

감마선 조사가 소불고기 양념의 품질특성에 미치는 영향

이영춘 · 김수현 · 오상석*

중앙대학교 식품공학과, *이화여자대학교 식품영양학과

Effect of Gamma Irradiation on the Quality of *Bulgogi* Sauce

Young-Chun Lee, Soo-Hyun Kim and Sang-Suck Oh*

Department of Food Science & Technology, Chung-ang University

*Department of Foods and Nutrition, Ewha Womans University

Attempts were made to investigate the effect of gamma irradiation and heat treatment on quality changes of *Bulgogi* sauce during the storage at 4 and 20°C. Total acidity, surface color, brix, microbial growth and sensory quality of test products were evaluated during storage. Total acidity of sauce did not change during storage at 4°C, whereas those of control and 4 kGy groups changed significantly during storage at 20°C. Gamma irradiation and heat treatments had little effect on brix of the sauce during storage period. Surface color of control and 4 kGy group significantly changed during storage, especially at 20°C. Sucrose contents in sauce decreased during storage, while glucose and fructose contents increased. Sensory quality of sauces stored at 4°C for 12 weeks was similar, except the control. Control and 4 kGy treated sauces stored at 20°C for 6 weeks had detectable levels of off-flavor. Coliform bacteria were not detected in sauces treated by either heat or gamma-ray. Total aerobic bacteria and lactobacillus counts in sauces were reduced by 3~4 log cycles by 7~10 kGy irradiation, and increases in colony counts were slower at 4°C. Yeasts or molds were not detected in sauces treated by heat or gamma-ray over 7~10 kGy. These results indicated that gamma irradiation over 7 kGy or heat treatment of the sauce maintained acceptable quality.

Key words : *Bulgogi* sauce, gamma irradiation, quality changes

서 론

최근 식품의 가공처리 방법으로 이용되고 있는 감마선 조사는 투과력이 강하여 식품을 포장한 상태로 연속처리할 수 있고, 제품의 품은 상승이 거의 없이 성분과 외관의 변화를 최소화 하며, 잔류성분이 남지 않는다는 장점이 있다^(1,2). FAO/IAEA/WHO⁽³⁾의 보고에 의하면, 총 평균 10 kGy의 조사량으로는 어떠한 식품에 조사해도 독성적 위험이 없으므로 10 kGy 이하로 조사된 식품에 대하여는 더 이상의 독성실험이 필요 없다고 하였다. 그리고 총 평균선량 10 kGy의 조사량으로는 식품중 특성의 영양소나 미생물에서 문제를 유발하지 않는다고 하였다⁽⁴⁾.

현재 전 세계적으로 39여개국에서 약 230여종의 식품군에 대하여 다양한 목적으로 방사선 처리를 허가하고 있으며 점점 증가하는 추세에 있다⁽⁵⁾. 국내에서 식품의 방사선 조사는

발아억제, 살충, 살균 및 속도조절의 목적으로 식품에 지정된 선량이하의 방사선으로 1회만 조사할 수 있도록 규정되어 있으며⁽⁶⁾, 허용된 품목은 모두 19개로 주로 가공식품의 원료가 조사 처리되고 있다⁽⁷⁾.

국내의 방사선 조사에 대한 연구활동은 주로 채소류, 과일류, 버섯류, 곡류, 두류, 향신료, 육류 및 어류 등 단일 품목에 대한 연구가 대부분이며⁽⁸⁾, 이들을 원료로 하여 제조한 가공식품에 대한 연구는 미미하다. 가공식품의 저장성을 향상하기 위해서는 미생물의 생육억제가 필수적이며, 이를 위하여 가열처리 방법이 흔히 사용되어 왔다. 그러나 가열처리는 식품의 품질을 손상시키는 경향이 있다. 본 연구에서는 불고기 양념의 저장성을 향상시키기 위하여 감마선처리를 실시하고, 감마선 처리가 고온 가열처리에 비하여 양념의 품질에 어떤 영향을 미치는지를 조사하여 좋은 품질의 양념 제조방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

불고기 소스 제조 및 저장

실험에 사용한 불고기 소스는 간장 28.5%(w/w), 흰설탕 19.0%, 물엿 9.5%, 파 6.0%, 마늘 5.0%, 후추가루 0.3% 및

Corresponding author : Young-Chun Lee, Department of Food Science & Technology, Chung-Ang University, Naeri 40-1, Daeduck, Ansong 456-756, Gyunggi-Do
Tel: 82-31-676-2451
Fax: 82-31-675-4853
E-mail: leeyc@post.cau.ac.kr

