

파프리카색소와 김치향 첨가 후 감마선 조사된 김치의 관능적 품질 개선

김미정¹ · 송범석² · 박진규² · 한인준² · 박재남² · 최종일² · 김재훈² · 변명우² · 이경행³ · 이주운^{2*}

¹안양대학교 식품영양학과

²한국원자력연구원 정음방사선과학연구소 방사선식품생명공학연구소

³충주대학교 식품생명공학부

Sensory Quality Improvement of Gamma-irradiated *Kimchi* after Addition of Paprika Oleoresin and Artificial *Kimchi* Flavor

Mi-Jung Kim¹, Beom-Seok Song², Jin-Gyu Park², In-Jun Han², Jae-Nam Park², Jong-Il Choi²,
Jae-Hun Kim², Myung-Woo Byun², Kyung-Haeng Lee³, and Ju-Woon Lee^{2*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Anyang University, Gyeonggi-do 430-714, Korea

²Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute,
Korea Atomic Energy Research Institute, Jeonbuk 580-185, Korea

³Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungju 367-701, Korea

Abstract

Paprika oleoresin (PO) and artificial *Kimchi* flavor (AKF) were added to *Kimchi* to improve the sensory qualities deteriorated by gamma irradiation in terms of color and flavor. Optimum concentration of both PO and AKF resulting from the sensory evaluation was 0.2%. The redness and capsanthin contents of *Kimchi* decreased by gamma irradiation at 25 kGy during storage at 35°C. However, the redness and capsanthin contents of gamma-irradiated *Kimchi* was increased by the addition of 0.2% PO, and maintained during the storage at 35°C for 30 days. The result from the sensory evaluation indicated that sensory qualities of gamma-irradiated *Kimchi* were effectively improved by the addition of PO and AKF during storage at 35°C. Therefore, the combined treatment of additives (PO and AKF) and gamma irradiation can be considered as an effective method to improve the redness and sensory qualities of *Kimchi* sterilized by high-dose gamma irradiation.

Key words: *Kimchi*, paprika oleoresin, artificial *Kimchi* flavor, capsanthin content, irradiation

서 론

전통발효식품 중 한국의 식문화를 대표하는 식품인 김치는 저장기간 중 미생물에 의한 발효와 효소활성이 계속되어 조직의 연화, 산 생성으로 인한 신맛의 증가, 가스 생성에 의한 포장지의 팽창 등으로 인해 보존기간이 제한되어 상품으로서의 가치가 저하하게 된다(1-3). 그러므로 김치의 품질 보존 및 저장성 연장을 위해 발효과정을 지연시키거나 억제할 수 있는 기술이 필요하며, 이러한 문제를 해결하기 위해 지금까지 가열처리(4), 고염처리(5), 저온유통(6), 완충제 첨가(7) 등에 관한 연구가 수행되어 왔으나 산업적 활용은 미흡한 실정이다.

한편, 방사선 조사기술은 완전 포장된 식품의 살균에 적합한 냉온살균법으로 가열, 진공포장 방법 등 다른 물리적 처리기술과 병용처리할 때 한 가지 방법에 의존한 제품에 비해 식품고유의 관능적 품질에 큰 영향을 주지 않으면서 미생물학적으로 안전한 식품의 제조가 가능한 방법이다(8,9). 이러

한 특성을 이용하여 몇몇 연구에서는 5 kGy 이하의 저선량 방사선 조사 후 4~10°C의 저온에서 저장할 때 품질유지에 효과적임을 입증한 바 있고(10,11), 10 kGy 이하의 방사선 조사 후 10°C에서 저장 중 이화학적 품질 변화 및 저장성 연장에 관한 연구가 수행되었으며(12,13), 실온에서 유통할 경우에도 장기간 저장이 가능한 김치를 개발하기 위해 가열과 20 kGy 이상 고선량 방사선 조사의 병용처리(14), 질소치환 포장 후 가열과 고선량 방사선 조사의 병용처리(15) 등에 관한 연구가 수행된 바 있다. 그러나 이러한 고선량 방사선 조사와의 병용처리 방법들은 김치 내 미생물들을 멸균시킴으로써 장기저장에는 효과가 있었으나 고에너지에 의한 김치의 탈색과 이미 및 이취의 발생은 억제할 수 없었다. 따라서 고선량의 방사선조사에 의해 저하된 관능적 품질을 개선하기 위한 병용처리에 대한 연구가 시급한 실정이다.

