

## 감마선 조사와 저염함량으로 제조한 된장의 미생물 및 품질특성 변화

박병준 · 장규섭<sup>1</sup> · 김동호 · 육홍선 · 변명우\*

한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학팀, <sup>1</sup>충남대학교 식품공학과

### Changes of Microbiological and Physicochemical Characteristics of Doenjang Prepared with Low Salt Content and Gamma Irradiation

Byoung-Jun Park, Kyu-Sub Jang<sup>1</sup>, Dong-Ho Kim, Hong-Sun Yook and Myung-Woo Byun\*

Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Chungnam National University

Changes of microbiological and physicochemical characteristics of gamma irradiated Doenjang with low salt were studied. Samples were prepared by mixing the Doenjang and the Chungkukjang with 6% and 8% of salinity. The mixture was irradiated by gamma-ray with dose of 0, 5, 10, 20 kGy, and each sample was stored at 25°C for 8 weeks. The results showed that the *Bacillus* cell was inactivated by 10<sup>4</sup>-10<sup>5</sup> cells/g with dose of 10 kGy, and yeast and *Lactobacillus* group were nearly eliminated by 10 kGy. The general quality of gamma irradiated low salt Doenjang, such as amino nitrogen, protease activity, and pH, were more stable than that of control during storage periods. The sensory evaluations showed that 8% (salt)-5 kGy and 6% (salt)-10 kGy irradiated samples were more acceptable than market purchased Doenjang. Therefore, it was considered that gamma irradiation was effective for maintaining better quality of low salt Doenjang and suitable radiation dose was 5 kGy in 8% salted, and 10 kGy in 6% salted sample.

Key words: gamma irradiation, low salted, doenjang

### 서론

식품에 첨가된 식염은 적당한 맛을 내는 동시에 수분활성도와 삼투압을 조절하여 식품 중의 미생물 성장을 억제함으로써 식품의 관능과 저장성에 영향을 준다. 특히 발효 식품 중의 염은 부패미생물의 생육을 억제하고 내염성의 발효미생물이 선택적으로 성장할 수 있도록 조절해 주는 역할을 하고 있다. 발효식품에 첨가되는 염의 농도는 각 식품의 원료 특성, 발효기간, 인고자하는 최종산물 등에 따라 다르지만 특히, 단백질 성분이 주원료이고 장기저장을 목적으로 하는 장류나 젓갈에는 10~20%, 경우에 따라서는 40%에 이르는 식염이 첨가되기도 한다<sup>(1)</sup>. 이 중, 된장은 우리 나라의 대표적인 대두발효식품으로, 조미식품으로서의 풍미와 영양이 우수하며 최근에는 혈전용해능, 면역기능의 강화, 항산화성, 항암 효과 등과 같은 기능성<sup>(2-5)</sup>도 우수하다고 밝혀지고 있어 지속적으로 소비가 증가하고 있는 식품이다. 그러나 된장에는 일

반적으로 10~14% 정도의 염이 함유되며, 전통적으로 제조되는 한식된장의 경우에는 20%까지도 염이 첨가된다. 1997년 현재, 산업체에서 생산된 된장은 약 12만 톤이며 재래식으로 제조된 것까지 포함하면 약 20만 톤의 된장이 소비되는 것으로 추산되므로<sup>(6)</sup> 성인 1인당 된장 섭취량은 약 27 g/일로, 그에 따른 염분 섭취량은 약 3 g/일 이상으로 추정된다. 이 염분량은 대부분의 선진국이 5~10 g/일, 우리 나라에서 8.7 g/일의 염분 섭취량을 권장하고 있는 것에 비교할 때<sup>(7)</sup>, 단일 식품으로서는 대단히 많은 양이라 할 수 있다. 일반적으로 염의 과다섭취는 혈액 내에 hypervolemia를 일으켜 고혈압, 뇌졸중, 위암발생 등에 큰 영향을 준다고 알려져 있다<sup>(8)</sup>. 따라서 국민건강과 보건 측면에서 된장뿐만 아니라 간장, 고추장, 쌈장 등의 고염 장류제품을 저염화하는 연구의 필요성이 절실하다. 그러나 저염된장의 제조를 위한 연구로는 에탄올 첨가법, 수분활성 조절법 등이 보고되어 있을 뿐이며<sup>(9,10)</sup> 이 방법도 산업적 적용의 문제점, 관능의 저하와 같은 문제로 실용화되지는 못하고 있다.

