

방사선 조사한 쌀가루로 만든 죽의 이화학적 특성

양윤형 · 김민희 · 권오윤 · 이근종 · 박수천¹ · 이주운² · 변명우² · 김미리^{*}
충남대학교 식품영양학과, ¹대전지방식품의약품안전청,
²한국원자력연구원, 방사선과학연구소 방사선식품생명공학팀

Effects of Gamma Irradiation on the Physicochemical Properties of Rice Flour Porridge

Yun Hyoung Yang, Min Hee Kim, Oh Yoon Kwon, Kun Jong Lee, Soo-Cheon Park¹,
Ju-Woon Lee¹, Myung-Woo Byun¹, Mee Ree Kim^{*}
Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University,

¹Daejeon Regional Food & Drug Administration 584 Gyeryoung No., Daejeon 302-713, Korea

²Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic
Research Institute, Jeongup 580-185, Korea

Abstract

The aim of this present study was to evaluate the effects of gamma-irradiation on the microbial and physicochemical characteristics of the rice flour porridge. The viscosity of the gamma-irradiated rice flour porridge was decreased as compared to that of the control. The soluble solid and reducing sugar content of the rice flour porridge was increased according to the gamma irradiation dose, while the blue value was decreased. From the results of a DSC curve, it was suggested that gamma irradiation delayed the retrogradation of the cooked rice flour porridge. The sensory score for overall acceptance and the chewing times for swallowing of the porridge, decreased with gamma irradiation doses above 3 kGy. Based on these results gamma irradiation may significantly enhance the swallowability of rice porridge, especially for elderly or infant subjects who have decreased mastication. However, more research is needed to improve the sensory qualities for the industrial application.

Key words : Gamma irradiation, rice flour porridge, qualities

1. 서 론

쌀죽은 위장의 보호와 기운을 보하고 진액이 생성되어 공복에 먹어도 누구에게나 좋고 환자식 특히 위장병과 소화 불량에 가장 효험있는 처방식으로 어린이나 노약자는 물론 소화기가 약한 사람의 경우나 설사, 탈수시에도 유용한 식품이라고 알려져 있다(Lee HJ와

Jum JI 2000). 따라서 죽은 노인, 유아, 환자 음식 및 간단한 식사 대용식으로 널리 이용되고 있으며, 최근에는 예피타이저나 스프의 대용으로 개발되어 분말죽, 레토르트죽 등으로 시판되고 있으며, 죽제품의 국내 시장 규모는 2000년도 매출액 추정치로 약 800억원이 넘고 전국의 소규모 전문점까지 합하면 1,500억으로 볼 수 있으며, 가공 방법도 점점 다양해지고 있는 양상이나, 죽의 주재료는 흰죽, 현미죽으로, 대부분이 곡류 중심이다(Son JH 등 2001, Kim MN 1982, Lee HO 등 1991, June JH 등 1998).

전통적으로 쌀죽은 입자크기에 따라 쌀죽을 응근죽, 원미죽, 무리죽 등으로 나눌 수 있는데, 응근죽은 쌀알

Corresponding author : Mee Ree Kim, Department of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea
Tel : 82-42-821-6837
Fax : 82-42-821-8887
E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

을 그대로 끓인 것이고, 원미죽은 쌀알을 반 정도 갈아서 만들며, 무리죽은 쌀알을 완전히 곱게 갈아서 만든 것으로 비단죽이라고도 한다(Mo SM 등 1996).

