evaluate the effects of gamma-irradiation on the microbial and physicochemical characteristics of rice porridge gamma-irradiation, even at a 1-kGy dose, decreased the total bacteria in cooked rice porridge to lower than the detectable limit(10^2 CFU/g). The viscosity of gamma-irradiated rice porridge was decreased compared to that of control. Upon examination of granule morphology by SEM, cracks were observed on the starch granules in samples irradiated at above 5 kGy. The results of the DSC curve suggest that gamma-irradiation delayed retrogradation of cooked rice porridge. Based on the present results, gamma-irradiation was helpful for developing sterile and tube diets that are needed for ill, old or infant subjects.

Key words : Rice porridge, viscosity, SEM, DSC.

서 론

죽은 곡물에 물을 많이 부어 오랫동안 가열함으로써 곡물의 알이 부서져 매우 연하게 되고 녹말이 완전히 호화되어 풀의 상태까지 되게 하는 음식으로서 소화가 용이하여 우리나라의 가장 오래된 주식의 한 형태이다(Shim & Cho 1996). 죽의 기원은 신석기시대에는 연석(갈돌), 청동기 시대에는 고석(敲石, 원시 절구), 초기 철기 시대에는 시루가 출연하여 밥 형태 이전의 곡식의 조리였다는 것이 정설로 되어 있다(Lee et al 2003). 실제 BC 1000년경 중국의 「周書」의 기록에 의하면 황제가 처음 곡물을 삶아 죽을 만들었다는 기록이 전해진다. 국내에 죽이 널리 보급된 시기는 쇠 가마솥이 발달한 삼국시대로 여겨진다(Kim et al 1998). 전통적으로 쌀죽은 입자 크기에 따라 쌀죽을 옹근죽, 원미죽, 무리죽 등으로 나눌 수 있는데, 옹근죽은 쌀알을 그대로 끓인 것이고, 원미죽은 쌀알을 반 정도 갈아서 만들며, 무리죽은 쌀알을 완전히 곱게 갈

아서 만든 것으로 비단죽이라고도 한다(모 등 1996). 쌀죽의 효능은 위장의 보호와 기운을 보하고 진액이 생성되어 공복에 먹어도 누구에게나 좋고 환장식 특히 위장병과 소화 불량에 가장 효험있는 처방식으로 알려져 있다(Lee & Jum 2000). 따라서 죽은 노인, 유아, 환자 음식 및 간단한 식사 대용식으로 널리 이용되고 있으며, 최근에는 에피타이저나 스프의 대용으로 개발되어 분말죽, 레토르트죽 등으로 시판되고 있으며, 국내 죽제품의 시장 규모는 대략 500억원으로 추정되고 있으며, 점차 편의식을 선호하는 현대인의 성향을 볼 때 시장 규모는 더욱 증가될 것으로 전망된다(June et al 1998).

한편, 방사선 조사는 식품의 위생화 및 저장성 증진을 위한 가공 기술로 최근에는 전분의 물리, 화학적 성질 변화를 통해 새로운 식품으로 개발하는 연구가 진행되고 있다. 방사선 조사된 전분의 주요 특징은 점성의 감소, 효소적 가수분해의 감수성 증대 및 용해도의 증가와 팽윤력의 감소이며, 이러한 현상은 방사선 조사에 의한 전분의 depolymerization에 의한 결과로 보고되고 있다(Bao & Corke 2002). 현재까지 국내에 보고된 방사선 조사 죽에 관한 연구는 쌀미음의 예나

* Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-822-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

지 밀도 및 저장성 증대를 위한 최적 감마선 조사선량(Lee *et al* 2004), 감마선 조사된 시판 분말죽의 특성 연구(Yook *et al* 2004)에 관한 보고가 있다. 이에 본 연구는 전통 죽의 가장 기본이 되는 옹근죽에 방사선 조사하였을 때 미생물학적·이화학적 특성을 평가하여 전통 죽류의 현대적인 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 죽 제조

본 실험에 사용한 쌀(뽕쌀, 서해진미)은 대전 서부농업협동조합에서 구입하여 실온에 보관하면서 사용하였다. 본 실험에서는 통쌀(> 2.5 mm)로 제조한 전죽을 모델로 하였다. 즉, 쌀알의 모양이 유지되는 옹근죽 형태의 통쌀죽을 제조하였다. 쌀을 20℃에서 2시간 수침시키고 체에 받친 후 불린 쌀 246 g(불리기 전 쌀 무게 200 g)에 물 1,476 mL를 넣고 끓을 때까지 센불에서 가열하다가 약불로 줄이고 쌀알이 퍼질 때까지 교반하면서 가열하여 제조하였다.