한편, 국내에서 sweet pepper, bell pepper 또는 피망으로 알려진 파프리카(*Capsicum annuum* L. var. *grossum*)는 capsanthin, zeaxanthin 등의 카로티노이드계 색소 및 비타

*Corresponding author. E-mail: sjwlee@kaeri.re.kr

†Phone: 82-63-570-3204, Fax: 82-63-570-3207

민 A, C가 다량 함유되어 있고 매운맛보다는 단맛에 가까운 풍미를 가지고 있어(16-19), 이러한 특성을 이용하여 김치의 적색 강화, 매운맛 감소 및 맛 개선을 위해 고춧가루 대신 파프리카를 배추김치에 첨가한 사례가 보고된 바 있다(20). 한편, 김치향은 김치 고유의 풍미증진을 목적으로 사용되는 것으로, 식욕증진이나 품질향상, 기호성 증진 또는 가공과정 중 발생된 이취를 은폐하기 위하여 의도적으로 첨가하는 식품첨가물의 일종이다.

따라서 본 연구에서는 고선량의 방사선 조사로 인해 문제가 되는 김치의 적색도 감소와 이취 및 이미와 관련된 관능적 품질 저하를 개선하기 위해 파프리카 색소와 김치향을 첨가하여 35°C의 가속저장 조건에 저장하면서 이화학적 및 관능적 품질변화를 평가하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 김치는 CJ(주) 식품연구소로부터 제공 받았으며, 김치냉장고(model No. R-D303SJ, LG Co., Seoul, Korea)에서 pH 4.5 및 산도 0.33%가 되도록 숙성시킨 후 실험에 사용하였다. 그리고 파프리카 색소는 MSC사(Paprika oleoresin, MSC Co., Kyeongnam, Korea)로부터, 김치향은 (주)서울향료(Artificial *Kimchi* flavor, Seoul Spice Co., Seoul, Korea)로부터 구입하여 사용하였다.

김치시료 조제

최적 숙성 김치를 5 cm 길이로 자른 후 300 g씩 0.1 mm 두께의 포장지(aluminium-laminated low-density polyethylene, Sunkyung Co., Seoul, Korea)에 담았다. 샘플은 무처리구(Control), 25 kGy 감마선 조사구(Unadded), 파프리카 색소와 김치향을 각각 0.2% 첨가 후 25 kGy 감마선 조사구(Added)의 3그룹으로 나누었다. 이때, 첨가물의 최적 첨가비를 결정을 위해 파프리카 색소와 김치향을 각각 0%에서 1.0%까지 첨가하여 예비실험을 수행하였고, 관능적으로 최적의 첨가량을 결정한 후 본 실험에 적용하였다.

감마선 조사

감마선 조사는 선원 490 kCi, Co-60 감마선 조사시설(IR-79 gamma irradiator, MDS Nordion International, Ontario, Canada)을 이용하여 분당 70 Gy의 선량율로 흡수 선량이 25 kGy가 되도록 조사하였으며, 흡수선량의 확인은 dosimeter (ceric cerous dosimeter, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하여 총 흡수선량의 오차를 계산하였다. 감마선 조사된 시료는 35°C의 가속저장 온도에서 30일 동안 저장하면서 실험을 진행하였다.

관능평가

김치의 관능검사는 감마선 조사 식품에 훈련된 20명의 패

널을 대상으로 특성을 평가하였다. 본 실험에 앞서 예비훈련을 통하여 시료의 각 특성과 평가항목에 대한 정의를 확립한 후 각 특성에 대한 판단기준이 확립되어 측정능력의 재현성이 인정되었을 때 본 실험에 임하도록 하였다. 시료의 준비는 감마선 조사 후 저장 전 또는 35°C에서 30일간 저장한 시료 100 g을 일정크기로 잘라 흰 용기에 제시하였다. 시료의 번호는 난수표를 이용하여 무작위로 추출한 세 자리 숫자를 용기에 표시했으며 서로 다른 시료를 평가하기 전 입안을 헹굴 수 있도록 생수와 식빵을 함께 제공하였다. 관능검사 방법은 김치의 색(color), 맛(taste), 향(flavor), 종합적 기호도(overall acceptance)의 4항목에 대하여 7점 평점법으로 측정하였으며, 1점은 그 품질이 '매우 좋지 않다'에서 7점으로 갈수록 '매우 좋다'로 나타내도록 하였다.