그러나 곡류를 이용한 죽은 조리중 전분의 호화로 인한 점성으로 인해 많은 양의 물을 첨가하는 것이 필수적이므로 자연히 0.28~0.50 kcal/g 정도로 열량밀도가 낮아지고(Michaelsen KF와 Friis H 1998, Capanzana MV와 Buckle KA 1997) 반대로 죽의 고형분이 증가되면 부피가 증가될 뿐 아니라 점도가 높아져 섭취가 제한되고 제품품질도 저하된다. 특히, 쌀알을 곱게 갈은 쌀가루로 만든 죽은 동일한 쌀 무게로 제조한 통쌀죽, 용근죽에 비하여 점도가 높아 상대적으로 열량밀도가 낮은 것이 특징이다. 그러나, 수술후 환자식이나 노인층을 대상으로 하는 특수환자식의 경우, 소화효소 분비 감소 및 생리적 기능 저하로 여러 가지 소화기 장애가 나타나, 점도가 너무 높은 경우 연하 곤란이 되거나 목이 메는 현상이 나타나므로 죽의 농도를 고려해야 한다(Son JH와 Chyun JH 2001). 또한 영유아식의 경우에도, 췌장 α -amylase의 분비가 미비하므로 점도가 높으면 설사와 흡수 불량에의 원인이 된다(Choi JS와 Sohn KH 1997). 그러나 점도를 낮추면 열량밀도는 더욱 낮아져 하루에 필요한 열량을 죽으로 급여해야 할 경우에는 부피가 커지므로 자주 급여해야 하는 단점 이외에도 튜브식이나 캔 등으로 포장하는 경우에는 부피가 커서 운반 및 저장시에 비용이 많이 드는 단점이 있다.

최근, 감마선 조사기술을 이용하여 전분의 물리, 화학적 성질을 변화시키는 연구가 진행되고 있다. 감마선 조사된 전분의 주요 특징은 점성 감소, 효소적 가수분해의 감수성 증대, 용해도 증가 및 팽윤력 감소 등이다(Sokhey AS와 Hanna MA 1993, Kerf M 등 2001).

이에 본 연구는 전통 죽의 조리법 중에 쌀알을 완전히 곱게 갈아서 만든 무리죽에 방사선 조사하였을 때 이화학적 특성을 평가하여 전통 죽류의 현대적인 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료 및 죽의 제조

본 실험에 사용한 쌀(멥쌀, 서해진미, 2005년산)은 대전 서부농업협동조합에서 구입하여 실온에 보관하면

서 사용하였다. 죽은 쌀알을 완전히 곱게 갈아서 만든 무리죽 형태의 쌀가루죽을 모델로 하여 제조하였다. 즉, 쌀을 20℃에서 2시간 수침시킨 뒤 수분을 제거한 후 수침한 쌀을 분쇄기(II Jin Co., Korea)로 분쇄하여 0.7 mm 체에 걸러 사용하였다. 불린 쌀 246 g(불리기 전 쌀 무게 200 g)에 물 1,476 mL를 넣고 끓을 때까지 센불에서 가열(3 min)하다가 약불로 줄이고 쌀알이 퍼질 때까지 교반하면서 가열(8 min)하여 제조하였다.

2. 감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소 내 Co-60 감마선 조사 시설(Point source, AECL, IR-79, Nordion International Co. Ltd, Owatta, ON, Canada)을 이용하여 100 g씩 nylo film(Sunkyung Co. Ltd., Seoul, Korea) 포장지에 합기포장 한 쌀가루 죽을 실온에서 시간당 5 kGy의 선량률로 각각 0, 1, 3, 5 또는 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다.

3. 점도

쌀가루 죽의 점도는 끓는 물에 3분간 증탕한 후 항온이 유지되는 water bath에서 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.

4. 가용성 고형물 함량 및 환원당

쌀가루 죽의 가용성 고형물 함량은 당도계(Hand Refractometer, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 -70℃ 저온냉장고에서 24시간 동결시킨 후 Freeze Dryer(Model SFDSM12, Samwon Eng Co., Korea)에서 동결건조하여 분말화한 쌀가루 죽을 시료로 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법(Chaplin MF와 Kennedy JF 1986)으로 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.

5. 칭가

쌀가루 죽의 칭가는 Noh의 방법(Noh MJ 2000)에 준

하여 측정하였다. 즉, 동결건조하여 분말화한 쌀가루 죽시료 200 mg을 50 mL 용량 플라스크에 취하여 1 N NaOH 용액 0.5 mL와 potassium hydrogen tartarate 0.09 g을 넣고 증류수를 가하여 총량이 약 45 mL가 되도록 희석하였다. 요오드 용액(2 mg I₂/mL, 20 mg KI/mL) 0.5 mL을 가한 후 증류수로 50 mL까지 정용한 후 20분간 발색시킨 다음 분광광도계를 사용하여 680 nm에서 흡광도를 측정하고, 아래의 식에 따라 청가를 구하였다.