물 31.7%의 비율로 제조하였다. 파와 마늘은 잘게 다져 다른 원료와 혼합하였으며, 제조된 시료는 최대 60 kGy까지 허용 가능한 PE(polyethylene) bag을 사용하여 250 g씩 충전하여 열봉합하였다. 가열처리구는 100°C에서 20분간 가열살균하였고, 방사선 조사 처리구는 선원 795,000 Ci Co-60 감마선 조사시설(Model IR 149, (주)그린피아기술)을 이용하여 실온에서 시간당 1 kGy의 선량률로 조사하여 총흡수선량 4, 7 및 10 kGy가 되도록 하였다. 처리가 끝난 시료는 4°C 또는 20°C 항온기에 보관하면서 1-2주 간격으로 품질평가 시료를 채취하였다.

성분 분석

시료의 총산도는 10 g의 시료를 물로 희석한 후 1% phenolphthalein 1-2방울 첨가한 다음 0.1 N-NaOH로 적정하여 젖산(%)으로 환산하였다. Brix는 시료를 20°C로 맞춘 후 당도계(Model RA-510, Kyoto Electronics Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 당 함량은 HPLC(Model HP 1100 series, USA)와 RI detector(Model HP 1047A)로 분리 정량하였다. 이때 column은 carbohydrate(Kromasil 10NH₂)을 사용하였고, 이동상은 acetonitrile-water(75:25, v/v)이었고, 속도는 2.0 mL/min이었다. 당분석에 사용된 표준물질은 sucrose, maltose, glucose 및 fructose(Sigma, USA)이었다.

표면색깔 및 관능검사

시료의 표면색깔은 color & color difference meter(Color Measuring System, Nippon Denshoku Co., Japan)로 L, a 및 b값을 측정하였다. 이 때 사용한 표준백판의 L, a 및 b값은 각각 90.20, 0.38 및 3.12이었다. 저장중 불고기 소스의 관능적 특성변화를 조사하기 위하여 맛, 냄새 및 이미-이취를 측정하였다. 관능검사는 25명(남 12, 여 13)의 검사요원에 의해 9점 평점법(9: 극도로 강하다, 8: 매우 강하다, 7: 강하다, 6: 약간 강하다, 5: 보통이다, 4: 약간 약하다, 3: 약하다, 2: 매우 약하다, 1: 극도로 약하다)으로 실시하였다. 관능검사를 위한 불고기는 쇠고기 400 g에 소스 20 g을 섞어 잘 버무려 10분간 재운 후 불고기 판에서 10분간 조리하였고, 이 것을 뚜껑이 있는 용기에 담아 65°C에 보관하면서 관능검사 시료로 사용하였다. 관능검사 결과는 분산분석과 Duncan의 multiple range test⁽⁹⁾를 사용하여 시료간의 유의차를 확인하였다.

미생물 검사

대장균군은 desoxycholate lactose agar(Merck, Germany)를 사용하여 평판배양법으로 37°C에서 24시간 배양한 후 생성된 적색 colony를 계수하였다. 일반세균은 APHA표준방법⁽¹⁰⁾에 따라 plate count agar(Merck, Germany)를 사용하여 평판배양법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였다. 유산균수는 MRS broth(Merck, Germany)에 일정량의 agar를 첨가하여 사용하였으며, 평판배양법으로 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였다. 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Merck, Germany)를 사용하여 평판배양법으로 30°C에서 72시간 배양한 후 colony를 계수하였다.

결과 및 고찰

성분 변화

방사선 처리구, 열처리구 및 무처리구간의 저장중 총산도 변화는 Fig. 1과 같다. 소스를 4°C에서 저장한 경우에는 저장기간의 경과에 따라 총산도가 증가하였으나 처리구 별로 유의차가 없었다. 그러나 20°C에서 보관한 무처리구와 4 kGy 처리구에서 총산도가 급격히 증가하여 무처리구는 4주째에 0.7%로, 4 kGy 처리구는 6주째에 0.61%로 증가하였다. 한편 7-10 kGy 처리구와 가열 처리구에서는 20°C에서 보관하여도 경시적인 총산도의 변화는 미미하였다. 이런 결과는 방사선 조사시 발효에 관여하는 미생물들의 활성이 감소하여 방사선 선량의 증가에 따라 산도가 감소하였다는 전⁽¹¹⁾의 보고와 일치하였다.