색도 측정

색도는 김치 100 g을 정확히 취하여 warning blender (DIAX 900, Heidolph, Co., Schwabach, Germany)로 마쇄하고 4겹의 거즈로 여과한 여액을 지름 50 mm의 용기에 10 mL씩 넣은 후 color/color colorimeter (model CM-3500d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b)를 측정하였다. 이 때 표준색은 L값이 90.5, a값이 0.4, b값이 11.0인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

Capsanthin 함량 측정

김치 양념의 주요 성분인 고추와 파프리카의 색택을 나타내는 capsanthin 분석은 Rosebrook 등(21)의 방법을 약간 변형하여 실시하였다. 즉, 시료 1 g을 취하여 100 mL의 삼각 플라스크에 넣고 50 mL acetone을 가한 후 상온의 암소에서 30분간 추출(150 rpm), 여과한 후 잔사에 10 mL acetone을 가하여 추출, 여과하였다. 잔사에 동일한 조작을 3회 반복하여 부피를 일정량(100 mL)으로 하여 파장 460 nm에서 acetone을 blank로 하여 흡광도를 측정하였다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 Statistical Package for Social Science (SPSS, 10.0)(22)를 이용하여 One Way ANOVA 분석을 하였으며, 시료간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

파프리카색소와 김치향의 최적 첨가수준 결정을 위한 관능평가

식품의 색도는 종합적 기호도(overall acceptance)에 영향을 주는 주된 요소 중 하나이다(23). 따라서 방사선에 의한 식품의 탈색을 보완하고 기호도의 증진을 목적으로 천연색소를 첨가하는 방안을 고려하였다. 붉은색을 부여할 수 있는

천연색소에는 caramel, carrot oil, grape color extract, rivo-flavin, annatto extract, paprika, paprika oleoresin 등이 있는데(24), 이중 파프리카색소가 김치의 색과 맛에 가장 적합한 것으로 판단하여 파프리카 색소를 0.1%에서 1.0%까지 첨가하여 관능평가를 실시하였다(Table 1). 그 결과 김치의 색, 맛, 풍미 및 종합적 기호도는 파프리카색소를 0.2% 첨가할 경우 모든 항목에서 가장 높은 평점을 얻었다. 따라서 본 연구에서는 감마선에 의한 김치의 탈색현상을 효과적으로 보완하기 위해 파프리카 색소를 0.2% 첨가하기로 결정하였다.

또한 방사선 조사는 식품 내 향기성분의 변화를 일으키며 이로 인해 풍미에 대한 기호도가 떨어지는 결과를 초래한다(25-27). 따라서 감마선에 의한 관능적 품질 저하를 개선하기 위한 방법으로 김치향을 0.1%에서 1.0%까지 첨가하였으며 최적 첨가량 결정을 위한 관능평가 결과를 Table 2에 나타냈다. 그 결과 김치의 맛, 풍미 및 종합적 기호도는 김치향을 0.2% 첨가할 경우 모든 항목에서 가장 높은 평점을 얻었다. 그러므로 본 연구에서 감마선 조사에 의한 김치의 관능적 품질 저하를 개선하기 위해 김치향을 0.2% 첨가하여 조사하기로 결정하였다.