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

6. 색도

쌀가루 죽의 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.

7. pH

AOAC법(AOAC 1990)을 적용하여 쌀가루 죽 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.

8. 시차주사열량계(Differential Scanning Calorimetry)

쌀가루 죽 동결건조시료를 시차주사 열량계(DSC2010, TA instruments, USA)로 노화특성을 Kim의 방법(Kim CS 1996)에 준하여 평가하였다. 즉, 분말화된 쌀가루 죽시료 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°C/min의 속도

로 20°C에서 90°C까지 가열하였으며 감도는 16 μV/cm로 하였고, endothermic peak의 면적(enthalpy, ΔH) 및 To(onset temperature, °C), Tp(peak temperature, °C), Tc(conclusion temperature, °C)는 TA Universal Analysis 2000 program으로 분석하였다.

9. 관능적 특성과 수용도

쌀가루 죽의 관능적 특성과 수용도를 관찰하기 위해 죽에 관심이 있고 품질차이를 구별할 수 있는 충남대학교 식품영양학과 대학원생 10명을 패널요원으로 선발하여 7점 척도법을 사용하여 관능검사를 수행하였다. 쌀가루 죽시료는 100°C 물에 1회 증탕하여 배식적온(60±5°C)에서 실시하였으며, 이취(조사취)의 강도(1점:매우 약하다, 7점:매우 강하다), 삼키기 쉬운 정도(쌀가루 죽 한 손가락(15 g)을 떼서 입안에 넣고 표준속도(60번/분)로 씹으면서 삼키는데 필요한 씹음 횟수 측정) 및 전반적인 수용도(1점:매우 나쁘다, 7점:매우 좋다)를 평가하였다.

10. 통계처리

방사선 조사한 쌀가루 죽의 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.

III. 결과 및 고찰

1. 점도

방사선 조사된 쌀가루 죽의 점도를 일상식에서 즉석 죽을 섭취할 때와 같이 100°C에서 3분간 증탕한 후 60, 40 및 25°C로 방냉하여 측정된 각각의 점도값을 Table 1에 나타내었다. 조사선량이 증가할수록 점도는 감소하였다. 이는 쌀가루 죽에 함유된 호화된 전분이 방사선 조사에 의해 depolymeriazation되었기 때문으로 사료된다(Bao J와 Corke H 2002). 병원의 환자식 및 영유아의 이유식에 사용되는 죽식(유동식)은 급식대상의 저작능력에 따라 연식, 전유동식, 맑은 유동식으로 나뉘며, 이는 각각 전죽, 7부죽, 5부죽이 사용되고 이들의 고형물 함량은 각각 12%, 10%, 8%이다(Mo SM

등 1996). 소화 능력 및 저작 능력이 저하될수록 연식(전죽)보다는 점도가 낮아 섭취가 쉬운 맑은 유동식(5부죽)을 제공한다. 그러나 맑은 유동식은 고형물 함량이 매우 적어 장기간 급식시 심각한 영양 부족상태가 된다. Lee YS 등(2004)과 Yook HS 등(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 3 kGy 조사에 의해 고형물 함량 8%인 5부죽 수준(25℃ : 29,800 cP, 40℃ : 26,700 cP, 60℃ : 15,100 cP)으로 감소하였다. 즉, 방사선 조사에 의해 영양밀도가 높으면서 낮은 점성을 가진 쌀가루 죽의 제조가 가능함을 확인하였다.

또한, 죽의 온도와 점도 사이의 상관관계를 살펴본 결과, 대조군의 경우 758.4의 기울기를 나타내었고, 방사선 1, 3, 5 및 10 kGy 조사군은 각각 449.2, 354.3, 131.4, 45.1을 나타내어 조사선량이 증가함에 따라 온도 하강에 따른 점도 증가폭이 작음을 알 수 있었다.

