

감마선 조사된 시판 분말죽의 물성 및 관능특성

육홍선¹ · 이유석² · 이주운² · 오상희² · 김장호² · 김동수² · 변명우^{2*}

¹충남대학교 식품영양학과

²한국원자력연구소 방사선식품생명공학기술개발

Textural and Sensory Characteristics of Gamma Irradiated Porridges

Hong-Sun Yook¹, You-Seok Lee², Ju-Woon Lee², Sang-Hee Oh²,
Jang-Ho Kim², Dong-Soo Kim² and Myung-Woo Byun^{2*}

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

²Dept. of Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute,
Daejeon 305-353, Korea

Abstract

Effect of gamma irradiation on porridge viscosity was studied. Vegetable, beef and pine nut dry flour porridges were irradiated at 0, 2.5, 5, 7.5 and 10 kGy, and rheological characteristics and sensory qualities of irradiated porridge were evaluated. Hunter color lightness were decreased, while redness were increased in dry flour porridge with the increase of irradiation dose. Firmness, consistency, cohesiveness and viscosity of dry flour porridge were significantly decreased with the increase of irradiation dose ($p < 0.05$). Vegetable, beef and pine nut dry flour porridges at dose of 10 kGy reduced the viscosity with 93%, 71% and 55%, respectively. Irradiation greatly reduced the viscosity of porridges, probably by starch depolymerization. Irradiation increased the total solids and thus, can improve the calorie up to 30 kcal. Gamma irradiation was effective in enhancing calorie value of porridge due to reduction of viscosity. As a result of sensory evaluation, overall acceptability and the quality characteristics of irradiated porridges (up to 5 kGy) were not significantly different from those of the control ($p < 0.05$). In the vegetable porridge, the irradiated porridge at dose of 2.5 kGy was a significantly better overall acceptability than the non-irradiated porridge ($p < 0.05$).

Key words: irradiation, viscosity, porridge

서 론

죽은 곡물에 물을 많이 부어 오랫동안 가열함으로써 곡물의 알이 부서져 매우 연하게 되고 녹말이 완전히 호화되어 풀의 상태까지 되게 하는 음식으로서 소화기 매우 쉬우므로 주식의 개념보다는 노인, 유아, 환자 음식과 같은 보양 건강식으로 많이 이용되어 왔다(1). 현재 국내 죽제품의 시장규모는 대략 500억원 정도로 추정되고 있는데, 식생활의 변화가 점차 편의식을 선호하는 경향으로 바뀌면서 간편성, 편리성을 추구하는 현대인의 성향을 볼 때 시장규모는 더욱 증가할 것으로 전망된다(2).

한편, 노인층을 대상으로 하는 특수환자식의 경우, 환자의 고령으로 인해 소화효소 분비 감소 및 생리적 기능 저하로 여러 가지 소화기 장애가 나타나, 점성이 너무 높은 경우 연하 곤란이 되거나 목이 메는 현상이 나타나므로 죽·미음의 농도를 고려해야 한다(3). 최근 우리나라는 지속적인 경제성장으로 전반적인 생활수준이 향상되면서 국민의 평균수명이 높

아짐에 따라 2002년 조사 결과 65세 이상의 노인인구는 전체 인구의 약 7.9%이며 인구의 고령화 비율은 더욱 증가될 전망이다(4). 또한 이유식의 경우 예로부터 사용하였던 곡분 이유식은 점성이 너무 높고 열량밀도가 낮으며 탄수화물 소화와 관련하여 설사와 흡수 불량을 일으키는 단점을 안고 있다(5). 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 노력의 일환으로 열처리와 효소처리(5), 초산-가교처리한 쌀가루(6)를 이용하려는 연구가 진행되기도 하였다.

최근, 감마선 조사기술을 이용하여 전분의 물리, 화학적 성질을 변화시키는 연구가 진행되고 있다. 식품의 감마선 조사는 선진 여러 나라에서 곡류를 비롯한 다양한 식품에 이용되고 있는데, 잔류성이 전혀 없고 식품 고유의 풍미에 큰 영향 없이 식품을 장기 안전저장할 수 있다(7). 감마선 조사된 전분의 주요 특징은 점성의 감소, 효소적 가수분해의 감수성 증대 및 용해도의 증가와 팽윤력의 감소가 그것이며, 이러한

*Corresponding author. E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr
Phone: 82-42-868-8060, Fax: 82-42-868-8043

현상은 감마선 조사에 의한 전분의 depolymerization에 의한 결과로 보고되고 있다(8,9). 또한 최근 가열시 점성이 너무 높은 천연전분의 단점 해결 및 노화억제 방법의 일환으로 변성전분의 사용이 증가하고 있는데, 이 연구 분야에서 감마선 조사를 이용한 변성전분의 개발 또한 진행 중이다(10).