방사선 처리구, 열처리구, 무처리구간의 저장중 brix 변화는 Fig. 2와 같다. 저장기간 동안 brix의 변화는 유의성이 없었으며, 저장온도도 별 영향을 주지 않았다. 그러나 무처리구보다는 7~10 kGy 방사선 처리된 소스의 brix값이 약간 높은 경향을 보였다.

처리구간의 저장중 당함량 변화는 Fig. 3-4와 같다. 저장기간이 경과함에 따라 fructose와 glucose 함량은 증가한 반면, sucrose 함량은 감소하였다. 그러나 maltose 함량은 거의 변화가 없었다. 이런 변화는 4°C보다 20°C에서 저장한 시료에서 컸으며, 방사선 선량에 따른 변화는 뚜렷하지 않았으나 선량이 증가할수록 변화의 폭이 작아지는 경향이 있었다. 이

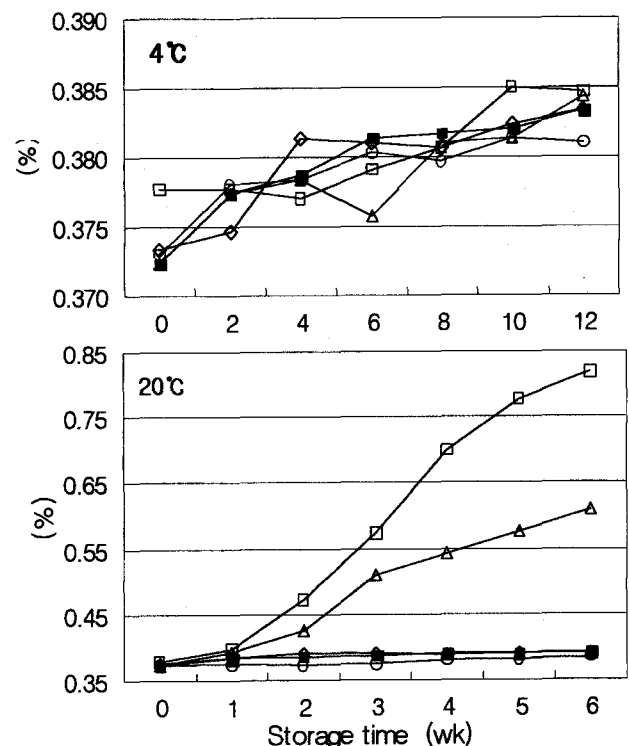


Fig. 1. Changes in total activity of Bulgogi sauce during storage as affected by irradiation and heat treatment(Top: 4°C, bottom: 20°C)

□: Control, △: 4 kGy, ◇: 7 kGy, ○: 10 kGy, ■: Heat

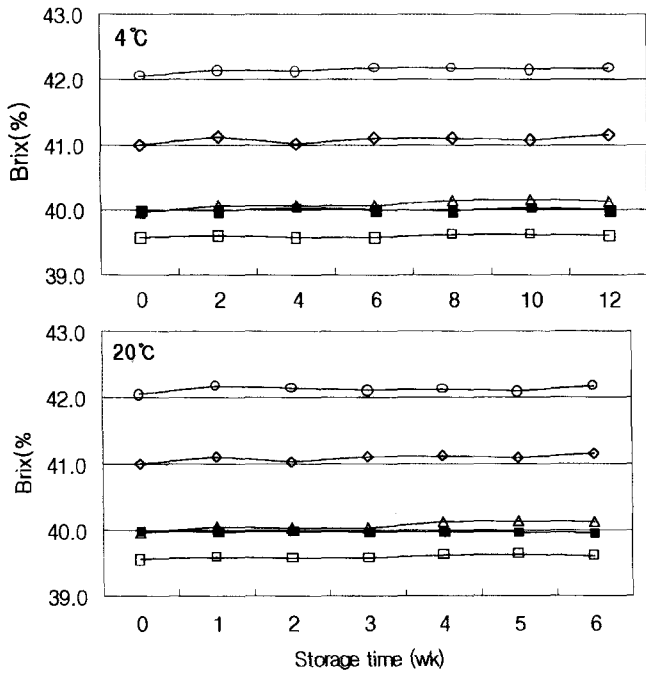


Fig. 2. Changes in Brix of Bulgogi sauce during storage as affected by irradiation and heat treatment (Top: 4°C, bottom: 20°C)
 -□-: Control, -△-: 4 kGy, -◇-: 7 kGy, -○-: 10 kGy, -■-: Heat