파프리카색소 첨가 후 감마선 조사한 김치의 색도 개선
 선행연구에서 감마선조사에 의해 숙성김치의 적색도가 감소한다는 보고가 있었으며, 이러한 현상은 김치에 대한 이온화 방사선의 산화작용 때문이라고 하였다(13-15). 그러

므로 본 연구에서 감마선에 의한 김치의 적색도 감소를 개선하기 위해 파프리카색소를 첨가하게 되었다. Table 3은 파프리카 색소를 첨가한 후 25 kGy로 감마선 조사된 김치를 35°C에서 저장하는 동안 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)의 변화를 나타내었다. 명도는 감마선을 조사할 경우 비조사구에 비해 높아졌고 이러한 현상은 저장기간 동안 계속되었다. 반면 파프리카 색소 첨가 후 감마선 조사된 김치의 명도는 무처리 대조구와 비슷한 수준을 보였고 저장기간이 경과하여도 큰 변화는 없었다. Song 등(13)은 감마선 조사에 의한 명도의 증가는 5 kGy까지는 거의 변화가 없다가 10 kGy 이상의 선량부터 급격하게 증가되었다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 적색도의 경우 감마선을 조사하면 활성화된 유리라디칼의 작용으로 탈색반응이 진행되어(28) 김치 고유의 적색이 줄어들었으나 파프리카색소를 첨가한 후 감마선 조사된 김치의 경우 대조구 및 감마선 단독처리구보다 높은 적색도 값을 나타내었다. 30일의 저장기간 중 대조구 및 감마선 단독처리구의 적색도는 유의적으로 감소하는 반면 파프리카색소 첨가 후 감마선 조사된 김치의 경우 적색도가 일정한 수준으로 유지되었고, 저장 30일에는 적색도가 모든 시료들 중에서 가장 높은 수준을 나타내었다. 황색도의 경우 모든 시료에서 조사에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났고, 저장기간이 경과하여도 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다.

한편, 미국 표준국(NBS, National Bureau of Standards) (29)은 색도 변화(ΔE) 값의 차가 1.5~3.0 범위이면 감각적

Table 1. Sensory evaluation of the *Kimchi* added with different contents of paprika oleoresin

Concentrate (%)	Color	Taste	Flavor	Overall acceptance
0	5.2±0.3 ^{b1)}	6.7±0.4 ^a	6.7±0.6 ^a	6.2±0.5 ^{ab}
0.1	5.6±0.5 ^{ab}	6.3±0.5 ^a	6.5±0.4 ^a	5.4±0.4 ^b
0.2	6.8±0.7 ^a	6.1±0.5 ^a	6.6±0.5 ^a	6.7±0.6 ^a
0.3	6.4±0.5 ^a	4.8±0.4 ^b	6.6±0.6 ^a	4.6±0.3 ^c
0.5	5.4±0.4 ^b	3.2±0.3 ^c	6.4±0.4 ^a	3.4±0.4 ^d
0.7	4.2±0.6 ^c	3.0±0.4 ^c	6.4±0.7 ^a	3.0±0.4 ^{de}
1.0	3.8±0.3 ^c	2.8±0.2 ^c	5.8±0.3 ^a	2.6±0.2 ^e

¹⁾Values with different letters within a column differ significantly (p<0.05).

Table 2. Sensory evaluation of the *Kimchi* added with different contents of artificial *Kimchi* flavor

Concentrate (%)	Color	Taste	Flavor	Overall acceptance
0	6.5±0.6 ^{a1)}	6.5±0.3 ^a	6.2±0.5 ^a	6.4±0.3 ^a
0.1	6.6±0.4 ^a	6.6±0.5 ^a	6.4±0.3 ^a	6.5±0.5 ^a
0.2	6.6±0.5 ^a	6.9±0.4 ^a	6.8±0.6 ^a	6.9±0.5 ^a
0.3	6.5±0.5 ^a	6.4±0.3 ^a	6.5±0.5 ^a	6.4±0.4 ^a
0.5	6.4±0.3 ^a	5.8±0.5 ^{ab}	6.3±0.4 ^a	5.7±0.3 ^{ab}
0.7	6.4±0.4 ^a	5.0±0.5 ^b	6.1±0.5 ^a	5.0±0.4 ^b
1.0	6.2±0.5 ^a	4.0±0.2 ^c	5.8±0.3 ^a	4.2±0.2 ^c

¹⁾Values with different letters within a column differ significantly (p<0.05).