본 연구에서는 감마선 조사된 죽의 물성특성과 관능적 품질특성에 미치는 영향을 조사하고 감마선 조사에 의해 점성이 감소함에 따라 고형분 함량을 증가시켜 열량밀도를 증대시키고자 실시하였다.

재료 및 방법

시료의 구입 및 감마선 조사

본 실험에 사용한 건조분말죽은 (주) 오뚜기에서 제조·판매 중인 제품을 시중에서 구입하여 사용하였으며 영양성분표는 Table 1과 같다. 구입한 건조분말죽을 Co-60 감마선 조사 시설(IR-79, Nordion International Ltd., Ontario, Canada, 100 kCi)을 이용하여 실온에서 시간당 5 kGy의 선량률로 각각 2.5, 5.0, 7.5, 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 조사하였다. 흡수선량의 확인은 Fricke dosimetry(ceric/cerous dosimeter)(11)를 사용하였고, 선량의 오차는 ± 0.1 kGy이었으며, 조사실의 온도는 18°C이었다. 감마선 조사된 건조분말죽은 실온에 저장하면서 실험에 사용하였다.

색도 측정

건조분말 죽의 색도는 감마선 조사 직후 Hunter 색차계(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness)값을 측정하였다. 이때 zero calibration은 CM-A124 box를 이용하였고, white calibration은 CM-A120 box를 이용하였다.

죽의 제조

감마선 조사된 건조분말 죽은 권장 조리방법에 따라 야채죽, 쇠고기죽, 찹죽을 각각 10 g/100 mL, 10 g/100 mL, 16 g/100 mL로 농도를 조정된 후 중탕상태에서 끓는 물에 15분 가열하여 제조하였다. 농도에 따른 물성변화는 야채죽과 쇠고기죽의 경우 11~14%의 농도, 찹죽의 경우 17~21%의 농도로 고형분의 양을 증가시킨 후 같은 방법으로 제조하여 물성을 측정하였다.

텍스처 측정

감마선 조사가 죽의 물성학적 특성에 미치는 영향을 조사하기 위해, 가열처리한 죽을 40°C로 유지하면서 Texture Analyser(TA-XT2, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey,

England)로 측정하였다. 죽의 물성학적 특징은 Cock 등(12)의 방법을 인용하여 back extrusion rig(\varnothing 45 mm)로 측정하였으며, 측정조건은 test speed 5.0 mm/s이며, 25%의 변형률로 압착하였다. 측정 후 force-time curve로부터 얻어진 결과를 Herman 등(13)의 방법을 사용하여 해석하였다. 즉, curve의 +영역에서 얻어지는 최대힘을 견고성(firmness)으로, +면적($g \cdot s$)을 점조성(consistency)으로, -영역에서 얻어지는 최대힘을 응집성(cohesiveness), -면적($g \cdot s$)을 유체저항(resistance to flow/viscosity)으로 나타내었다.

관능평가

관능평가는 10명의 panel 요원을 선발하여 구성하였으며 3개의 시료에 대하여 9일 동안 3회에 걸쳐 반복하여 실시하였다. 색, 맛, 풍미 및 전반적인 기호도의 4가지 특성에 대하여 기호특성을 조사하였으며 조사취에 대해서는 강도특성을 5점 평점법으로 조사하였다. 기호도는 “매우 좋음(like extremely)”을 5점으로, “매우 싫음(dislike extremely)”을 1점, 조사취의 강도는 “매우 강함(extremely strong)”을 5점, “매우 약함(extremely weak)”을 1점으로 평가하였다. 시료 온도는 water bath를 이용하여 40°C를 유지하였으며, 평가시 종이컵에 약 30 mL씩 담아 검사원에게 제공하였다. 먼저 외관으로 색과 조사취를 판단한 후 수저를 이용하여 떠먹으면서 맛, 풍미, 조사취 및 전반적인 기호도를 평가하도록 하였다. 온도영향을 최소화하기 위해 시료제공 후 즉시 평가하도록 권고하였으며 시료는 세자리 숫자로 표기하여 제공하였다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, 10.0)(14)를 이용하여 one way ANOVA 분석후, 시료간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

감마선 조사 죽의 색도

감마선 조사에 의한 건조분말 죽의 색도 변화는 Table 2와 같다. 선량이 증가할수록 야채죽, 쇠고기죽, 찹죽의 lightness는 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나 redness는 증가하는 경향을 보였다. 찹죽의 경우 선량이 증가할수록 yellowness가 증가하는 경향을 보였는데 이러한 증가는 감마선 조사에 의해 생성된 free radical이 carbonyl compound와 amino acid 사이의 maillard browning 반응을 촉진시키기 때문인 것으로 생각되어지며 이런 결과는 다른 연구자들의 보고