한편, 최근에는 식품고유의 특성에는 영향을 미치지 않고 미생물만 선택적으로 살균할 수 있는 감마선 조사기술이 장류제품을 비롯한 전통발효식품의 보존 안전성을 확보하기 위한 새로운 기술로 제시되고 있으며 된장, 고추장, 청국장, 메주, 간장에 대한 감마선 조사의 미생물 살균효과와 일반식품

\*Corresponding author: Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 105Yusung, Taejon, 305-600, Korea  
Tel: 82-42-868-8060  
Fax: 82-42-868-8043  
E-mail: mwbyun@nanum.kaeri.re.kr

학적 품질변화<sup>(11-14)</sup> 그리고 독성학적 안전성 평가<sup>(15)</sup>가 보고된 바 있다. 한편 장류제품에는 다양한 효소들이 잔존하고, 식품의 살균 및 보존을 위해 적용되는 감마선 조사선량은 이들 효소의 활성에 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다<sup>(16)</sup>. 따라서 장류제품에서도 감마선 조사 이후 미생물은 사멸되지만 잔존 효소는 제품의 숙성에 영향을 준다<sup>(11-14)</sup>. 본 실험에서는 일반 된장에 염도가 낮은 청국장을 혼합하여 6~8%의 저염된장을 제조한 후 감마선을 조사하여 미생물의 생육으로 인한 제품의 품질저하를 제어하고 잔존 효소에 의하여 적정숙성을 유도하는 저염된장의 제조공정을 모델로 선정하고, 미생물 및 일반품질특성 변화와 관능평가를 통하여 감마선 조사를 이용한 저염된장 제조의 적정 염도와 감마선 조사선량을 설정하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 저염된장의 제조

본 실험에 사용된 저염된장의 제조공정을 Fig. 1에 도시하였다. 된장은 시판 된장의 발효반제품을 구입하였으며 청국장은 Kim 등<sup>(12)</sup>의 방법에 따라 직접 제조하였다. 청국장 제조를 위한 대두는 20°C의 물에 10시간 동안 침지하여 건져낸 후 autoclave를 이용하여 1차로 105°C로 20분 증자한 후 다시 121°C에서 20분 증자하였다. 청국장은 통기성이 좋은 천을 댄 40×60×10 cm의 다공상 플라스틱 용기에 10 kg의 증자대두를 넣고 nutrient broth에서 휴지기까지 배양한 *Bacillus natto*를 10<sup>3</sup> cells/kg되게 접종하여 제조하였다. 청국장 발효 중 발효실의 온도는 38 ± 1°C, 습도는 포화습도로 조절하였으며 청국장의 발효시간은 45시간으로 하였다. 발효가 완료된 청국장에 염농도가 4% 되도록 염을 첨가, 혼합한 다음 37°C에서 2일 동안 숙성시켜 이를 된장과 혼합하였다. 저염된장은 염도 11%의 된장과 염도 4%의 청국장을 혼합하여 최종 염도가 각각 6%(된장 : 청국장 = 30 : 70)와 8%(된장 : 청국장 = 60 : 40)가 되도록 제조하였다. 저염된장 제조에 사용된 청국장 및 일반 된장, 그리고 제조된 저염된장의 품질규격은 Table 1과 같다.

### 방사선 조사

혼합된 저염된장은 각각 PP(propylene) 재질의 파우치포장지에 200 g씩 담아 진공 포장한 후 방사선 조사를 실시하였다. 시료의 방사선 조사는 한국원자력연구소의 선원 100,000 Ci, Co-60 감마선 조사시설(AECL, IR-79, Canada)을 이용하여 실온에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 5, 10, 20 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사구와 함께 25°C에서 8주간 저장하면서 1~2주 간격으로 분석하였다.