Table 3. Changes in Hunter's color values of *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and gamma-irradiated at 25 kGy during storage at 35°C

Color value	Sample			
	Control	Unadded ²⁾	Added ³⁾	
0 day	L	22.2±0.09 ^{b1)}	26.4±0.12 ^a	21.3±0.03 ^c
	a	31.7±0.08 ^b	28.5±0.06 ^c	33.2±0.11 ^a
	b	39.3±0.15 ^a	36.5±0.12 ^b	39.2±0.09 ^a
	ΔE ⁴⁾	-	5.98±0.11 ^a	1.75±0.07 ^b
10 day	L	23.6±0.05 ^b	24.7±0.07 ^a	22.9±0.06 ^c
	a	30.4±0.06 ^b	27.2±0.09 ^c	32.6±0.05 ^a
	b	41.4±0.08 ^b	39.2±0.12 ^c	42.6±0.08 ^a
	ΔE	-	4.04±0.10 ^a	2.60±0.09 ^b
20 day	L	21.5±0.03 ^b	25.3±0.07 ^a	21.3±0.09 ^b
	a	29.1±0.04 ^b	25.9±0.03 ^c	31.4±0.06 ^a
	b	38.6±0.13 ^b	39.3±0.09 ^a	39.4±0.07 ^a
	ΔE	-	5.02±0.14 ^a	2.44±0.06 ^b
30 day	L	23.8±0.08 ^b	26.6±0.11 ^a	23.2±0.09 ^c
	a	28.6±0.03 ^b	25.1±0.02 ^c	31.2±0.07 ^a
	b	39.7±0.08 ^b	37.6±0.19 ^c	40.1±0.16 ^a
	ΔE	-	4.95±0.12 ^a	2.70±0.11 ^b

¹⁾Values with different letters within a row differ significantly (p<0.05).

²⁾Unadded: gamma-irradiated at 25 kGy.

³⁾Added: *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and irradiated at 25 kGy.

⁴⁾Overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$).

변화를 인지할 수 있는 수준(noticeable)으로 3.0~6.0 범위 이면 감각적 변화가 눈에 띄는 수준(appreciable)으로 제시하였는데, 이러한 감각적인 차이를 근거로 감마선 조사 시 파프리카 색소를 첨가한 김치와 첨가하지 않은 김치의 ΔE 값 변화를 비교해 보았다. 파프리카 색소를 첨가하지 않고 감마선을 조사할 경우 ΔE 값의 변화가 3.0 이상인 것으로 나타나 대조구에 비해 색도의 변화가 육안으로 쉽게 인식되는 수준이었다. 그러나 파프리카 색소가 첨가된 김치의 ΔE 값은 2.0 수준으로 나타나 색도 변화의 차이는 감마선조사 단독 처리구에 비해 유의적으로 작게 나타났다. Jo 등(30)은 방사선을 이용하여 녹차추출물 특유의 어두운 색택을 감소시킬 수 있었는데, 이는 방사선에 의한 물 분자의 이온화로 인해 강력한 라디칼들이 생성되어 녹차 추출물의 분자들과 무작위로 반응을 한 결과라고 보고하였다. 본 연구에서 감마선 조사에 의해 김치 특유의 적색이 감소되는 현상과 녹차추출물의 색택이 감소되는 현상은 라디칼 반응에 의한 산화작용으로부터 기인하는 것으로 생각되며, 색택 개선을 위해 파프리카색소를 첨가하는 것은 감마선 처리된 김치의 외관적 품질을 개선하는데 효과적인 방법이 될 것으로 판단되었다. 한편, Kim과 Jhon(20)은 고춧가루 대신 파프리카를 첨가하여 김치를 제조하였을 때, 김치의 매운맛을 줄이고 적색이 강화된 제품을 개발할 수 있었다고 보고한 바 있다.

파프리카색소가 첨가된 김치의 capsanthin 함량

김치의 외관적 품질은 양념 특유의 적색소 즉, 고춧가루 중 capsanthin의 함량과 상관관계가 있다고 보고된 바 있다(31). 본 연구에서는 살균처리를 위한 감마선 조사가 김치 양념 내에 함유되어 있는 capsanthin의 함량변화에 미치는 영향을 알아보았으며 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 무첨가 조사구의 경우 조사선량이 증가할수록 capsanthin 함량 감소가 현저하였고, 25 kGy의 선량으로 조사할 경우 모든 시료들 중 가장 낮은 흡광도 값을 나타내었다. 그러나 파프리카 색소 첨가로 인해 25 kGy로 감마선 조사된 김치의 capsanthin 함량이 증가되어 김치의 적색도 감소를 개선해주는 것으로 나타났다. Odake 등(32)은 조사선량에 따른 분말식품착색료의 색소변화를 알아보았으며, 조사선량이 증가할수록 감소한다고 보고한 바 있고, Lee 등(33)의 연구에서도 고추분말의 수용성색소와 capsanthin 함량은 조사선량의 증가와 더불어 감소하는 경향을 보였다고 하여 본 연구의 결과와 유사한 것을 알 수 있었다.