Table 1. Nutritional compositions of commercial porridge powders

Porridges	Calorie (kcal/100 g)	Protein (g/100 g)	Fat (g/100 g)	Carbohydrate (g/100 g)	Sodium (mg/100 g)
Vegetable	385	7	4	80	2,350
Beef	390	7	5	79	1,910
Pine nut	405	9	9	72	1,900

Table 2. Effect of gamma irradiation on Hunter color values¹⁾ of vegetable, beef, pine nut porridges

Porridges	Irradiation dose (kGy)	L*	a*	b*	$\Delta E^{2)}$
Vegetable	0	73.94 ± 0.57 ^{a3)}	0.15 ± 0.78 ^d	21.01 ± 0.45 ^{ab}	-
	2.5	71.69 ± 0.16 ^b	1.38 ± 0.11 ^c	21.24 ± 0.23 ^a	6.63
	5.0	70.61 ± 0.64 ^c	2.18 ± 0.37 ^b	21.11 ± 0.14 ^a	16.73
	7.5	69.68 ± 0.77 ^d	2.57 ± 0.43 ^b	20.64 ± 0.43 ^{bc}	24.14
	10.0	69.03 ± 0.25 ^d	3.27 ± 0.15 ^a	20.25 ± 0.28 ^c	34.42
Beef	0	70.05 ± 0.82 ^a	1.26 ± 0.42 ^d	19.31 ± 0.26 ^c	-
	2.5	67.49 ± 0.82 ^b	2.75 ± 0.16 ^c	19.99 ± 0.46 ^{ab}	9.24
	5.0	66.95 ± 1.16 ^b	3.65 ± 0.35 ^b	20.06 ± 0.34 ^a	15.88
	7.5	67.13 ± 0.48 ^b	3.99 ± 0.17 ^b	19.98 ± 0.26 ^{ab}	16.43
	10.0	66.73 ± 0.67 ^b	4.98 ± 0.50 ^a	19.55 ± 0.41 ^{bc}	24.92
Pine nut	0	82.04 ± 0.29 ^a	1.89 ± 0.17 ^d	18.28 ± 0.28 ^d	-
	2.5	79.59 ± 0.45 ^b	2.73 ± 0.26 ^c	18.91 ± 0.37 ^c	7.11
	5.0	77.37 ± 0.85 ^c	3.25 ± 0.24 ^b	19.32 ± 0.27 ^b	24.74
	7.5	77.64 ± 0.35 ^c	3.50 ± 0.12 ^b	19.75 ± 0.25 ^a	24.11
	10.0	77.01 ± 0.89 ^c	3.91 ± 0.34 ^a	19.81 ± 0.32 ^a	31.72

¹⁾Each value represents mean ± SD.

²⁾ ΔE : Overall color difference $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$.

³⁾Means with different superscripts within a column are significantly different (p<0.05).

와도 일치하였다(15,16).

감마선 조사 죽의 물성 변화

감마선 조사선량에 따른 죽의 물성특성치의 변화는 Table 3과 같다. 모든 시료에서 감마선 조사선량이 증가할수록 견고성, 점조성, 응집성 뿐만 아니라 점성이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 야채죽의 경우 비조사구의 견고성은 75.6 g을 나타내었으나 10 kGy 조사구의 경우 38.33 g으로 약 49%의 감소율을 보였으며 쇠고기죽과 잣죽의 견고성 역시 각각 37%, 42%의 감소를 보였다. 특히, 열량밀도 증가에 문제점으로 지적되고 있는 점성은 모든 종류의 죽에서 선량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 점성의 저하는 감마선 조사에 의해 고분자량의 전분이 de-polymeriazation되어 저분자량의 화합물이 생성되기 때문이다(17). 감마선 조사로 인한 야채죽, 쇠고기죽, 잣죽의 점성

은 10 kGy 조사시 비조사구에 비해 각각 93%, 71%, 55%의 감소율을 나타내었다. 즉, 감마선 조사에 의해 죽의 점성이 낮아짐에 따라 고형분 함량을 증가시킬 수 있으며, 이러한 고형분 함량의 증대는 죽의 열량밀도를 증대시킬 수 있어 점성이 너무 높고 열량밀도가 낮은 죽의 단점을 보완할 수 있는 가능성을 시사하는 바이다.