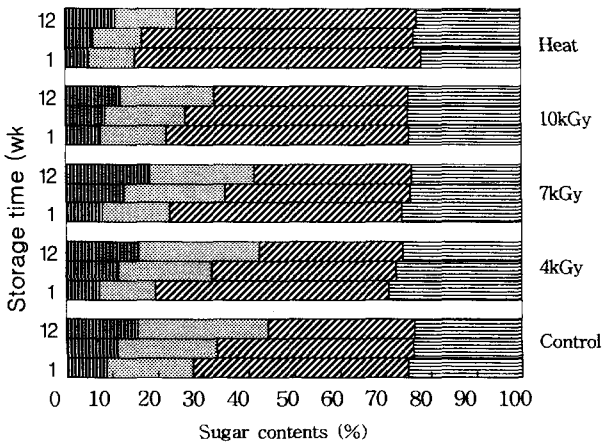


Fig. 3. Changes in the free sugar content of Bulgogi sauce during storage at 4°C
 ■ Fructose ■ Glucose ▨ sucrose ▩ Maltose

는 오렌지 주스의 살균 및 저장시 sucrose의 함량이 살균온도와 저장온도가 증가할수록 감소한다는 보고⁽¹²⁾나, 저장기간중 방사선 처리구는 무처리구에 비하여 설탕이 증가할수록 유리당 함량의 증가가 둔화되었다는 보고⁽¹¹⁾와 유사하였다. 이런 현상은 방사선 처리구에는 발효에 관여하는 생균수가 감소하고⁽¹³⁾, 방사선 처리로 amylase 활성이 감소⁽¹¹⁾한 결과로 해석할 수 있다.

색깔 및 관능특성의 변화

처리구의 저장중 전체적인 표면색깔 변화(ΔE)는 Fig. 5와 같다. 대조구와 4 kGy 처리구에서는 저장기간중 전체적인 표

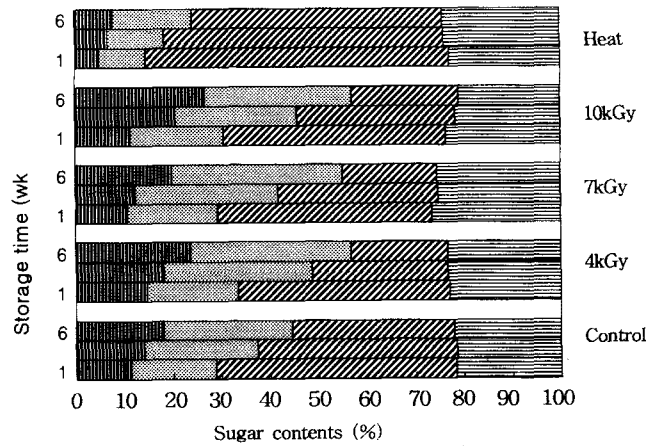


Fig. 4. Changes in free sugar content of Bulgogi sauce during storage at 20°C
 ■ Fructose ■ Glucose ▨ sucrose ▩ Maltose

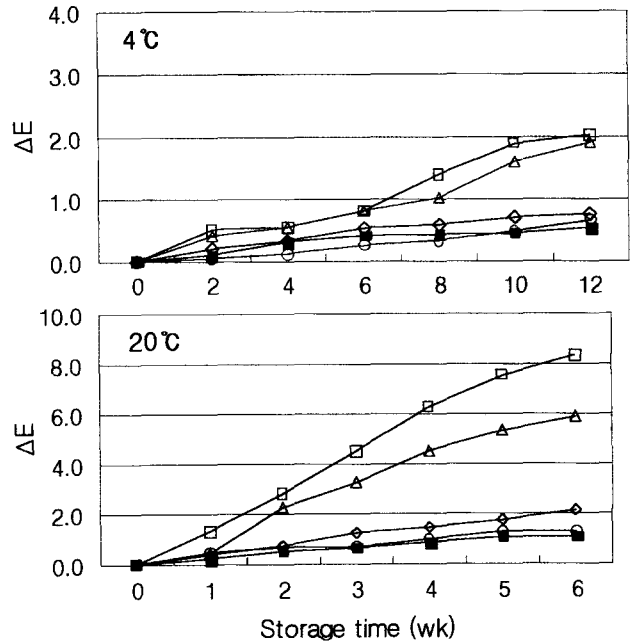


Fig. 5 Changes in total color difference of Bulgogi sauce during storage
 -□-: Control, -△-: 4 kGy, -◇-: 7 kGy, -○-: 10 kGy, -■-: Heat