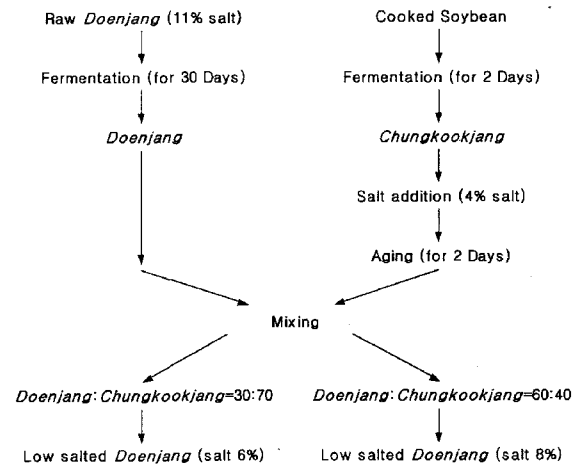


Fig. 1. Flow diagram for preparation of low salted Doenjang

### 미생물 검사

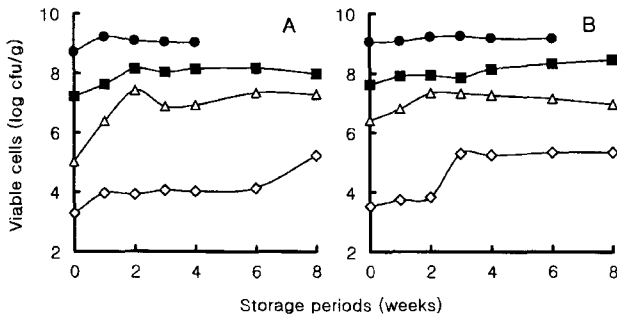
저염된장의 미생물은 청국장의 주 발효균주인 *Bacillus*와 된장의 품질 변화에 큰 영향을 미치는 효모 및 젖산균을 대상으로 하였다. 미생물 검사를 위한 시료는 시료 50 g에 멸균식염수를 가하고 mixer(Hanil, FM 680T, Korea)에 1분간 마쇄한 후 4°C의 shaking incubator에서 30분간 교반하여 제조하였으며 제조된 시료를 연속 희석하여 *Bacillus*, 젖산균, 효모의 선택배지에 smear method로 접종·배양하였다. 이 때, *Bacillus*<sup>(17)</sup>는 dextrose tryptone agar(Difco)에 시료를 접종한 다음 50°C에서 3일간 배양하여 생성된 colony의 수를 계수하였으며, 젖산균<sup>(18)</sup>은 MRS 배지(Difco)에, 효모<sup>(19)</sup>는 10% tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(Difco) 배지에 시료를 접종한 다음 25°C에서 3일간 배양하여 생성된 colony를 colony counter(IPI Inc., Microcount 1008, USA)로 계수하였다.

### 일반분석

저염된장의 일반분석을 위한 시료는 미생물 검사용으로 제조한 시료를 원심분리(9,000 rpm, 20 min at 4°C)한 후 상등액을 여과(Whatman paper No. 2)하여 그 여과액을 사용하였다. 저염된장 보존 중의 일반성분은 장류의 숙성지표인 아미노태질소, pH, 색도, protease의 변화를 측정하였으며 이 때, 아미노태질소는 A.O.A.C법<sup>(20)</sup>에 준하여 Formol 적정법으로, pH는 pH meter(Orion 520A, Mass, USA)로, 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta)를 이용하여 Hunters value를 측정하였다. 단백질 분해효소의 활성은 Kim 등<sup>(12)</sup>의 방법에 따라 0.5% casein(dissolved in 50 mM acetate buffer, pH 6.0)을 기질로 하여 생성된 tyrosine 양을 측정하였으며 효