농도에 따른 물성 변화

감마선 조사에 의해 죽의 물성 특성치가 낮아지는 특징에 착안하여 고형분의 양을 증가시켜 대조구와 유사한 물성을 갖는 농도를 찾고자 하였다. 각 농도에 따른 야채죽과 쇠고기죽의 물성 변화는 Table 4, 5와 같이 고형분의 함량이 증가할수록 점성 또한 증가하는 경향을 보였다. 야채죽의 경우 비조사구 10% 농도의 점성은 -110.2 g·s을 보인 반면 10 kGy 감마선 조사시에는 14% 농도에서 이와 유사한 값인 -102.7

Table 3. Effect of irradiation on texture parameters¹⁾ of vegetable, beef, pine nut porridges

Porridges	Parameter	Irradiation dose (kGy)				
		0	2.5	5.0	7.5	10.0
Vegetable	Firmness (g)	75.6 ± 4.6 ^{a2)}	56.3 ± 5.6 ^b	49.4 ± 0.5 ^b	39.6 ± 4.3 ^c	38.3 ± 1.1 ^c
	Cohesiveness (g)	-47.0 ± 4.9 ^c	-35.6 ± 5.4 ^b	-31.6 ± 2.3 ^b	-21.6 ± 2.1 ^a	-20.4 ± 3.1 ^a
	Consistency (g·s)	236.2 ± 13.1 ^a	172.3 ± 18.6 ^b	148.3 ± 1.3 ^b	105.2 ± 7.6 ^c	102.4 ± 3.6 ^c
	Viscosity (g·s)	-110.2 ± 11.1 ^d	-61.9 ± 16.3 ^c	-34.9 ± 8.8 ^b	-7.6 ± 0.3 ^a	-8.0 ± 2.7 ^a
Beef	Firmness (g)	82.2 ± 4.9 ^a	70.1 ± 4.2 ^{ab}	57.0 ± 5.5 ^{bc}	51.2 ± 3.2 ^c	46.8 ± 5.9 ^c
	Cohesiveness (g)	-51.4 ± 4.6 ^c	-42.3 ± 3.9 ^{bc}	-34.7 ± 7.6 ^{ab}	-29.9 ± 2.1 ^{ab}	-26.6 ± 4.5 ^a
	Consistency (g·s)	262.9 ± 1.3 ^a	188.6 ± 1.3 ^b	172.8 ± 8.6 ^c	128.1 ± 5.7 ^d	123.7 ± 2.3 ^d
	Viscosity (g·s)	-96.7 ± 5.4 ^d	-92.6 ± 2.6 ^d	-55.7 ± 1.8 ^c	-44.7 ± 1.1 ^b	-23.0 ± 0.3 ^a
Pine nut	Firmness (g)	132.0 ± 1.4 ^a	96.0 ± 9.8 ^b	89.1 ± 1.4 ^{bc}	83.5 ± 2.2 ^{cd}	75.9 ± 0.3 ^d
	Cohesiveness (g)	-102.9 ± 3.6 ^d	-67.5 ± 7.3 ^c	-60.3 ± 2.0 ^{bc}	-55.6 ± 0.8 ^{ab}	-46.9 ± 1.1 ^a
	Consistency (g·s)	470.7 ± 8.2 ^a	321.5 ± 23.1 ^b	292.5 ± 11.1 ^{bc}	270.1 ± 5.3 ^{cd}	244.6 ± 4.9 ^d
	Viscosity (g·s)	-271.1 ± 13.1 ^c	-184.3 ± 26 ^b	-159.5 ± 9.1 ^b	-146.7 ± 0.1 ^{ab}	-121.3 ± 5.5 ^a

¹⁾Each value represents mean ± SD.

²⁾Means with different superscripts within a row are significantly different (p<0.05).

Table 4. Changes of back extrusion parameter¹⁾ of the vegetable porridge treated with various concentrations of gamma irradiation