2. 가용성 고형물 함량, 환원당 함량 및 청가

방사선 조사된 쌀가루 죽의 가용성 고형물 함량을 Fig. 1에 각각 나타내었다. 고형물함량은 대조군의 경우 5.50°Brix를 나타내었고, 방사선 1, 3, 5 및 10 kGy 조사군은 각각 5.70, 5.90, 6.30 및 6.50°Brix로 방사선 조사선량이 증가할수록 가용성 고형물 함량이 증가하는 경향을 나타내었고 환원당 함량은 Fig. 2에서와 같이 모든 시료에서 방사선 조사선량이 커질수록 증가하는 경향을 나타내어 가용성 고형물 함량과 유사한 결과를 나타내었다. 방사선조사에 의해 환원당 함량이 증가되는 현상은 다른 연구 결과(Raffi JJ 등 1981,

Ananthaswamy HN 등 1970)와도 일치하는 것으로, 방사선 조사에 의해 생성된 자유라디칼들은 전분 혹은 이당류에 있는 glucose의 C₁ 위치에서 glycosidic linkage 분열을 일으켜 결과적으로 이러한 radiolytic end products가 환원력을 갖는 것으로 보고되어 있다 (Raffi JJ 등 1981, Molins RA 2001). 한편, 방사선 조사된 쌀가루 죽의 청가는 Fig. 3에서와 같이, 방사선 조사선량이 증가함에 따라 감소하였다. 청가는 전분의 아밀로오스 함량을 측정하는 방법(Kim AJ 등 2004)으로 방사선 조사에 의해 아밀로오스 사슬이 일부 파괴된다는 것을 간접적으로 알 수 있었으며, 이 같은 결과는 옥수수, 고구마, 감자 전분에 방사선조사를 한 결과와 유사하였다(An KA 등 2004).

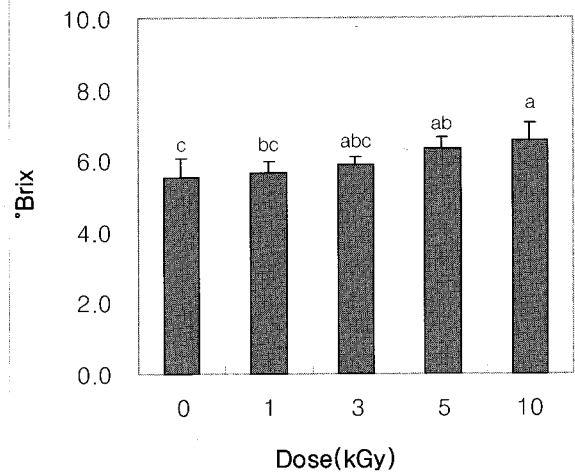


Fig. 1. Soluble solid contents(°Brix) of gamma-irradiated rice porridge.

^{a-c}Different letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 1. Viscosity(cP) of gamma-irradiated rice porridge

Irradiation dose(kGy)	Temperature(℃)			Correlation	R ²
	25	40	60		
0	62,750 ^a	42,500 ^a	35,400 ^a	Y=-758.4X+78482 ¹⁾	0.8804
1	46,750 ^b	37,500 ^b	30,800 ^b	Y=-449.2X+57066	0.9699
3	24,900 ^c	19,600 ^c	12,500 ^c	Y=-354.3X+33764	1.0000
5	13,300 ^d	10,200 ^d	8,600 ^d	Y=-131.4X+16173	0.9317
10	2,700 ^e	1,800 ^e	1,100 ^e	Y=-45.1X+3747	0.9764

¹⁾ X is temperature, Y is viscosity.

^{a-e}Means in the same column with different letters are significantly different($p < 0.05$).

3. 색도

방사선 조사된 쌀가루 죽의 색도를 Table 2에 나타내었다. 쌀가루 죽의 색상은 조사선량이 증가할수록 명도와 적색도가 감소하고 황색도는 증가하였다. 방사선 조사에 의한 쌀가루 죽에서의 황색도 증가는 잣죽의 경우에도 유사하였는데(Yook HS 등 2004), 황색도의 증가는 전분 입자의 분해로 생성된 환원당이 amino acid와 결합하여 Maillard 반응이 가속되어 나타난 것으로 알려져 있다(Oh SH 등 2006).