파프리카색소와 김치향 첨가 후 감마선 조사된 김치의 관능적 품질

본 연구에서는 장기간 보존할 수 있는 멸균 김치의 개발을 목적으로 감마선 조사기술을 사용하였으나 감마선 조사에 의해 관능적 품질 저하가 발생하였다. 그러므로 이를 개선하

Table 4. Capsanthin contents of *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and gamma-irradiated at 25 kGy during storage at 35°C

Sample	Control	Unadded ²⁾		Added ³⁾
		12 kGy	25 kGy	
Capsanthin content (unit: O.D. at 460 nm)	0.655±0.094 ^{a1)}	0.456±0.126 ^b	0.280±0.073 ^d	0.385±0.081 ^c

¹⁾Values with different letters within a row differ significantly (p<0.05).

²⁾Unadded: gamma-irradiated.

³⁾Added: *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and irradiated at 25 kGy.

Table 5. Changes in sensory evaluation of *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and gamma irradiated at 25 kGy during storage at 35°C

Characteristics	Sample	Storage (days)			
		0	10	20	30
Color	Control	6.7±0.6 ^{aA1)}	6.4±0.5 ^{abA}	6.2±0.6 ^{aA}	6.1±0.6 ^{aA}
	Unadded ²⁾	6.5±0.4 ^{aA}	5.3±0.4 ^{bAB}	4.8±0.2 ^{bB}	4.4±0.3 ^{bB}
	Added ³⁾	6.9±0.5 ^{aA}	6.7±0.4 ^{aA}	6.4±0.4 ^{aA}	6.3±0.6 ^{aA}
Taste	Control	6.8±0.5 ^{aA}	1.8±0.1 ^{cB}	1.4±0.2 ^{cC}	1.1±0.1 ^{cC}
	Unadded	6.2±0.3 ^{aA}	5.7±0.2 ^{bAB}	5.4±0.3 ^{bB}	5.2±0.3 ^{bB}
	Added	6.6±0.6 ^{aA}	6.5±0.4 ^{aA}	6.2±0.3 ^{aA}	6.1±0.4 ^{aA}
Flavor	Control	6.9±0.7 ^{aA}	2.1±0.3 ^{bB}	1.8±0.2 ^{bB}	1.2±0.2 ^{cC}
	Unadded	6.7±0.5 ^{aA}	6.2±0.6 ^{aA}	5.9±0.4 ^{aAB}	5.1±0.4 ^{bB}
	Added	6.8±0.5 ^{aA}	6.6±0.4 ^{aA}	6.5±0.3 ^{aA}	6.3±0.3 ^{aA}
Overall acceptance	Control	6.9±0.5 ^{aA}	1.7±0.2 ^{bB}	1.4±0.1 ^{bBC}	1.2±0.2 ^{cC}
	Unadded	6.5±0.3 ^{aA}	5.9±0.4 ^{aA}	5.3±0.5 ^{aAB}	4.9±0.5 ^{bB}
	Added	6.7±0.7 ^{aA}	6.5±0.5 ^{aA}	6.2±0.4 ^{aA}	6.1±0.5 ^{aA}

¹⁾Values with different letters within a column (a-c) and a row (A-C) differ significantly (p<0.05).

²⁾Unadded: gamma-irradiated at 25 kGy.

³⁾Added: *Kimchi* added with paprika oleoresin and artificial *Kimchi* flavor, and irradiated at 25 kGy.