Parameter	Conc.	Irradiation dose (kGy)				Control ²⁾
		2.5	5.0	7.5	10.0	
Firmness (g)	10%	56.3±5.6 ^{b3)}	49.4±0.5 ^b	39.6±4.3 ^c	38.3±1.1 ^c	75.65±4.6 ^a
	11%	83.7±4.5 ^a	62.3±0.2 ^b	53.5±3.7 ^c	42.0±0.3 ^d	75.65±4.6 ^a
	12%	109.0±0.9 ^a	76.8±1.3 ^b	61.4±3.4 ^c	48.7±4.6 ^d	75.65±4.6 ^b
	13%	133.2±6.0 ^a	91.9±5.2 ^b	80.1±9.3 ^{bc}	51.8±2.9 ^d	75.65±4.6 ^c
	14%	155.5±4.0 ^a	132.0±13.5 ^{ab}	118.5±6.3 ^b	86.2±0.1 ^c	75.65±4.6 ^c
Cohesiveness (g)	10%	-35.6±5.4 ^b	-31.6±2.3 ^b	-21.6±2.1 ^a	-20.4±3.1 ^a	-47.0±4.9 ^c
	11%	-53.7±1.8 ^c	-37.5±0.7 ^b	-31.8±3.8 ^{ab}	-24.9±2.4 ^a	-47.0±4.9 ^c
	12%	-66.7±5.7 ^d	-48.8±2.0 ^c	-38.9±0.1 ^b	-28.2±0.4 ^a	-47.0±4.9 ^{bc}
	13%	-99.4±3.6 ^c	-62.4±2.4 ^b	-49.4±10.1 ^{ab}	-36.8±4.1 ^a	-47.0±4.9 ^a
	14%	-105.5±1.6 ^d	-85.5±6.4 ^c	-61.9±2.7 ^b	-51.1±2.4 ^a	-47.0±4.9 ^a
Consistency (g·s)	10%	172.3±18.6 ^b	148.3±1.3 ^b	105.2±7.6 ^c	102.4±3.6 ^c	236.2±13.1 ^a
	11%	278.0±7.4 ^a	200.3±6.0 ^c	165.3±9.6 ^d	123.7±5.8 ^c	236.2±13.1 ^b
	12%	345.0±1.5 ^a	250.5±8.7 ^b	184.1±3.7 ^c	159.1±10.8 ^d	236.2±13.1 ^b
	13%	441.1±8.9 ^a	296.5±20.5 ^b	262.8±14.0 ^{bc}	177.8±7.2 ^d	236.2±13.1 ^c
	14%	485.9±11.6 ^a	360.3±24.7 ^b	310.3±11.9 ^c	249.1±9.6 ^d	236.2±13.1 ^d
Viscosity (g·s)	10%	-61.9±16.3 ^c	-34.9±8.8 ^b	-7.6±0.3 ^a	-8.0±2.7 ^a	-110.2±11.1 ^d
	11%	-140.6±11.6 ^c	-87.4±5.1 ^c	-56.8±6.8 ^b	-32.6±4.1 ^a	-110.2±11.1 ^d
	12%	-184.9±3.3 ^c	-127.5±7.9 ^d	-85.6±3.8 ^b	-64.0±2.5 ^a	-110.2±11.1 ^c
	13%	-262.0±17.2 ^c	-163.9±12.5 ^b	-113.7±14.7 ^a	-82.6±2.9 ^a	-110.2±11.1 ^a
	14%	-270.0±0.2 ^d	-207.4±14.2 ^c	172.0±0.2 ^b	-102.7±3.9 ^a	-110.2±11.1 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD.²⁾Non irradiated porridge with 10% concentrations was used for control.³⁾Means with different superscripts within a row are significantly different (p<0.05).**Table 5. Changes of back extrusion parameter¹⁾ of the beef porridge treated with various concentrations of gamma irradiation**

Parameter	Conc.	Irradiation dose (kGy)				Control ²⁾
		2.5	5.0	7.5	10.0	
Firmness (g)	10%	70.1±4.2 ^{ab3)}	57.0±5.5 ^{bc}	51.2±3.2 ^c	46.8±5.9 ^c	82.2±4.9 ^a
	11%	78.3±6.3 ^a	71.8±8.5 ^{ab}	75.7±6.4 ^a	58.7±2.3 ^b	82.2±4.9 ^a
	12%	135.2±1.1 ^a	91.5±18.2 ^b	87.8±3.4 ^b	79.3±5.6 ^b	82.2±4.9 ^b
	13%	155.1±10.5 ^a	125.3±0.9 ^b	102.1±0.9 ^c	100.4±3.2 ^c	82.2±4.9 ^d
	14%	195.0±2.1 ^a	134.0±3.3 ^b	125.9±0.8 ^b	112.2±9.1 ^c	82.2±4.9 ^d
Cohesiveness (g)	10%	-42.3±3.9 ^{bc}	-34.7±7.6 ^{ab}	-29.9±2.1 ^{ab}	-26.6±4.5 ^a	-51.4±4.6 ^c
	11%	-44.4±2.1 ^{ab}	-42.4±7.9 ^{ab}	-49.1±4.2 ^b	-34.8±2.4 ^a	-51.4±4.6 ^b
	12%	-95.9±0.1 ^b	-52.3±3.7 ^a	-51.8±4.9 ^a	-49.1±0.5 ^a	-51.4±4.6 ^a
	13%	-116.0±4.9 ^c	-87.2±0.4 ^b	-65.6±0.5 ^a	-63.2±10.0 ^a	-51.4±4.6 ^a
	14%	-158.9±4.6 ^d	-90.6±5.6 ^c	-82.7±0.3 ^{bc}	-72.4±3.9 ^b	-51.4±4.6 ^a
Consistency (g·s)	10%	188.6±1.3 ^b	172.8±8.6 ^c	128.1±5.7 ^d	123.7±2.3 ^d	262.9±1.3 ^a
	11%	252.8±16.1 ^{ab}	226.1±33.1 ^{ab}	215.1±9.7 ^{bc}	176.8±8.1 ^c	262.9±1.3 ^a
	12%	432.2±15.8 ^a	271.1±16.7 ^b	266.8±8.9 ^b	251.7±13.8 ^b	262.9±1.3 ^b
	13%	497.0±20.9 ^a	385.3±2.5 ^b	325.8±15.8 ^c	357.1±7.2 ^c	262.9±1.3 ^d
	14%	677.5±8.0 ^a	408.0±13.8 ^b	342.1±28.4 ^c	337.1±6.9 ^c	262.9±1.3 ^d
Viscosity (g·s)	10%	-92.6±2.6 ^d	-55.7±1.8 ^c	-44.7±1.1 ^b	-23.0±0.3 ^a	-96.7±5.4 ^d
	11%	-111.5±3.1 ^c	-88.2±16.8 ^b	-84.0±4.4 ^b	-53.4±0.1 ^a	-96.7±5.4 ^{bc}
	12%	-246.8±6.7 ^b	-116.8±18.0 ^a	-105.3±10.1 ^a	-97.5±1.1 ^a	-96.7±5.4 ^a
	13%	-285.0±17.5 ^d	-211.1±3.9 ^c	-152.3±4.9 ^b	-139.3±10.7 ^b	-96.7±5.4 ^a
	14%	-373.1±3.4 ^d	-224.1±9.2 ^c	-208.7±2.8 ^c	-172.8±7.8 ^b	-96.7±5.4 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD.²⁾Non irradiated porridge with 10% concentrations was used for control.³⁾Means with different superscripts within a row are significantly different (p<0.05).