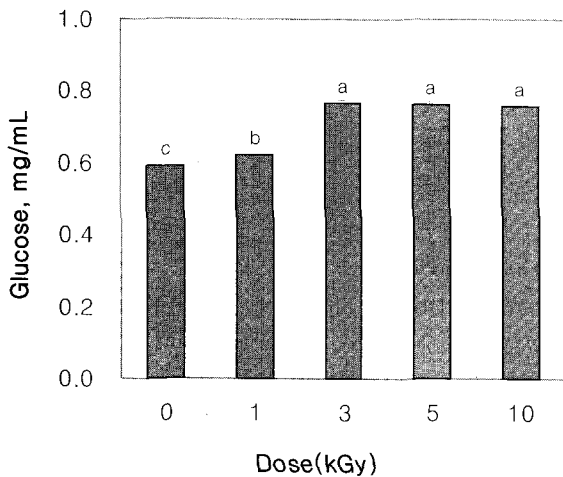


Fig. 2. Reducing sugar content of gamma-irradiated rice porridge.

^{a-c}Different letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

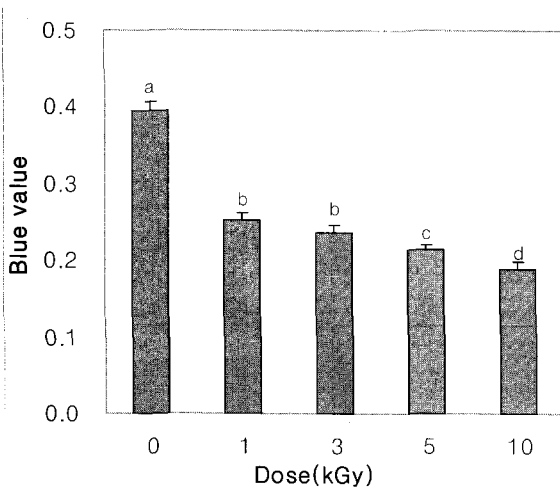


Fig. 3. Blue value of gamma-irradiated rice porridge.

^{a-d}Different letters on the unfilled bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

4. pH

방사선 조사된 쌀가루 죽의 pH를 Table 3에 나타내었다. 방사선 조사선량이 증가함에 따라 pH가 감소하는 경향을 나타내었다. 방사선 조사에 의한 pH 감소 현상은 사과 주스(Baraldi D 1973)와 밥(Lee YS 등 2004)과 같은 다른 식품에서도 보고된 바 있다. 이 같은 pH 감소 현상은 당 용액에 방사선을 조사하면, 당이 gluconic acid, glyceric acid, deoxyketoheonic acid, 2-deoxygluconic acid와 같은 sugar acid가 생성되기 때문이라고 보고되었다(Diehl JF 등 1978, Stewart EM 2001).

5. 노화 특성

방사선 조사가 쌀가루 죽의 노화 특성에 미치는 영향을 알아보기 위해 시차주사열량계로 측정된 결과를 Fig. 4, Table 4에 나타내었다. 조사선량이 증가함에 따

Table 2. Hunter Color of gamma-irradiated rice porridge

	Irradiation dose(kGy)				
	0	1	3	5	10
Lightness	65.93 ^a	64.48 ^{bc}	65.07 ^{ab}	63.48 ^c	64.56 ^{bc}
Redness	-3.62 ^a	-3.59 ^a	-3.61 ^a	-3.71 ^a	-3.86 ^a
Yellowness	0.21 ^c	0.31 ^{bc}	0.44 ^b	0.29 ^{bc}	0.81 ^a

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

Table 3. pH of gamma-irradiated rice porridge

	Irradiation dose(kGy)				
	0	1	3	5	10
pH	6.84 ^a	6.60 ^c	6.73 ^b	6.73 ^b	6.44 ^d

^{a-d}Means in the same row with different letters are significantly different($p < 0.05$).

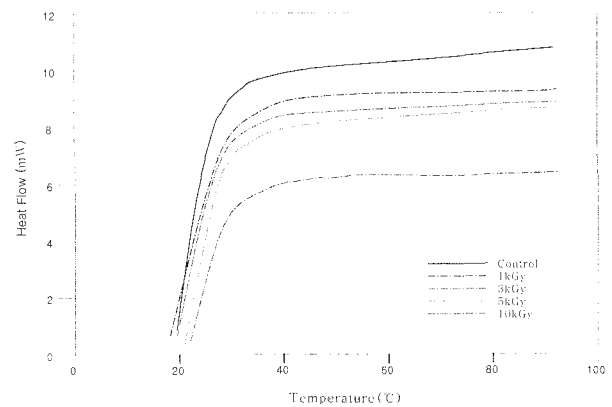


Fig. 4. DSC curve of gamma-irradiated rice porridge.