2. 감마선 조사

감마선 조사는 Co-60 감마선 조사 시설(Point source, AECL, IR-79, Nordion Internatioanal Co. Ltd, Owatta, ON, Canada)을 이용하여 실온에서 시간당 5 kGy의 선량율로 각각 0, 1, 3, 5, 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다.

3. 미생물 실험

제조된 쌀죽의 총 균과 대장균군 생육을 검사하였다. 죽 10 g을 멸균수 90 mL에 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)에서 균질화(Speed 7, 2 min)시킨 후 희석하여 각각의 배지에 분주하여 생균수를 평판 배양법으로 측정하였다. 총 균은 nutrient broth (Difco, Co, USA)와 agar powder(Samchun Chemical Co.)를 혼합하여 만든 배지, 대장균군은 EMB agar(Difco, Co, USA) 배지를 사용하였다. 총 균은 30℃, 대장균군은 37℃ 배양기에서 48시간 배양 후 나타난 colony를 계수하였으며, 대장균군은 금속성을 띠는 흑녹색의 집락을 계수하였다. 미생물수는 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

4. pH

AOAC(1990) method를 적용하여 쌀죽 15 g을 100 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)로 균질화(speed 7, 2 min)하고 30분간 상온에서 방치한 후 상층액의 pH를 pH meter(420 Benchtop, Orion Research Inc, USA)를 사용하여 측정하였다.

5. 점도

쌀죽의 점도는 제조한 후 25℃까지 냉각시킨 후 점도와 제조한 쌀죽을 100 g씩 nylon film(Sunkyung Co. Ltd, Seoul, Korea) 포장지에 합기 포장한 후 끓는 물에 3분간 중탕한 후 냉각시키면서 80, 60, 40 및 25℃ 온도에서의 점도를 각각 측정하였다. 측정 방법은 500 mL 비이커에 350 mL의 쌀죽을 넣고 점도계(Brookfield Digital Viscometer DV II+, USA)로 측정하였다.

6. 밥알의 조직감

쌀죽 밥알의 조직감 특성을 알아보기 위하여 밥알 표면의 수분을 제거한 후 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co, England)를 사용하여 probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도, 씹힘성, 응집성 및 탄력성을 측정하였다. 이때 probe는 직경이 10 mm인 compression plate이었고 force threshold는 10 g, pre-test speed, post-test speed 및 test speed는 5.0 mm/s이었으며, 압축시 변형률(strain)은 75%를 주어 측정된 값을 측정하였다(Kim *et al* 2002).

7. 초미세 구조(Scanning Electron Microscope)

분말화된 쌀죽 시료의 초미세구조는 주사전자현미경으로 관찰하였다. 시료를 carbonyl tape으로 채취한 뒤 sputter coater(Spi supplies, USA)를 이용하여 10~30 nm의 두께로 백금을 코팅하고, 주사전자현미경(JSM-6300, JEOL Ltd, Japan)을 이용하여 가속전압 15~20 kV에서 촬영하였다.