기 위해 파프리카 색소와 김치향의 첨가를 고려하게 되었다. 즉, 숙성 적기의 김치에 파프리카 색소와 김치향을 각각 0.2% 첨가한 후 25 kGy의 흡수선량으로 감마선을 조사하여 김치를 제조하였다. Table 5는 첨가물 첨가 후 감마선 조사된 김치를 35°C에서 30일간 저장하는 동안 관능적 품질변화를 나타내었다. 첨가물 첨가 후 감마선 조사된 김치의 초기 관능적 품질은 대조구와 유사하였으나 35°C에서 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 관능적 품질은 급격하게 저하되는 반면 첨가물 첨가 후 조사된 김치의 관능적 품질은 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 대조구의 경우 35°C에서 10일이 경과한 후 관능적 품질이 저하한 이유는 지속적인 김치 내 미생물의 발육에 의한 산미, 조직의 연화현상 등이 일어났기 때문인 것으로 판단되었다(1-3). 그러나 첨가물 첨가 후 조사된 김치의 경우 35°C에서 30일간 저장 후에도 관능적 품질이 저장 초기와 유사한 수준으로 유지되었다. 이는 감마선 조사에 의해 김치 내 미생물이 멸균되었으며, 파프리카색소와 김치향 등의 첨가에 의해 관능적 품질이 개선되었기 때문인 것으로 생각되었다. 따라서 파프리카 색소와 김치향의 첨가는 고선량 감마선 조사에 의한 김치의 색, 풍미 저하 문제를 효과적으로 개선할 수 있는 방법으로 고려할 수 있을 것이다.

요 약

본 연구에서는 고선량 감마선 조사에 의한 김치의 탈색, 이미 및 이취의 발생을 억제하고 품질을 개선하기 위해 파프리카 색소와 김치향을 첨가하였다. 첨가물의 최적 첨가량 결정을 위한 관능평가 결과, 파프리카 색소와 김치향의 최적 첨가량은 각각 0.2%로 결정되었다. 김치의 적색도와 capsanthin 함량은 25 kGy의 감마선 조사로 인해 감소하였으나 0.2%의 파프리카 색소를 첨가한 후 적색도와 capsanthin 함량은 증가하였고 35°C, 30일의 저장기간 동안 적색도는 유지되었다. 또한 관능평가 결과로부터 파프리카 색소 및 김치향이 감마선 조사에 의한 김치의 관능적 품질 저하를 방지하는데 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 파프리카색소, 김치향 첨가 및 고선량 감마선 조사의 병용처리는 멸균된 김치의 관능적 품질을 개선하기 위한 효과적인 방법으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 과학재단의 지원을 받아 2007년도 원자력연구개발사업과 Top Brand Project 사업을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Park HJ, Kim SI, Lee YK, Han YS. 1994. Effect of green