Table 1. Specifications of Doenjang and Chungkookjang as raw materials for low salted Doenjang

	Raw Materials		Low salted Doenjang	
	Doenjang	Chungkookjang	Doenjang (6% salt)	Doenjang (8% salt)
Water content (%)	51.27	53.42	52.77	52.14
Salt (%)	11.02	3.98	6.08	8.17
pH	5.06	7.80	6.65	6.19
NH <sub>2</sub> -nitrogen (mg%)	382	463	436.8	403.2



**Fig 2. Growth of *Bacillus* cells in gamma irradiated *Doenjang* with salt concentration of 6%(A) and 8%(B) during storage periods at 25°C**  
Radiation dose were ●; 0 kGy, ■; 5 kGy, △; 10 kGy, ◇; 20 kGy

소의 1 unit은 1분당 1 μmole의 tyrosine을 유리시키는 효소의 양으로 하였다.

**관능평가**

제조된 시제품의 관능검사는 Chiou 등<sup>(10)</sup>의 방법에 따라 12명의 panel을 대상으로 맛, 향기, 색상에 대하여 5점 평점법 (1 매우 싫다, 2 싫다, 3 보통이다, 4 좋다, 5 매우 좋다)으로 실시하였으며 결과는 ANOVA분석으로 처리한 후 Duncan's multiple range test( $\alpha < 0.05$ )로 유의성을 검증하였다. 8개의 시료 가운데, 보존 8주 후 부패소견을 보인 염도 6%의 비조사구 및 5 kGy 조사구, 그리고 염도 8%의 비조사구를 제외한 5개의 시료를 1차로 비교하였으며 2차로 저염된장 가운데 선 호도가 가장 좋은 1개 시료를 선발하여 동일한 보존기간이 경과한 시판된장 2종과 비교하였다.

**결과 및 고찰**

**미생물의 변화**

저염된장 보존 중의 *Bacillus*, 효모 그리고 젖산균의 성장 변화를 조사하였다. *Bacillus*는 6%와 8%의 저염된장 모두 비조사구에서 보존 초기에  $10^9$  cell/g의 수준이었다. 그러나 10 kGy의 감마선을 조사한 경우, 6% 저염된장에서는 4 log cycle의 감소가 나타나는데 비하여 8% 저염된장에서는 3 log cycle의 감소가 관찰되어 6% 저염된장에서 감마선 조사에 의한 *Bacillus*의 감수성이 높았다(Fig. 2). 이러한 결과는 청국장과

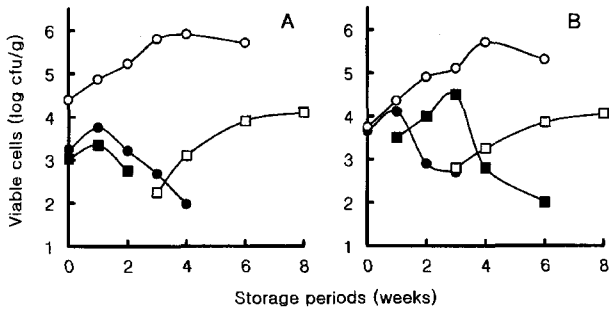
된장에 서식하는 *Bacillus*의 방사선 감수성 차이에 의한 것으로 보여지는데, 이는 Byun 등이 된장<sup>(11)</sup>과 청국장<sup>(12)</sup>의 감마선 조사에서 *Bacillus*의  $D_{10}$  값이 각각 5.26 kGy, 1.78 kGy로 청국장 *Bacillus*의 감마선 감수성이 훨씬 높으며 이러한 차이는 청국장의 *Bacillus*는 주로 영양세포로, 된장의 *Bacillus*는 내생포자상태로 분포하는 데에 따른 차이라고 보고한 것과 연관된다. 즉, 본 실험에 사용된 저염된장의 청국장 혼합비는 염도 6% 제품에서 70%, 염도 8% 제품에서 40%의 비율로 혼합되므로, 방사선 감수성이 큰 청국장의 혼합비가 높은 염도 6% 제품이 염도 8% 제품보다 *Bacillus*의 사멸율이 높은 것으로 해석되었다. 보존기간 중의 *Bacillus* 생장은 비조사구에서는 보존기간 동안  $10^9$  cell/g의 수준을 유지하였으며 감마선 조사구에서는 감마선 조사 후 감소하였다가 보존 기간을 통하여 점차 증가하는 양상이었고 그 증가율은 8% 염도의 시료보다 6% 염도의 시료에서 보다 현저하였다(Fig. 2). 이러한 결과는 일반 된장에 감마선을 조사하였을 경우 생존 *Bacillus*는 보존 기간을 통하여 점차 감소한다는 Byun 등<sup>(11)</sup>의 보고와는 다른 것으로, 이는 방사선 저항성이 높은 *Bacillus*의 포자가 감마선 조사 후에 생존하여도 염도가 높은 된장에서는 성장을 못하는데 비하여 저염의 조건에서는 성장하기 때문인 것으로 보인다.