8. 시차주사열량계(Differential Scanning Calorimetry)

쌀죽 건조시료를 DSC(DSC2010, TA instruments, USA)로 노화특성을 Kim CS의 방법(1996)에 준하여 평가하였다. 즉, 분말화된 쌀죽시료 5~6 mg을 large volume pan(900825.902, TA instruments, USA)에 넣어 죽 건조시료와 증류수의 비율이 1.0 : 2.5가 되도록 첨가하였으며, 수분이 증발하지 않도록 sample encapsulating press(TA instruments, USA)를 이용하여 재빨리 밀봉하였다. Reference pan은 빈 상태로 사용하였다. 이때 시료는 10℃/min의 속도로 20℃에서 90℃까지 가열하였으며 감도는 16 μ V/cm로 하였고, endothermic peak의 면적(enthalpy, ΔH) 및 T_o (onset temperature, $^{\circ}$ C), T_p (peak temperature, $^{\circ}$ C), T_c (conclusion temperature, $^{\circ}$ C)는 TA Universal Analysis 2000 program으로 분석하였다.

9. 통계처리

감마선 조사한 쌀죽의 실험 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) soft-

ware package 프로그램을 이용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 미생물 평가

방사선 조사된 쌀죽(고형물 12%, 입자 크기 >2.5 mm)의 총 균과 대장균군 측정 결과는 Table 1과 같다. 제조 직후 쌀죽의 총 균수는 2.40 log CFU/g였으며, 1 kGy 이상의 방사선 조사에 의해 검출한계(2 log CFU/g)이하로 사멸되었다. 쌀죽을 25°C에서 저장하였을 때 비조사구는 1일 후 총 균수가 7.40 log CFU/g으로 증가하였으며, 부패취 등 부패 현상이 나타나 가식이 불가능하였다. 3일 후 비조사구의 총 균수는 7.45 log CFU/g으로 나타났으나 방사선 조사구는 조사선량이 증가할수록 총 균수가 감소하였으며, 10 kGy 조사구는 미생물이 검출되지 않았다. 한편, 대장균군은 비조사구와 조사구 모두에서 검출되지 않았다. Lee et al(2004)이 쌀미음에 방사선 조사한 후 20°C에 저장하면서 미생물 생육을 관찰한 결과 비조사구의 초기 미생물수는 4.9 log CFU/g이었으며, 7.5 kGy 이상의 조사구는 저장 6주까지 미생물이 검출되지 않았다고 보고하였다. Lee et al(2004)은 원료 쌀에 조사한 후 미음을 제조하여 저장하였을 때에는 조리 기구, 포장재 및 조리 환경에 의해 2차 오염되어 조사선량에 관계없이 저장 2~4주에 모두 부패 현상이 나타난 반면, 쌀미음에 조사하였을 때에는 완제품에 조사하여 2차 오염이 없어 방사선 조사에 의해 미생물학적 안전성을 확보할 수 있었다고 보고하였다. Sol-

Table 1. Effect of gamma-irradiation on total bacteria and *Escherichia coli*(log CFU/g) of rice porridge during storage at 25°C

	Storage period (days)	Irradiation dose(kGy)				
		0	1	3	5	10
Total bacteria	0.0	2.40	ND. ¹⁾	ND.	ND.	ND.
	1.5	7.40	6.48	5.78	3.85	ND.
	3.0	7.45	6.50	6.30	5.47	ND.
<i>E. coli</i>	0.0	ND.	ND.	ND.	ND.	ND.
	1.5	ND.	ND.	ND.	ND.	ND.
	3.0	ND.	ND.	ND.	ND.	ND.

¹⁾ ND. : Not detected within the detection limit < 10² CFU/g.

berg et al(1990)에 의하면 ready-to-eat 형태의 식품에 있어서 총 균수가 10⁵ CFU/g 이하인 상태를 안전 수준이라고 하였으나 섭취 대상이 면역력이 약한 환자, 노인 및 영유아인 경우에는 반드시 안전한 제품이라고 결론지을 수 없을 것이다. Min et al(1993)은 국내 유통 중인 이유식의 미생물을 검사한 결과, 냉장 보관 14일째부터 모든 시료에서 미생물이 검출되기 시작하여 이유식 제조시 각별한 위생처리가 요구됨을 지적하였다. 따라서 감마선 조사에 의한 쌀미음의 보존 중 일 반세균의 생장을 유의적으로 억제하여 미생물학적 안전성을 확보하기 위해서는 5 kGy 이상의 조사가 필요한 것으로 사료된다.