g·s의 점성을 보였다. 쇠고기죽의 경우 12% 농도에서 비조 사구와 유사한 물성특성치를 나타내었다. 일반적으로 1회 죽의 섭취량(약 200 mL)을 기준으로 할 때 10 kGy 조사시 야채

죽과 쇠고기죽의 고형분 양은 각각 최대 8g, 4g까지 증가할 수 있고 이러한 고형분의 증가는 약 30 kcal, 16 kcal의 열량 증대 결과를 가져올 것이다. 각 농도에 따른 찻죽의 물성 변

화는 Table 6과 같다. 비조사구 16% 농도의 점성이 -271.1 g·s을 보인 반면 10 kGy 감마선 조사시에는 19% 농도에서 이와 유사한 값인 -264.8 g·s의 점성을 나타내었다. 따라서 찹죽의 1회 섭취시 약 6g의 고형분을 더 섭취할 수 있으며 결과적으로 약 24 kcal의 열량을 증대시킬 수 있을 것으로 생각된다. 즉, 감마선 조사에 의해 점성이 너무 높아 고형분량을 늘릴 수 없어 열량밀도가 낮은 죽의 단점을 보완하여 1회 섭취시 약 25~30 kcal의 열량을 보충할 수 있을 것으로 생각되어진다.

관능검사

감마선 조사선량에 따른 시판 건조분말죽의 관능검사 결

과는 Table 7과 같다. 야채죽의 경우 5 kGy 선량으로 조사시 비조사구와 유의적인 차이가 인정되지 않았으나 7.5 kGy 이상의 선량으로 조사한 경우 유의적으로 낮은 기호도를 나타내었다. 쇠고기죽과 찹죽은 10 kGy 조사구의 경우 품질변화가 발생하여 색, 맛, 풍미를 비롯한 전반적인 기호도가 저하되었다. 그러나, 야채죽의 경우 2.5 kGy 조사시 맛, 풍미 및 전반적인 기호도에서 비조사구보다 유의적으로 더 높은 점수를 얻었는데 이는 감마선 조사시 나타날 수 있는 "roast beef flavour"에 의한 상승효과 결과인 것으로 사료된다 (18). 따라서 고형분함량을 증대시키기 위해 감마선 조사를 이용하는 경우 기호도를 고려하였을 때 5 kGy 이하의 조사선

Table 6. Changes of back extrusion parameter¹⁾ of the pine porridge treated with various concentrations of gamma irradiation