라 쌀가루 죽의 엔탈피가 감소하여 노화 진행 속도의 지연을 예측할 수 있었는데, 엔탈피 감소폭은 5 kGy 조사시 189.6 J/g으로 대조군의 59%에 해당하는 수치였다. 그러나 감자 전분의 경우에는 조사선량의 증가에 따라 호화 엔탈피가 증가하였다고 보고하여 본 연구 결과와는 다른 경향을 보였다(Bao J와 Corke H 2002).

6. 관능적 특성

방사선 조사 쌀가루 죽의 관능검사 결과를 Table 5에 나타내었다. 방사선 조사시 발생하는 이취 강도는 조사선량에 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다. 한편, 쌀가루 죽을 삼키는데 필요한 씹음 횟수는 조사선량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내어 점도 측정 결과(Table 1)에 상응하였다. 방사선 3 kGy 이상 조사시 쌀가루 죽의 이취가 유의적으로 증가하고 전반적인 수용도가 유의적으로 낮아지는 것으로 보아 관능적으로 볼 때 1 kGy이하의 방사선 조사가 바람직한 것으로 사료되며, 방사선 조사식품의 관능적 특성과 개선에 대한 연구가 앞으로 더 진행되어야 할 것이다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 쌀가루로 만든 죽에 방사선 조사 기술 적용시 죽의 이화학적 품질에 미치는 영향을 평가

하였다. 방사선 조사된 쌀가루 죽의 점도를 40℃에서 측정된 결과, 모든 시료에서 조사선량이 증가할수록 점도값이 감소하였다. 방사선 조사선량이 증가할수록 가용성 고형물 함량과 환원당 함량은 증가하는 경향을 나타내었고, 칭가는 감소하는 경향을 나타내었다. 쌀가루 죽의 색상은 조사선량이 증가할수록 명도와 적색도가 감소하고 황색도는 증가하였다. pH는 조사선량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 시차열량계로 측정된 방사선 조사된 쌀가루 죽은 조사선량이 증가함에 따라 엔탈피가 감소하여 노화 진행 속도의 지연을 예측할 수 있었다. 그러나 방사선 조사시 쌀가루 죽의 이취가 유의적으로 증가하고 전반적인 수용도가 유의적으로 낮아지는 것으로 보아 1 kGy이하의 방사선 조사가 바람직하며, 방사선 조사식품의 관능적 특성과 개선에 대한 연구가 앞으로 더 진행된다면 식품에 방사선 기술을 접목하는데 있어 그 활용도가 높아질 것으로 사료된다.

감사의 글

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

참고문헌

- An KA, Jo DJ, Kim HK, Kim SG, Kwon JH. 2004. Effect of gamma irradiation on viscosity and physicochemical properties of starches. *Korean J Food Sci Technol* 36(4): 547-552
- Ananthaswamy HN, Vakil U K, Sreenivasan A. 1970. Effect of gamma radiation on wheat starch and its components. *J Food Sci* 35(6): 795-798
- AOAC. 1990. Official Methods Analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Virginia. USA. p 918
- Bao J, Corke H. 2002. Pasting properties of gamma-irradiated rice starches as affected by pH. *J Agric Food Chem* 50(2):

Table 4. DSC properties of gamma-irradiated rice porridge

Irradiation dose(kGy)	T _o ¹⁾	T _p ²⁾	T _c ³⁾	ΔH ⁴⁾ (J/g)
0	28.55	32.42	35.83	319.3
1	28.81	33.51	34.95	225.9
3	29.13	33.91	34.85	219.2
5	29.26	36.42	34.90	189.6
10	30.07	37.22	33.93	180.5

¹⁾ T_o : onset temperature(℃).

²⁾ T_p : peak temperature(℃).

³⁾ T_c : conclusion temperature(℃).

⁴⁾ ΔH : enthalpy.