2. pH

방사선 조사된 쌀죽의 pH를 Table 2에 나타내었다. 입자 크기 및 고형물 함량에 관계없이 모든 시료에서 방사선 조사 선량이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 방사선 조사에 의한 pH 감소 현상은 사과 주스(Baraldi D 1973)와 밥(Lee et al 2004)과 같은 다른 식품에서도 보고된 바 있다. 이 같은 pH 감소 현상은 당 용액이 조사될 때, pH 값은 gluconic acid, glyceric acid, deoxyketoheonic acid, 2-deoxygluconic acid와 같은 sugar acid가 생성되기 때문으로 사료된다(Diehl et al 1978, Stewart EM 2001).

3. 점도

방사선 조사된 쌀죽의 점도와 일반적인 즉석죽을 섭취할 때처럼 100°C에서 3분간 중탕한 후 60, 40 및 25°C로 냉방하여 측정된 점도값을 Table 3에 나타내었다. 조사선량이 증가할수록 점도값이 유의적으로 감소하였다. 이러한 방사선 조사에 의한 점성의 저하 현상은 많은 연구 결과에서 보고되었으며, 이는 쌀죽에 함유된 전분의 호화 후 gel이 방사선 조사에 의해 depolymerization되었기 때문이다. 병원의 환자식 및 영유아의 이유식에 사용되는 죽식(유동식)은 대상의 저작 능력에 따라 연식, 전유동식, 맑은 유동식으로 나뉘며, 이는 각각 전죽, 7부죽, 5부죽이 사용되고 이들의 고형물 함량은 각각 12%, 10%, 8%이다(모 등 1996). 소화 능력 및 저작 능력이 저하될수록 연식(전죽)보다는 점도가 낮아 섭취가 쉬

Table 2. pH of gamma-irradiated rice porridge

	Irradiation dose(kGy)				
	0	1	3	5	10
pH	6.98 ^c	6.92 ^b	6.91 ^b	6.67 ^a	6.70 ^a

^{a-c} : Means in the same line (heating condition) with different letters are significantly different(p<0.05).

Table 3. Viscosity(cP) of gamma-irradiated rice porridge

Irradiation dose(kGy)	Temperature(°C)			Correlation	R ²
	25	40	60		
0	36,933	25,600	11,167	Y=-735.4X+55209 ¹⁾	0.9998
1	18,833	14,100	8,833	Y=-284.5X+25777	0.9973
3	16,333	11,167	7,400	Y=-251.6X+22118	0.9705
5	3,597	2,600	1,097	Y=-71.6X+5416	0.9988
10	2,500	1,180	603	Y=-52.8X+3629	0.9099

¹⁾ X is temperature, Y is viscosity.

운 맑은 유동식(5부죽)을 제공한다. 그러나 맑은 유동식은 고형물 함량이 매우 적어 장기간 급식시 심각한 영양 부족 상태가 된다. Lee *et al*(2004)과 Yook *et al*(2004)은 조사에 의해 점성이 너무 높아 고형분량을 늘릴 수 없는 열량 밀도가 낮은 죽의 단점을 보완하기 위하여 방사선 조사를 함으로써 1회 섭취시 약 25~30 kcal의 열량을 보충할 수 있었다고 보고한 바 있다. 본 연구 결과에서도 방사선 조사에 의해 점도가 감소하여 고형물 함량이 12%인 전죽이 1 kGy 조사에 의해 고형물 함량 8%인 5부죽 수준(25°C : 20,333 cP, 40°C : 16,300 cP, 60°C : 8,533 cP)으로 감소하였다. 즉, 방사선 조사에 의해 영양밀도가 높으면서 낮은 점성을 가진 쌀죽의 제조가 가능함을 확인하였다.

또한, 죽의 온도와 점도 사이의 상관관계를 살펴본 결과, 대조군의 경우 735.4의 기울기를 나타내었고, 방사선 1, 3, 5 및 10 kGy 조사군은 각각 284.5, 251.6, 71.6, 52.8을 나타내어 조사선량이 증가함에 따라 온도 하강에 따른 점도 증가폭이 작음을 알 수 있었다.