Parameter	Conc.	Irradiation dose (kGy)				Control ²⁾
		2.5	5.0	7.5	10.0	
Firmness (g)	16%	96.0±9.8 ^{b3)}	89.1±1.4 ^{bc}	83.5±2.2 ^{cd}	75.9±0.3 ^d	132.0±1.4 ^a
	17%	143.1±2.5 ^a	119.9±0.7 ^{bc}	106.0±9.6 ^{cd}	97.3±7.0 ^d	132.0±1.4 ^{ab}
	19%	193±18.9 ^a	154.5±17.2 ^b	153.4±3.4 ^b	133.8±8.7 ^b	132.0±1.4 ^b
	21%	227.1±1.9 ^a	208.7±2.7 ^b	191.7±1.7 ^c	178.4±1.2 ^d	132.0±1.4 ^c
Cohesiveness (g)	16%	-67.5±7.3 ^c	-60.3±2.0 ^{bc}	-55.6±0.8 ^{ab}	-46.9±1.1 ^a	-102.9±3.6 ^d
	17%	-113.3±0.8 ^c	-88.8±2.2 ^b	-77.2±9.1 ^{ab}	-66.8±7.0 ^a	-102.9±3.6 ^c
	19%	-157.0±14.7 ^b	-121.6±10.3 ^a	-116.9±4.2 ^a	-102.1±6.4 ^a	-102.9±3.6 ^a
	21%	-181.7±5.2 ^d	-170.8±3.8 ^c	-152.4±0.2 ^b	-143.8±1.7 ^b	-102.9±3.6 ^a
Consistency (g·s)	16%	321.5±23.1 ^b	292.5±11.1 ^{bc}	270.1±5.3 ^{cd}	244.6±4.9 ^d	470.0±8.2 ^a
	17%	507.0±18.5 ^a	407.0±11.0 ^b	362.5±34.2 ^{bc}	323.4±28.9 ^c	470.0±8.2 ^a
	19%	696.0±56.1 ^a	546.3±57.2 ^b	541.7±6.4 ^b	474.5±32.3 ^b	470.0±8.2 ^b
	21%	829.9±11.3 ^a	762.2±11.8 ^b	694.7±7.0 ^c	650.3±2.9 ^d	470.0±8.2 ^c
Viscosity (g·s)	16%	-184.3±26.0 ^b	-159.5±9.1 ^b	-146.7±0.1 ^{ab}	-121.3±5.6 ^a	-271.1±13.1 ^c
	17%	-293.5±16.9 ^c	-233.8±7.4 ^{ab}	-201.4±28.5 ^a	-180.0±32.5 ^a	-271.1±13.1 ^{bc}
	19%	-403.7±39.4 ^b	-320.9±30.5 ^a	-304.7±13.5 ^a	-264.8±15.5 ^a	-271.1±13.1 ^a
	21%	-458.8±14.0 ^d	-421.8±6.3 ^c	-376.4±5.5 ^b	-363.9±5.3 ^b	-271.1±13.1 ^a

¹⁾Each value represents mean±SD.

²⁾Non irradiated porridge with 16% concentrations was used for control.

³⁾Means with different superscripts within a row are significantly different (p<0.05).

Table 7. Sensory acceptability¹⁾ of gamma-irradiated porridges in different dose

Porridges	Irradiation dose (kGy)	Color	Taste	Flavor	Off-flavor	Overall acceptability
Vegetable	0	3.0±1.3 ^{bc2)}	3.8±0.6 ^{ab}	3.9±1.3 ^a	1.8±1.0 ^a	3.4±0.7 ^b
	2.5	3.5±1.3 ^b	4.4±0.7 ^a	4.3±1.0 ^a	1.5±0.9 ^a	4.2±0.8 ^a
	5.0	4.7±0.5 ^a	4.0±0.8 ^a	3.5±1.4 ^a	1.1±0.3 ^a	3.7±0.8 ^{ab}
	7.5	2.5±0.7 ^c	3.8±1.0 ^{ab}	3.4±1.3 ^a	1.8±1.1 ^a	3.2±0.9 ^b
	10.0	3.1±0.7 ^{bc}	3.0±1.4 ^b	3.2±1.0 ^a	1.5±1.1 ^a	3.1±0.9 ^b
Beef	0	3.7±1.4 ^{ab}	3.8±1.2 ^a	3.4±0.7 ^{ab}	1.2±0.4 ^a	3.6±1.1 ^a
	2.5	4.0±0.8 ^a	3.4±1.1 ^{ab}	3.3±1.2 ^{ab}	1.7±1.3 ^a	3.8±0.8 ^a
	5.0	3.3±0.9 ^{abc}	3.4±1.3 ^{ab}	3.7±0.7 ^a	1.6±1.2 ^a	3.6±1.1 ^a
	7.5	3.0±0.8 ^{bc}	3.1±1.0 ^{ab}	3.4±1.3 ^{ab}	1.4±0.7 ^a	3.3±1.3 ^{ab}
	10.0	2.4±1.1 ^c	2.6±1.0 ^b	2.6±1.0 ^b	1.9±1.5 ^a	2.5±0.9 ^b
Pine nut	0	3.9±0.9 ^a	4.0±1.1 ^a	3.7±1.5 ^a	2.9±1.5 ^a	4.2±1.4 ^a
	2.5	3.3±0.9 ^{ab}	3.4±1.1 ^a	3.6±0.9 ^a	2.0±1.1 ^a	3.2±1.0 ^{ab}
	5.0	3.4±1.0 ^{ab}	3.0±0.9 ^{ab}	2.7±0.9 ^{ab}	2.2±1.5 ^a	3.2±1.1 ^{ab}
	7.5	3.7±1.2 ^{ab}	3.0±1.2 ^{ab}	2.6±1.3 ^{ab}	2.3±1.3 ^a	3.1±0.9 ^{ab}
	10.0	2.5±1.2 ^b	2.4±0.9 ^b	2.4±0.9 ^b	2.3±1.3 ^a	2.3±1.1 ^b

¹⁾Each value represents mean±SD.