시료의 효모와 젖산균의 밀도는 된장의 배합비율이 높은 염도 8%의 저염된장이 6% 시료보다 높았으며 감마선 조사에 대한 효모와 젖산균의 방사선 감수성은 10 kGy 이상의 감마선 조사에 의하여 완전 살균되는 수준으로 기존의 보고<sup>(11-14)</sup>와 유사하였다. 보존기간 중 효모와 젖산균이 검출된 비조사구 및 5 kGy 조사구의 미생물 성장변화를 살펴보면, 8% 염도에서는 효모와 젖산균 모두 보존 기간에 따라 지속적으로 증식하는 양상이었으나 6% 염도에서는 보존초기에 증식하였다가 보존 2~3주 이후부터는 감소하는 양상이었다. 이는 된장 등의 일반 장류에서는 5 kGy 이상의 감마선 조사 후 효모와 젖산균이 post radiation effect에 의하여 지속적으로 감소한다는 결과와는 다른 것이었다. 이러한 차이는 저염 조건에서의 효모와 젖산균의 생장이 *Bacillus* 등의 다른 미생물군과 길항작용을 나타내거나 부패에 따른 이차대사산물이 미생물의 성장에 영향을 준 때문으로 해석되나 보다 상세한 기작은 각 환경요소에 관한 세부적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

**Table 2. Changes of pH in low salted and gamma irradiated *Doenjang* during storage at 25°C**

Salt (%)	Radiation dose (kGy)	Storage period (week)						
		0	1	2	3	4	6	8
6	0	6.65	6.08	5.18	5.05	5.00	- <sup>1)</sup>	-
	5	6.68	6.59	6.53	6.43	6.39	6.38	6.34
	10	6.67	6.56	6.49	6.48	6.46	6.34	6.32
	20	6.62	6.57	6.52	6.49	6.46	6.30	6.31
8	0	6.19	6.14	6.02	5.99	5.97	5.61	-
	5	6.19	6.17	5.98	5.96	5.95	5.89	5.86
	10	6.18	6.17	5.98	6.02	5.98	5.86	5.83
	20	6.16	6.19	5.99	6.02	6.02	5.90	5.85

<sup>1)</sup>Samples were not determined for spoilage



**Fig. 3. Growth of Yeast(A) and *Lactobacillus*(B) cells in gamma irradiated *Doenjang* with salt concentration of 6% and 8% during storage periods at 25°C**  
 Radiation dose and salinity were ● ; 0 kGy and 6%, ○ ; 0 kGy and 8%, ■ ; 5 kGy and 6%, □ ; 5 kGy and 8%

**일반품질 특성**

저염된장의 보존기간 중 품질변화를 알아보기 위하여 pH, protease, 아미노태질소, 색도의 변화를 측정하였다. 보존 초기의 pH는 된장의 배합비율이 높은 8% 염도의 저염된장의 pH가 다소 낮았으며 감마선 조사에 의한 pH 변화는 나타나지 않았다. 보존기간에 따라 pH는 점차 낮아지는 경향이었으며 그 변화의 폭은 6% 비조사구에서 가장 컸고 조사선량에 따른 차이는 관찰되지 않았다(Table 2).