면색깔 변화가 심하게 나타났으며, 이런 현상은 4°C에서 보다 20°C에서 저장한 경우 더욱 현저하였다. 그러나 7-10 kGy 방사선 처리구나 가열처리구에서는 20°C에서 저장하여도 ΔE 값의 변화가 적었다. 특히 20°C 저장시 ΔE 값이 현저히 증가하는 것은 갈변으로 인한 b값의 상당한 증가에 기인하였다.

감자에 방사선 조사를 했을 때 저장기간의 경과에 따라 방사선 처리구에 비해 무처리구의 갈변도가 증가하였다는 강동⁽¹³⁾의 보고나, 건고추의 방사선 조사시 저장기간이 증가함에 따라 실온저장에 비해 저온저장이 색택유지에 효과적이라는 변 등⁽¹⁴⁾의 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

4°C에서 12주 저장한 불고기 소스와 20°C에서 6주간 저장한 불고기 소스의 관능검사 결과는 Table 1와 같다. 4°C에서 저장한 경우 불고기 소스의 맛은 처리구간에 유의적인 차이

Table 1. Effect of gamma irradiation and heat treatment on sensory quality of Bulgogi sauce after 12 and 6 weeks storage

Treatment	Odor		Off-flavor		Taste	
	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C
Control	5.7a1)	4.9c	4.3e	5.6g	6.2j	5.3k
4 kGy	6.8b	5.2c	3.3f	4.9h	6.4j	5.4k
7 kGy	6.8b	6.8d	3.7f	3.3i	6.5j	6.4l
10 kGy	6.8b	6.7d	3.3f	3.2i	6.7j	6.7l
Heat treatment	6.3b	6.2d	3.9f	3.7i	6.4j	6.2l

¹⁾Means with the same letter within each column are not significantly different at 5% level.

가 없었다. 그러나 소스의 냄새나 이미, 이취는 대조구에서 유성있게 낮은 것으로 평가되었다(Table 1). 그러나 20°C에서 저장한 경우에는 무처리구나 4 kGy 방사선 처리구의 맛, 냄새, 이미, 이취가 모두 가열처리구나 7-10kGy 방사선 처리구보다 유의성 있게 나쁜 것으로 평가되었다. 특히 무처리구는 이미, 이취가 다른 처리구에 비하여 현저하게 심하며, 이는 미생물의 생육과 관계가 있는 것으로 생각되었다. 가열처리 또는 7-10 kGy 방사선 조사된 소스간의 관능적 특성은 유의적 차이가 없었다. 이런 결과는 녹즙에 방사선 처리하였을 때 무처리구에 비하여 전반적으로 관능적 특성이 좋게 평가되었다는 보고⁽¹⁶⁾와, 건고추의 경우 방사선 조사시 실온에서 2년간 관능적 품질이 유지되었다는 변 등⁽¹⁵⁾의 보고와 일치하였다.

생장 미생물 변화

저장기간중 소스의 대장균군 변화는 Tables 2와 같다. 초기 대장균군 수는 1.0×10² CFU/g이었으나 방사선 및 가열처리 후 대장균군은 검출되지 않았다.

무처리구의 경우 저장기간이 연장됨에 따라 대장균군은 감소하여 3-4주 후부터 검출되지 않았으며, 이런 현상은 두 저장온도에서 동일하게 관찰되었다. 이는 고춧가루 방사선 조사시 2.5 kGy 선량조사로도 대장균군이 검출되지 않았다는 변 등⁽¹⁵⁾의 보고와 일치하였다.