- tea on *Kimchi* quality and sensory characteristics. *Korean J Soc Food Sci* 10: 315-321.
2. Moon KD, Byun JA, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of natural preservatives to inhibit *Kimchi* fermentation. *Korea J Food Sci Technol* 27: 257-263.
 3. Park SH, Lee JH. 2005. The correlation of physico-chemical characteristics of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 103-109.
 4. Lee NJ, Chun JK. 1982. Studies on the *Kimchi* pasteurization. *J Korean Agric Chem Soc* 25: 197-200.
 5. Park WP, Kim JU. 1991. The effect of salt concentration on *Kimchi* fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 34: 295-297.
 6. Ko YD, Kim HJ, Chun SS, Sung NK. 1994. Development of control system for *Kimchi* fermentation and storage using refrigerator. *Korean J Food Sci Technol* 26: 199-203.
 7. Kim SD, Lee SH. 1988. Effect of sodium malate buffer as pH adjuster on the fermentation of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 17: 358-364.
 8. Grant IR, Patterson MF. 1992. Sensitivity of foodborne pathogens to irradiation in the components of a chilled ready meal. *Food Microbiol* 9: 95-103.
 9. FAO/IAEA/WHO Study Group. 1999. High-dose irradiation: wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. In WHO technical report series 890. World Health Organization, Geneva. p 49-77.
 10. Kang SS, Kim JM, Byun MW. 1988. Preservation of *Kimchi* by ionizing radiation. *Korean J Food Hygiene* 3: 225-232.
 11. Cha BS, Kim WJ, Byun MW, Kwon JH, Cho HO. 1989. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 21: 109-119.
 12. Song HP, Kim DH, Yook HS, Kim HS, Kwon JH, Byun MW. 2004. Application of gamma irradiation for aging control and improvement of shelf-life of *Kimchi*, Korean salted and fermented vegetables. *Radiat Phys Chem* 71: 55-58.
 13. Song HP, Kim DH, Yook HS, Kim MR, Kim KS, Byun MW. 2004. Nutritional, physiological, physicochemical and sensory stability of gamma irradiated *Kimchi* (Korean fermented vegetables). *Radiat Phys Chem* 69: 85-90.
 14. Kim MJ, Park JG, Kim JH, Park JN, Lee HJ, Kim WG, Lee JW, Byun MW. 2006. Combined effect of heat treatment and gamma irradiation on the shelf-stability and quality of packaged *Kimchi* during acceleration storage condition. *Korean J Food Pres* 13: 531-537.
 15. Kim JH, Park JG, Lee JW, Kim WG, Chung YJ, Byun MW. 2007. The combined effects of N₂-packaging, heating and gamma irradiation on the shelf-stability of *Kimchi*, Korean fermented vegetable. *Food Control* 19: 56-61.
 16. Lee SO, Lee SK, Kyung SH, Park KD, Kang HG, Park JS. 2002. A study on detection of residual solvent, ethoxyquin and color stability in oleoresin paprika extracts. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 77-83.
 17. Biacs PA, Daood HG, Huszka TT, Biacs PK. 1993. Carotenoids and carotenoid esters from new cross cultivars of paprika. *J Agric Food Chem* 41: 1864-1867.
 18. Fisher C, Kocis JA. 1987. Separation of paprika pigments by HPLC. *J Agric Food Chem* 35: 55-57.
 19. Park JH, Kim CS, Noh SK. 2005. The effect of fresh paprika and paprika powder dried by far-infrared ray on inhibition of lipid oxidation in lard model system. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 475-481.
 20. Kim HJ, Jhon DY. 2001. Characteristics of *Kimchi* containing paprika instead of hot pepper. *Food Sci Biotechnol* 10: 241-245.
 21. Rosebrook DD, Bolze CC, Barney JE. 1968. Improved meth-

- od for determination of extractable color in capsicum spices. *J AOAC* 51: 637-641.
22. SPSS. 1999. SPSS for Windows. Rel. 10.05. SPSS Inc. Chicago, IL
 23. Moon BS. 1993. Currents status and prospect of food colorants. *Korean J Food Cookey Sci* 9: 160-167.
 24. Hendry GAF, Houghton JD. 1992. *Natural food colorant*. Blackie, NY, p 41.
 25. Valdivia MA, Bustos ME, Ruiz LF. 2002. The effect of radiation in the quality of the avocado frozen pulp. *Radiat Phys Chem* 63: 379-382.
 26. Sommers C, Fan X, Niemira B, Rajkowski K. 2004. Irradiation of ready-to-eat foods at USDA'S eastern regional research center-2003 update. *Radiat Phys Chem* 71: 509-512.
 27. Niemira BA, Fan X, Sommers CH. 2002. Irradiation temperature influences product quality factors of frozen vegetables and radiation sensitivity of inoculated *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot* 65: 1406-1410.
 28. Son JH, Jo C, Kim MR, Byun MW. 2001. Processing of green tea leaves extract by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Nutr* 30: 1305-1308.
 29. Han E. 1991. Numerical principle of food color (II). *Food Technol* 4: 41-46.
 30. Jo C, Son JH, Lee HJ, Byun MW. 2003. Irradiation application for color removal and purification of green tea leaves extract. *Radiat Phys Chem* 66: 179-184.
 31. Byun MW, Yook HS, Kwon JH, Kim JO. 1996. Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 28: 482-489.
 32. Otake K, Hatanaka A, Kajiwara T, Higashimura Y, Wada S, Ishihara M. 1993. Application of electron beam irradiation to powdered natural food colorants. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 40: 697-710.
 33. Lee J, Lee MH, Kwon JH. 2000. Effect of electron beam irradiation on physicochemical qualities of red pepper powder. *Korean J Food Sci Technol* 32: 271-276.

(2007년 11월 28일 접수; 2008년 1월 23일 채택)