저염된장의 protease 활성은 염도 8% 시료에서 0.74 unit/g, 염도 6% 시료에서 1.03 unit/g으로 청국장 함유량이 많은 6% 시료에서 보다 높은 활성을 나타내었고 감마선 조사에 따른 변화는 없었다. 보존기간 중의 protease 활성은 약간씩 증가하는 양상이었으나 조사 여부 및 조사선량간에 유의적

인 차이는 없었다(Table 3). 한편, *Bacillus* 등의 미생물 생장은 조사선량에 따라 많은 차이를 보이는데 비하여(Fig. 2) protease 활성의 차이는 없는 것으로 보아 저염된장 보존 기간 중의 protease 효소작용은 잔존 효소활성에 의하여 결정되는 것으로 사료된다. 아미노태질소의 함량은 대부분 protease 효소활성에 의존하므로 그 변화 양상도 protease 활성변화와 유사한 결과를 보여주었다(Table 4). 즉, 6% 저염된장은 8% 보다 전체적으로 높은 함량을 보였으며 비조사구의 경우 저장기간 3주차부터 급격한 증가를 보이며 제품의 과다한 숙성으로 인한 변패를 나타내었고 감마선 조사 시료에서 조사선량에 따른 유의적인 차이는 없었다.

저염된장의 저장기간 중의 색도 변화를 측정하였다(Table 5). 염도 6%와 8%시료 모두 보존초기 비조사구와 조사구간의 색도의 차이는 없었으며 보존기간 중에는 lightness는 점차 감소하는 양상을, redness와 yellowness는 점차 증가하는 양상을 보였으나 조사선량에 따른 차이는 나타나지 않았다. 한편, Byun 등<sup>(11)</sup>의 보고에 따르면 된장은 조사선량이 증가함에 따라 갈변이 촉진되었고 청국장<sup>(12)</sup>에서는 조사선량에 따른 색도의 차이가 없었다고 하였으므로 저염된장은 청국장에 가까운 색도변화를 나타내는 것으로 평가되었다.

**관능평가**

염도 및 감마선 조사선량을 달리하여 제조한 8개의 시료 가운데, 보존 8주 후 부패조건을 보인 염도 6%의 비조사구 및 5kGy 조사구, 그리고 염도 8%의 비조사구를 제외한 5개 시료의 짠맛, 향, 색상, 전체적인 맛의 조화에 대한 선호도를 조사하였다(Table 6). 평가결과 8%의 염도에 5kGy의 감마선을 조사한 시료의 맛과 향에 대한 선호도가 가장 높았고 8%-

**Table 3. Changes of protease activity in low salted and gamma irradiated *Doenjang* during storage at 25°C** (Unit: IU/g)

Salt (%)	Radiation dose (kGy)	Storage period (week)				
		0	2	4	6	8
6	0	1.03	1.12	1.20	-	-
	5	1.05	1.06	1.15	1.22	1.24
	10	1.06	1.06	1.16	1.20	1.22
	20	1.01	1.07	1.13	1.19	1.26
8	0	0.74	0.77	0.82	0.85	-
	5	0.77	0.80	0.81	0.86	0.87
	10	0.73	0.77	0.79	0.82	0.83
	20	0.76	0.80	0.81	0.81	0.79

**Table 4. Changes of NH<sub>2</sub>-nitrogen contents in low salted and gamma irradiated *Doenjang* during storage at 25°C** (Unit: mg%)

Salt(%)	Radiation dose (kGy)	Storage period (week)						
		0	1	2	3	4	6	8
6	0	436.8	481.6	515.2	694.4	716.8	-	-
	5	464.3	470.4	487.2	649.6	672.0	677.6	694.4
	10	453.6	459.2	481.6	627.2	677.6	677.6	683.2
	20	464.8	459.2	526.4	638.4	672.0	672.0	688.8
8	0	403.2	470.4	492.8	604.8	616.0	621.6	-
	5	397.6	448.0	481.6	599.6	604.8	616.0	644.0
	10	386.4	459.2	470.4	582.4	599.2	616.0	621.6
	20	386.4	448.0	476.0	576.8	582.4	604.8	616.0