4. 밥알의 조직감 및 초미세 구조

통쌀로 제조한 쌀죽의 밥알의 조직감을 Table 4에 나타내었으며, 밥알의 모습은 Fig. 1에 나타내었다. 방사선 조사선량이 증가할수록 밥알의 탄성, 응집성은 증가하였으나 부착성, 씹힘성, 경도는 감소하였다. 이는 방사선 조사에 의해 밥알의 입자가 파괴되었기 때문에 사료되며, SEM 결과(Fig. 2)를 보면 감마선 3 kGy 조사시 큰 구멍이 보이기 시작했으며, 감마선 5 kGy와 10 kGy 조사구에서 균열이 일어났음을 볼 수 있다. 쌀 입자 구조의 파괴는 전분 및 단백질과 성분의 변화를 야기시켜 결과적으로 앞에서 언급한 점도 감소와 같은 전분의 이화학적 특성에 영향을 주는 것으로 사료된다. Sokhey & Chinnaswamy(1993)는 저선량 조사는 전분 입자 구조에 영향을 주지 않았으나, 고선량 조사는 전분 입자 구조의 파괴 원인이 된다고 보고한 바 있다. Wu *et al*(2002)은 1 kGy

감마선 조사에 의해서도 전분 입자의 구조가 변형되었다고 보고하였다. 본 연구 결과의 쌀죽 경우에도 경도 및 씹힘성이 감소하여 저작 능력이 약화된 노인, 환자, 영유아가 섭취하기에 좋은 상태로 변화되었음을 확인하였다.

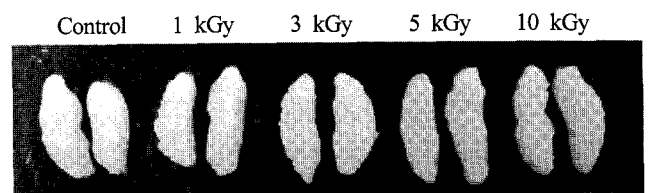
5. DSC를 통한 노화 특성

방사선 조사가 쌀죽의 노화 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 측정된 결과는 Fig. 3, Table 5와 같다. 조사선량이 증가함에 따라 쌀죽의 enthalpy가 감소하여 노화 진행 속도의 지연을 예측할 수 있었다. Enthalpy 감소폭을 살펴보면 5

Table 4. Texture profile of gamma-irradiated rice porridge

Texture profile	Irradiation dose(kGy)				
	0	1	3	5	10
Springiness	0.396 ^a	0.478 ^b	0.445 ^{ab}	0.446 ^{ab}	0.486 ^b
Cohesiveness	0.259 ^a	0.268 ^a	0.257 ^a	0.264 ^a	0.273 ^a
Adhesiveness	-3.474 ^a	-2.480 ^{ab}	-1.415 ^{bc}	-0.837 ^c	-0.855 ^c
Chewiness	23.38 ^{ab}	30.63 ^b	23.67 ^{ab}	19.83 ^a	21.60 ^{ab}
Hardness(g)	231.9 ^b	238.3 ^{bc}	203.4 ^{abc}	169.4 ^{ab}	161.9 ^a
Resilience	0.045 ^a	0.050 ^a	0.050 ^a	0.055 ^a	0.056 ^a

^{a-c} : Means in the same line (heating condition) with different letters are significantly different($p < 0.05$).