불고기 소스의 각 처리구간 저장중 일반세균의 변화는 Fig. 6과 같다. 시료 제조당시 3.3×10⁴ CFU/g 이었던 일반세균은 가열처리나 7-10 kGy 방사선 처리에 의하여 약 3 log cycle 감소하였으며, 10 kGy 처리시 가열처리와 유사한 살균효과를 얻을 수 있었다. 4°C 저장의 경우에는 저장중 균의 증식이

거의 없었으나 20°C 저장의 경우에는 각 처리구마다 6주간에 1-2 log cycle 증식하였다. 이 결과는 건조 통고추의 경우 호기성 세균수가 7.5 kGy의 조사로 살균되었다는 변 등⁽¹⁵⁾의 보고와 beef steak에 3 kGy의 방사선 조사로 총균수가 5.3 log cycle 감소하였다는 보고⁽¹⁷⁾와 유사하였다.

저장중 불고기 소스의 유산균 변화를 조사한 결과는 Fig. 7과 같다. 가열처리나 10 kGy 방사선 처리로 유산균수는 약 4 log cycle 감소하였다. 유산균수는 4°C 저장시 별 변화가 없었으나 20°C에서는 6주에 약 1 log cycle 증식하였다. 이 결과로 보아 유산균이 일반 호기성 세균보다 방사선 조사에 감수성이 큰 것으로 나타났다(Fig. 6-7). 변 등⁽¹⁸⁾은 쇠고기에

Table 2. Effect of gamma irradiation and heat treatment on coliforms of Bulgogi sauce during storage at 4 and 20°C
(unit: CFU/g)

Storage period (weeks)	Control	Irradiation dose(kGy)				Heat treatment
		4	7	10		
0	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	1×10 ²	
2	1×10 ¹	ND	ND	ND	ND	
4	ND	ND	ND	ND	ND	
6	ND	ND	ND	ND	ND	
8	ND	ND	ND	ND	ND	
10	ND	ND	ND	ND	ND	
12	ND	ND	ND	ND	ND	

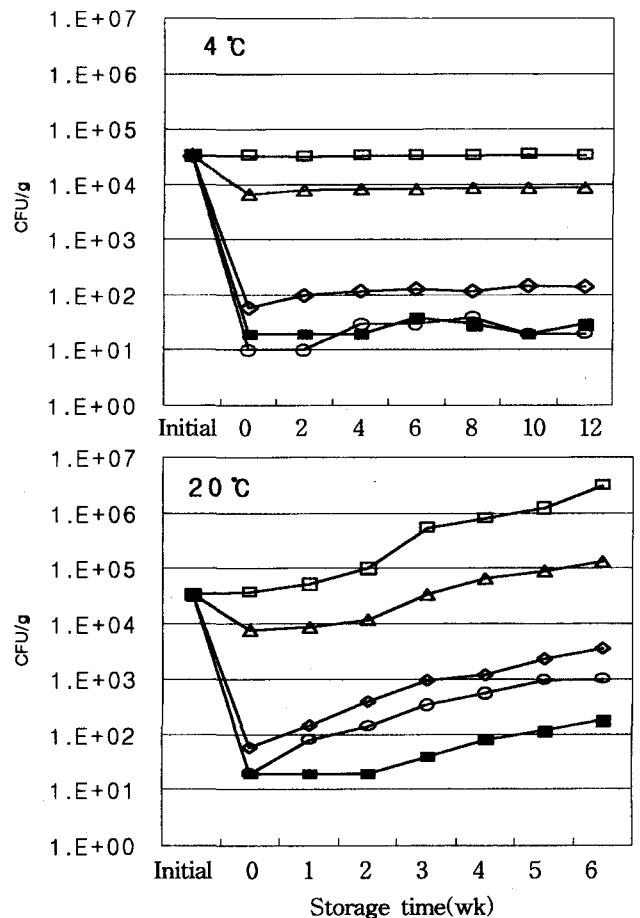


Fig. 6. Effect of gamma irradiation and heat treatment on the total aerobic bacteria of Bulgogi sauce during storage
-□-: Control, -△-: 4 kGy, -◇-: 7 kGy, -○-: 10 kGy, -■-: Heat