**Table 5. Changes of Hunter color value in low salted and gamma irradiated *Doenjang* during storage at 25°C**

Salt(%)	Radiation dose (kGy)	Hunter's value	Storage period (week)						
			0	1	2	3	4	6	8
6	0	L	86.60	86.58	86.52	85.37	85.25	-	-
	5		86.52	85.98	85.03	84.12	83.90	81.49	79.98
	10		86.48	86.02	85.33	83.85	83.81	80.88	80.08
	20	86.48	85.43	85.16	84.44	83.40	81.78	79.44	
	0	a	-0.35	-0.29	-0.21	0.50	0.64	-	-
	5		0.31	0.52	0.89	0.98	1.54	3.51	5.26
	10		-0.18	0.06	0.34	1.30	1.69	4.17	5.36
	20		-0.26	-0.01	0.38	1.62	1.77	3.68	5.90
	0	b	23.32	27.05	28.19	32.02	33.13	-	-
	5		26.03	30.52	33.07	37.00	39.77	44.89	49.37
	10		30.41	31.85	34.00	39.31	40.62	47.11	49.60
	20		30.96	33.01	33.96	37.19	40.48	45.68	51.20
8	0	L	87.83	87.14	86.84	83.16	82.89	82.21	-
	5		87.12	86.44	85.97	85.09	84.09	82.31	78.98
	10		87.91	86.25	85.49	83.47	82.99	82.30	81.49
	20		88.07	87.11	85.22	84.17	83.67	82.22	80.70
	0	a	0.01	0.49	0.84	2.42	2.70	3.44	-
	5		0.29	0.35	0.37	2.04	2.78	3.26	5.99
	10		0.15	0.39	0.49	1.77	2.40	3.49	4.32
	20		-0.13	0.33	0.65	1.89	2.06	3.58	4.95
	0	b	34.98	35.69	37.00	43.57	45.06	47.30	-
	5		35.52	35.91	36.20	40.15	42.13	47.36	51.11
	10		35.60	36.10	36.93	42.34	45.12	48.39	50.83
	20		35.60	36.66	37.97	43.12	43.57	48.13	52.11

**Table 6. Sensory evaluation of low salted and gamma irradiated *Doenjang* after storage at 25°C for 8 weeks**

A: Compare 5 samples of low salted Doenjang used in this study

Salt (%)	Radiation dose (kGy)	Salty taste	Flavor	Color	Overall acceptability
6	10	3.42 <sup>ab</sup>	3.75 <sup>a</sup>	3.75	3.75 <sup>ab</sup>
	20	3.25 <sup>b</sup>	2.67 <sup>b</sup>	3.50	2.75 <sup>c</sup>
8	5	3.83 <sup>a</sup>	3.92 <sup>a</sup>	3.75	4.08 <sup>a</sup>
	10	3.75 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>a</sup>	3.67	3.67 <sup>b</sup>
	20	3.58 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>b</sup>	3.58	2.83 <sup>c</sup>

B: Compare the 8% salted and 5 kGy gamma irradiated *Doenjang* with another market purchased *Doenjang*

Sample	Salty taste	Flavor	Color	Overall acceptability
8% salt-5 kGy	3.91 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>	3.67 <sup>ab</sup>	3.83 <sup>a</sup>
Company A	3.58 <sup>b</sup>	3.17 <sup>b</sup>	3.83 <sup>a</sup>	3.58 <sup>ab</sup>
Company B	2.92 <sup>c</sup>	3.58 <sup>ab</sup>	3.33 <sup>b</sup>	3.08 <sup>b</sup>

<sup>ab,c</sup>Superscript letters indicate significant at p<0.05 by Duncan's multiple comparison