²⁾Means with different superscripts within a column are significantly different (p<0.05).

량이 적당할 것으로 생각된다. 또한 모든 시료에서 조사식품에서 우려되는 조사취를 감지할 수 없었으며, 찯죽의 조사취가 다른 시료에 비해 전반적으로 높은 점수를 얻은 것은 찯의 지질함량이 높기 때문인 것으로 생각된다.

요 약

죽의 점성을 저하시켜 열량밀도를 증대시키기 위한 감마선 조사의 효과를 확인하였다. 0, 2.5, 5, 7.5, 10 kGy의 선량으로 야채죽, 쇠고기죽, 찯죽에 조사한 후 물성 특성과 관능적 특성을 측정하였다. 조사 선량이 증가할수록 모든 시료의 lightness는 감소하는 경향을 보였고, redness는 증가하는 경향을 나타내었다. Back extrusion을 이용한 물성측정 결과 모든 시료에서 감마선 조사선량이 증가할수록 견고성, 점조성, 응집성 뿐만 아니라 점성이 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 야채죽, 쇠고기죽, 찯죽의 점성은 10 kGy 선량 조사시 비조사구에 비해 각각 93%, 71%, 55%의 감소율을 나타내었으며 이러한 점성의 저하는 전분입자의 depolymerization에 의한 결과 때문일 것이다. 감마선 조사에 의한 점성의 저하로 인하여 고형분의 함량을 증가시킬 수 있으며, 따라서 최대 30 kcal의 열량 증대 결과를 가져올 수 있다. 즉, 감마선 조사는 점성의 저하로 인하여 고형분 함량을 증대시킬 수 있는 효과적인 방법으로 생각된다. 관능검사 결과 5 kGy 조사선량까지는 모든 시료에서 감마선 조사에 의한 품질변화는 발견되지 않았으며 특히, 야채죽의 경우 2.5 kGy 조사시 비조사구보다 유의적으로 더 높은 점수를 얻었다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 충남대학교 자체연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Lee GD, Kim HG, Kim JG, Kwon JH. 1997. Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 29: 734-744.
2. Lee HY. 1998. Current status and prospects of rice and

- gruels. *Korean Society for Food Engineering '98 Symposium* p 112-128.
3. Son JH, Chyun JH. 2001. Comparative analysis of satisfaction level on hospital foods in elderly and middle aged patients. *Korean J Dietary Culture* 16: 442-450.
4. Ministry of Health & Welfare. 2003. 2002 Population of 65 years old statistics an annual report.
5. 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: 375-382.
6. Choi JS, Sohn KH. 1997. Physicochemical properties of modified rice powder for rice-based infant foods III. Acetylated-cross linkage treatment on rice powder. *Korean J Dietary Culture* 12: 469-475.
7. Thayer DW. 1990. Food irradiation, benefits, and concerns. *J Food Quality* 13: 147-169.
8. Sokhey AS, Hanna MA. 1993. Properties of irradiated starches. *Food Structure* 12: 397-410.
9. de Kerf M, Mondelaers W, Lahorte P, Vervaeck C, Remon JP. 2001. Characterisation and disintegration properties of irradiated starch. *International Journal of Pharmaceutics* 221: 69-76.
10. Kang IJ, Byun MW, Yook HS, Bae CH, Lee HS, Kwon JH, Chung CK. 1999. Production of modified starches by gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry* 54: 425-430.
11. Holm NW, Berry RJ. 1970. *Manual on Radiation Dosimetry*. Marcel Dekker Inc., New York.
12. de Cock P, Vanhemelryck J. 1995. Predictive rheology for texture design of starch based emulsified sauce. FIE '95 conference proceedings p 215-221.
13. Herman HF, James EW, Szczesniak AS. 1963. The texturometer-A new instrument for objective texture measurement. *J Food Sci* 28: 390-396.
14. SPSS. 1999. SPSS for windows, Rel. 10.05. SPSS Inc., Chicago, USA.
15. Rombo GO, Taylor JRN, Minnaar A. 2001. Effect of irradiation, with and without cooking of maize and kidney bean flours, on porridge viscosity and in vitro digestibility. *J Sci Food Agric* 81: 497-502.
16. Wootton M, Djojonegoro H, Damasio MH. 1988. Effects of γ -irradiation on the quality of Australian rice. *Cereal Chem* 7: 309-315.
17. Graham JA, Panozzo JF, Lim PC, Brouwer JB. 2002. Effect of gamma irradiation on physical and chemical properties of chickpeas (*Cicer arietinum*). *J Sci Food Agric* 82: 1599-1605.
18. IAEA. 2003. IAEA/RCA Radiation processing for safe, shelf-stable and ready-to-eat food '00. July 10-14. Montreal, Canada. p 132-152.

(2003년 9월 15일 접수; 2003년 12월 9일 채택)