Table 5. Sensory evaluation of gamma-irradiated rice porridge

	Irradiation dose (kGy)				
	0	1	3	5	10
Off-flavor	1.1±0.3 ^d	1.7±0.9 ^{cd}	2.6±1.3 ^c	4.4±1.4 ^b	5.6±1.0 ^a
Chewing times	4.1±0.7 ^a	2.8±0.4 ^b	2.5±0.5 ^{bc}	2.1±0.7 ^c	2.0±0.7 ^c
Overall acceptance	6.3±0.7 ^a	6.0±0.7 ^a	4.6±0.7 ^b	3.3±1.1 ^c	3.1±1.1 ^c

^{a-d} Means in the same row with different letters are significantly different(p<0.05).

- 336-341
- Baraldi D. 1973. Effect of gamma radiation on D-glucose present in apple juice. *J Food Sci* 38(1): 108-111
- Capanzana MV, Buckle KA. 1997. Optimization of germination conditions by response surface methodology of a high amylose rice cultivar. *Lebensm Wiss u Technol* 30(2): 155-163
- Chaplin MF, Kennedy JF. 1986. Carbohydrate analysis. IRL Press Ltd., Washington, D.C. pp 3
- Choi JS, Sohn KH. 1997. Physicochemical properties of modified rice powder for rice-based infant foods I. Thermal-enzymatic treatment on rice powder. *Korean J Dietary Culture* 12(4): 375-382
- Diehl JF, Adam S, Delincee H, Jakubick V. 1978. Acidolysis of carbohydrates and of carbohydrate-containing foodstuffs. *J Agric Food Chem* 26(1): 15-20
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on development of hodojook. *Korean J Dietary Culture* 13(5): 509-518
- Kerf M, Mondelaers W, Lahorte P, Vervaeck C, Remon JP. 2001. Characterisation and disintegration properties of irradiated starch. *Intl J Pharmaceutics* 221(1-2): 69-76
- 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 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(2): 64-70
- Kim MN. 1982. The study of the changes of contents of phytic acid and quality of soymilk. M.S. Thesis, Korea University. Seoul. pp 2-42
- Lee HJ, Junn JI. 2000. Research of kinds of rice porridges and recipes of it. *J Korean Soc Food Nutr* 13(3): 281-290
- Lee HO, Kim ES, Chang MS. 1991. Effects of different methods of cooking on sensory and nutritional properties of Kongjook. *Korean J Soc Food Sci* 7(4): 35-40
- 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(5): 894-898
- Michaelsen KF, Friis H. 1998. Complementary feeding a global perspective. *Global Issue in Pediatric Nutrition* 14(10): 763-766
- Mo SM, Lee YS, Koo JO, Son SM. 1996. Dietary Therapy. Kyomunsa. Seoul. pp 49-66
- Molins RA. 2001. Food Irradiation: Principles and applications. John Wiley & Sons, Inc. New York. USA. pp 46-50
- Noh MJ. 2000. Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on disinfestation and physicochemical qualities of mung bean. M.S. Thesis. Kyungbook National University. Taegu. pp 2-87
- Oh SH, Lee YS, Kim JH, Kim JH, Lee JW, Kim MR, Yook HS, Byun MW. 2006. Effect of pH on non-enzymatic browning reaction during γ -irradiation processing using sugar and sugar-glycine solutions. *Food Chem* 94(3): 420-427
- Raffi JJ, Agnel JP, Thiery CJ, Frejaville CM, Saint-Lébe LR. 1981. Study of gamma-irradiated starches derived from diffenet foodstuffs: A way for extrapolating wholesomeness data. *J Agric Food Chem* 29(6): 1227-1232
- Sokhey AS, Hanna MA. 1993. Properties of irradiated starches. *Food Structure* 12(4): 397-410
- Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. 2001. Physiological effect of Korea black soybean pigment. *Korean J Food Sci Technol* 33(6): 764-768
- Son JH, Chyun JH. 2001. Comparative analysis of satisfaction level on hospital foods in elderly and middle aged patients. *Korean J Dietary Culture* 16(5): 442-450
- Stewart EM. 2001. Food irradiation chemistry. *Food irradiation: Principles and applications*. Wiley Interscience. New York. USA. pp 37-76
- 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(2): 427-432

(2007년 11월 6일 접수, 2007년 12월 18일 채택)