**Fig. 1. Granule of gamma-irradiated rice porridge.**

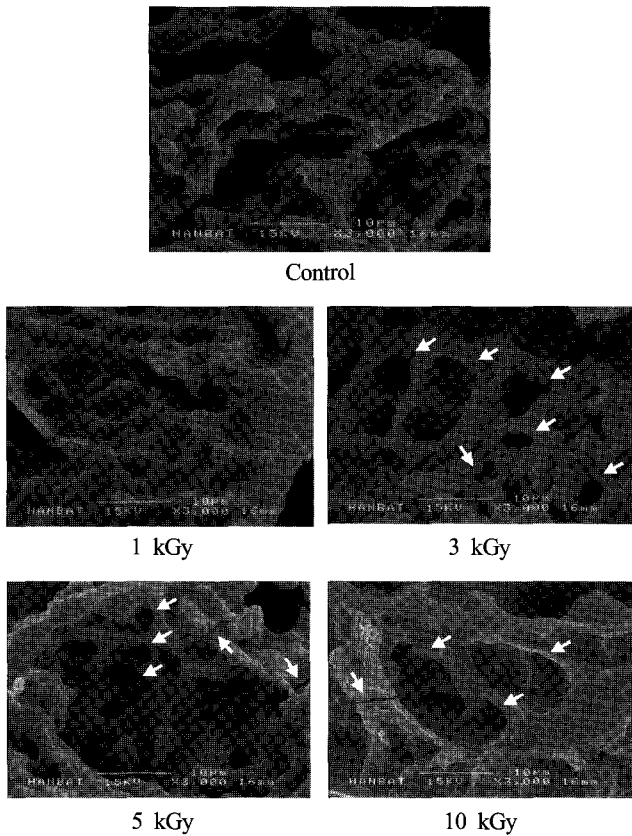


Fig. 2. Scanning electron micrograph (×3,000) of gamma-irradiated rice porridge. Crack and hole were indicated by arrow.

Table 5. DSC properties of gamma-irradiated rice porridge

Irradiation dose (kGy)	T _o ¹⁾	T _p ²⁾	T _c ³⁾	ΔH ⁴⁾ (J/g)
0	27.09	36.16	36.35	250.3
1	26.83	33.71	35.06	230.3
3	26.79	33.09	35.53	195.7
5	25.61	31.54	33.40	194.2
10	27.66	32.87	35.27	206.5

1) T_o : onset temperature(°C).
 2) T_p : peak temperature(°C).
 3) T_c : conclusion temperature(°C).
 4) ΔH : enthalpy.

kGy 조사시 194.2 J/g으로 대조군의 78%에 해당하는 수치였다. Bao & Corke(2002)은 pH 7에서 DSC 측정 결과, 감마선 조사된 쌀의 gelatinization temperatures가 조사선량에 따라 점차 감소한 반면 감자 전분의 조사선량의 증가에 따라 ge-

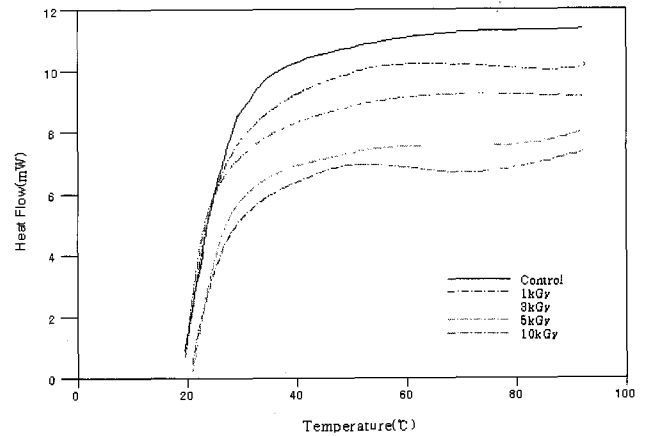


Fig. 3. DSC curve of gamma-irradiated rice porridge.

latinization enthalpy가 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 다른 경향을 보였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 죽식의 점성을 감소시켜 열량 밀도를 높이고 미생물학적 안전성을 증대시킬 수 있는 방안으로 방사선 조사 기술을 선택하였으며, 죽식의 가장 기본 형태인 흰죽을 모델로 하여 방사선 조사 기술 적용이 통쌀죽의 이화학적, 미생물학적 품질에 미치는 영향을 평가하였다. 제조 직후 쌀죽의 총 균수는 2.4 log CFU/g였으며, 1 kGy 이상의 방사선 조사에 의해 검출 한계(2.0 log CFU/g)이하로 사멸되었다. 또 쌀죽을 25°C에서 저장하면서 관찰하였을 때 조사선량이 증가할수록 총 균수가 감소하였으며 10 kGy 조사구는 미생물이 검출되지 않았다. 점도를 40°C에서 측정 한 결과, 모든 시료에서 조사선량이 증가할수록 점도값이 유의적으로 감소하였다. pH는 조사선량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 띠었다. 방사선 조사선량이 증가할수록 통쌀죽(입자크기 > 2.5 mm)의 밥알의 탄성, 응집성은 증가하였고 부착성, 썩힘성, 경도는 감소하였다. 주사전자현미경을 통해 초미세구조를 살펴본 결과, 조사구의 경우 비조사구에 비해 구멍이 많았고 5 kGy 이상의 선량에서 균열 현상이 일어나는 것을 관찰할 수 있었다. 노화 특성을 알아보기 위해 DSC를 측정하였는데 조사선량이 증가함에 따라 쌀죽의 enthalpy가 감소하였다.