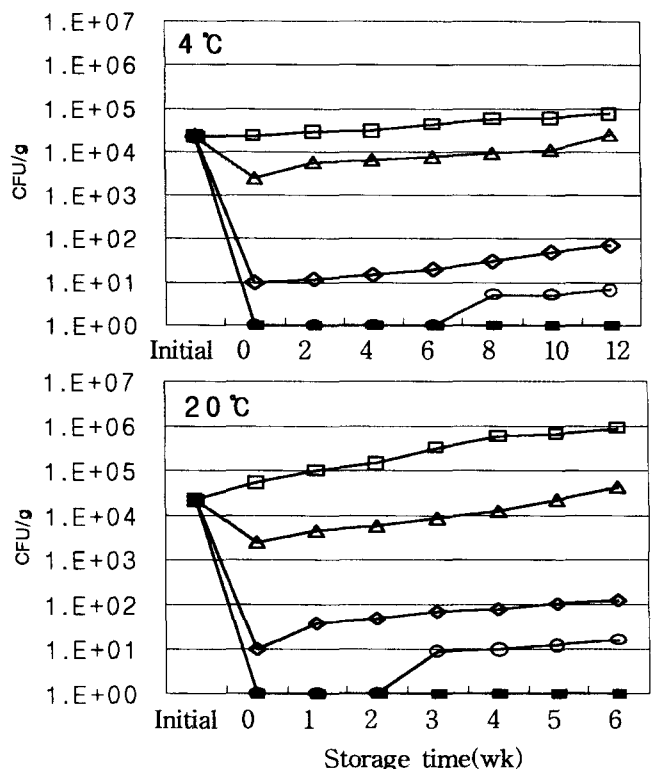


Fig. 7. Effect of gamma irradiation and heat treatment on total lactic acid bacteria of Bulgogi sauce during storage -□-: Control, -△-: 4 kGy, -◇-: 7 kGy, -○-: 10 kGy, -■-: Heat

3 kGy 방사선을 조사하여 25°C에서 7일 저장했을 때 10⁶ 이상의 유산균이 검출되었으나 5 kGy 처리시 유산균 검출이 없었다고 보고하였다.

소스 저장중 효모 및 곰팡이의 변화는 Table 3-4과 같다. 가열처리나 7~10 kGy 방사선 처리된 소스에는 곰팡이나 효모가 검출되지 않았으나 4 kGy 처리된 소스에서는 10¹-10² CFU/g의 효모 및 곰팡이가 검출되었다. 닭고기 가공품에 2 kGy이상의 방사선 조사로도 효모-곰팡이가 살균되었으며⁽¹⁹⁾, 보존료를 사용하지 않고 1.5 kGy의 방사선을 조사한 소시지를 4°C에서 14일간 보존하여도 효모의 검출이 없었다는 보고⁽²⁰⁾로 보아 방사선 조사에 대한 효모-곰팡이의 감수성은 시료의 종류와 가공특성에 따라 차이가 있는 것으로 사료되었다.

요 약

불고기 소스를 상업적으로 생산할 때 제품의 품질수명을 연장하기 위하여 가열처리하게되며, 가열로 인한 품질손실이 발생한다. 이런 가열처리를 대체할 수 있는 방법으로 소스에 방사선 조사를 실시하였고, 이것이 소스의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다. 총산도는 4°C 저장시 처리구간에 차이가 없었으며, 20°C 저장시 7-10 kGy 방사선처리구나 가열처리구에서 변화가 거의 없었다. Brix는 처리구간에 차이가 있었으나 경시적인 변화는 없었다. 표면색깔은 무처리 및 4 kGy 처리구에서 저장중 변화가 심했으며, 특히 20°C에서 저장한 경우 갈변에 의한 변화가 더욱 심했다. 당함량은 저장기간이 길어짐에 따라 sucrose는 감소하고 glucose

Table 3. Effect of gamma irradiation and heat treatment on yeasts and molds in Bulgogi sauce during storage at 4°C (unit: CFU/g)

Storage period (weeks)	Control	4 kGy	7 kGy	10 kGy	Heat treatment
0	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²
2	1.2×10 ²	1.0×10 ¹	ND	ND	ND
4	1.7×10 ²	2.0×10 ¹	ND	ND	ND
6	2.1×10 ²	3.0×10 ¹	ND	ND	ND
8	2.6×10 ²	5.0×10 ¹	ND	ND	ND
10	2.8×10 ²	5.0×10 ¹	ND	ND	ND
12	3.0×10 ²	7.0×10 ¹	ND	ND	ND

Table 4. Effect of gamma irradiation and heat treatment on yeasts and molds in Bulgogi sauce during storage at 20°C (unit: CFU/g)