감사의 글

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

문헌

- 모수미, 이연숙, 구재옥, 손숙미 (1996) 식사요법. 교문사, 서울. pp 49-66.
- AOAC (1990) *Official Methods Analysis* 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Virginia. pp 918.
- Bao J, Corke H (2002) Pasting properties of gamma-irradiated rice starches as affected by pH. *J Agric Food Chem* 50: 336-341.
- Baraldi D (1973) Effect of gamma irradiation on D-glucose present in apple juice. *J Food Sci* 38: 108-111.
- Diehl JF, Adam S, Delincée H, Jakubick V (1978) Acidolysis of carbohydrates and of carbohydrate-containing foodstuffs. *J Agric Food Chem* 26: 15-20.
- June JH, Yoon JY, Kim HS (1998) A study on development of hodojook. *Korean J Dietary Culture* 13: 509-518.
- Kim CS (1996) Degree of retrogradation of non-waxy and waxy rice cakes during storage determined by DSC and enzymatic methods. *Korean J Soc Food Sci* 12: 64-70.
- Kim GY, Lee CJ, Park HW (1998) A comparative study on the literature of the cooking product of grain(Rice, Gruel) in *Imwonshibyukji(I)* *J East Asian Dietary Life* 8: 360-378.
- Kim MR, Seo JH, Heo OS, Oh SH, Lee KS (2002) Physicochemical and sensory qualities of commercial sikhes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 728-732.
- Lee HJ, Chang PS, Lee YH (2003) Classification and category determination of Korean traditional cereal foods. *Food Sci Industry* 36: 47-65.
- Lee HJ, Jurn JI (2000) Research of kinds of rice porridges and recipes of it. *Korean J Food Nutr* 13: 281-290.
- Lee YS, Oh SH, Lee JW, Kim JH, Kim JH, Kim KS, Kim WG, Byun MW (2004) Optimum of gamma irradiation dose for rice-based infant foods with improved energy-density and shelf-life. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 894-898.
- Min SH, Sohn KH, Yoon S (1993b) Development of the supplementary foods for infants using Korean foods-safety storage assay and sensory evaluation of the supplementary foods for infants-. *Korean J Soc Food Sci* 9: 105-108.
- Shin HS, Cho EJ (1996) Analytical study of jook(Korean gruel) appeared in the books. *Korean J Dietary Culture* 11: 609-619.
- Sokhey AS, Chinnaswamy R (1993) Chemical and molecular properties of irradiated starch extrudates. *Cereal Chem* 70: 260-280.
- Solberg M, Buckaler JJ, Chen CM, Schffner DW, O'Neill K, McDowell J, Post LS, Boderck M (1990) Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Tech* 44: 68-71.
- Stewart EM (2001) Food irradiation chemistry. Food irradiation: Principles and applications. Wiley Interscience, New York. pp 37-76.
- Wu D, Shu Q, Wang Z, Xia Y (2002) Effect of gamma irradiation on starch viscosity and physicochemical properties of different rice. *Radiat Phys Chem* 65: 79-86.
- Yook HS, Lee YS, Lee JW, Oh SH, Kim JH, Kim DS, Byun MW (2004) Textural and sensory characteristics of gamma irradiated porridges. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 427-432.

(2006년 12월 22일 접수, 2007년 2월 3일 채택)