Storage period (weeks)	Control	4 kGy	7 kGy	10 kGy	Heat treatment
0	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²	1.0×10 ²
1	5.0×10 ²	2.0×10 ¹	ND	ND	ND
2	8.0×10 ²	3.0×10 ¹	ND	ND	ND
3	1.0×10 ³	5.0×10 ¹	ND	ND	ND
4	2.0×10 ³	9.0×10 ¹	ND	ND	ND
5	5.0×10 ³	1.0×10 ²	ND	ND	ND
6	8.0×10 ³	3.0×10 ²	ND	ND	ND

와 fructose는 증가하였으며 낮은 저장온도에서 변화가 적었다. 4°C에서 12주 저장한 소스의 관능적 품질은 무처리구를 제외하고 처리구간에 별 차이가 없었다. 20°C에서 6주간 저장한 소스는 가열처리 및 7-10 kGy 처리구간에 차이가 없었고, 무처리 또는 4 kGy 처리구에서는 이미, 이취가 심했다. 대장균군은 4 kGy 처리시 저장온도와 상관없이 검출되지 않았으며, 일반세균이나 유산균은 7-10 kGy 및 가열처리시 생균수가 3-4 log cycle 감소하였고, 4°C 저장시에는 균체수의 증가가 적었다. 가열처리 또는 7-10 kGy 처리한 소스에서는 효모나 곰팡이가 검출되지 않았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 감마선을 7 kGy 이상 조사하거나 가열처리한 불고기 소스는 저장 안전성과 좋은 품질을 유지할 수 있었다.

문 헌

1. Kwon, J.H. and Kim, K.S. The future prospect of utilization of gamm-ray energy for storage and quality improvement of foods. Food Ind. Nut. 1(2): 37-48 (1996)
2. Byun, M.W. The future prospect and utilization of food irradiation technology in the food industry. Food Sci. Ind. 30: 89-100 (1997)
3. FAO/IAEA/WHO. High dose irradiation. Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. WHO Technical Report Series 890 (1999)
4. WHO. Review of the safety and nutritional adequacy of irradiated food (1994)
5. Korea Food & Drug Administration. Food Irradiation. NO 40200-65400-37-9810 (1998)
6. Cord of Foods. Korea Food Industry Association (1997)

7. Approved food irradiation in Korea. Yearly Book of Food Distribution, 374 (1998)
8. Kwon, J.H. The future prospect and internationally approved food irradiation. Food Ind. 133: 18-49 (1996)
9. Kim, K.O. and Lee, Y. C. Sensory evaluation of foods. p.262, Hakyonsa Publishing Co., Seoul, Korea (1989)
10. APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association (1992)
11. Jeon, M.S. Characteristics of Kochuzang by brewing method and gamma-ray irradiation. Seoul Women's University. Ph.D. Thesis (1989)
12. Jang, K.W., Hur, J.K., Kim, S.K. and Baek, Y.J. Effect of pasteurization & storage temperatures on the quality of orange juice. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 8-14 (1996)
13. Cha, B.S., Kim, W.J. and Byun, M.W. Evaluation of gamma-ray irradiation for extending the shelf life of kimchi. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 109-119 (1989)
14. Kang, I.J., Chung, C.K., Lee, B.H., Kim, K.H. and Kim, S.J. Studies on the technology development for sterilization and long term safety preservation of foods by gamma irradiation. Ministry of Agriculture and Forestry (1998)
15. Byun, M.W., Yook, H.S., Kwon, J.H. and Kim, J.O. Improvement of hygienic quality and long term storage of dried red pepper by gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 482-489 (1996)
16. Oh, D.H., Ham, S.S., Lee, S.Y., Park, B.K., Kim, S.H., Chung, C.K. and Kang, I.J. Effect of irradiation and blanching on the quality of juices of *Supurropinella bracycarpar* during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 333-340 (1998)
17. Chung, M.S., Ko, Y.T. and Kim, W.S. Survival of *Pseudomonas fluorescens* and *Salmonella typhimurium* after electron beam and gamma irradiation of refrigerated beef. J. Food Prot. 63: 162-166 (2000)
18. Byun, M.W., Kang, I.J. and Kwon J.H. Development of food preservation and processing techniques by irradiation. Ministry of Science and Technology (1999)
19. Chuang, J.T., Yi, Y.H. and Chen, T.C. Microbial quality and TBA values of chicken patties as affected by irradiation and storage temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 290-295 (1990)
20. McCarthy, J.A. and Damoglou, A.P. The effect of low-dose gamma irradiation on the yeasts of British fresh sausage. Food Microbiol. 10: 439-446 (1993)

(2001년 1월 14일 접수)