10 kGy, 6%-10 kGy의 시료도 비교적 우수한 평가를 받았으나 20 kGy의 감마선을 조사한 시료는 특히 향에서 낮은 평가를 받았다. 한편 염도 6%의 시료에서는 짠맛에서 다소 싱겁다는 의견이 많았다. 실험제품간의 비교에서 가장 높은 선호도를 나타낸 염도 8%에 5 kGy의 감마선을 조사한 시료를 동일한 보존기간이 경과한 시판된장 2종과 비교한 결과 저염된장에 대한 선호도가 전반적으로 높았다.

따라서 된장에 청국장을 혼합하여 저염된장을 제조한 다음

감마선을 조사하는 방법은 저염된장의 미생물 억제와 품질 보존뿐만 아니라 관능향상을 위한 매우 유용한 방법이 될 것으로 보이며 염도 6%에는 10 kGy의 조사선량이, 염도 8%의 경우에는 5~10 kGy의 조사선량이 적합할 것으로 평가되었다.

## 요 약

숙성이 완료된 된장에 염도 4%의 청국장을 혼합하여 각

각 염도 8%, 6%의 저염된장을 제조한 다음 0, 5, 10, 20 kGy의 감마선을 조사하여 상온에 보존하면서 보존 기간 중의 미생물 및 일반 품질 특성 변화를 살펴보았다. 미생물은 조사선량의 증가에 따라 유의적인 살균효과를 나타내어 *Bacillus*는 비조사구에서  $10^9$  CFU/g이던 것이 10 kGy에는  $10^5$ - $10^6$  CFU/g으로, 20 kGy에서는  $10^3$  CFU/g으로 감소하였고 보존기간 중 점차 증가하였다. 효모와 산생성 세균은 10 kGy 이상의 감마선 조사에 의하여 거의 제거되었으며 보존 기간 중에도 검출되지 않았으나 비조사구 및 5 kGy 조사구에서는 증식하였다. pH, protease, 아미노태질소의 변화는 감마선 조사구가 비조사구에 비하여 안정적인 품질을 유지하였으나 6%-5 kGy 조사구는 보존 6~8주 후에 변패를 나타내었다. 시료의 관능평가 결과 8%-5 kGy, 그리고 10 kGy의 감마선조사 시료에 대한 선호도가 높았으며 특히, 8%-5 kGy의 시료는 시판 일반된장보다 높은 선호도를 보였다. 따라서 된장과 청국장을 혼합한 다음 감마선을 조사하여 관능 및 보존성이 우수한 저염된장을 제조하는데 필요한 적정 감마선 조사선량은 염도 6%에서는 10 kGy가, 염도 8%에서는 5~10 kGy가 적합할 것으로 평가되었다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Lee, H.C. Fermentation food. Sinkwang Press Co., Seoul, Korea pp. 28-121, 260-287 (1999)
2. Shon, D.H., Lee, S.H. and Ahn, C.W. Screening of antithrombotic peptides from soybean paste by the microplate method. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 684-688 (1996)
3. Choi, S.Y., Choi, M.J., Lee, J.J., Kim, H.J., Hong, S.S., Chung, K.S. and Lee, B.K. Growth suppression effect of traditional fermented soybean paste (*Doenjang*) on the various tumor cells. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 458-463 (1999)
4. Lee, B.K. Immunomodulation materials of fermented soybean products. Lecture 3, 2nd Symposium for Soybean Fermentation Foods, The Research Institute of Soybean Fermentation Foods, Yeungnam Univ. Korea (1999)
5. Kim, W.K., Choi, K.H., Kim, Y.T., Park, H.H., Choi, J.Y., Lee, Y.S., Oh, H.I., Kwon, I.B. and Lee, S.Y. Purification and characterization of fibrinolytic enzyme produced from *Bacillus* sp. strains CK 11-4 screened from *Chungkookjang*. Appl. Environ.

6. Joo, H.K. Current trends and problems of fermented soybean products. Lecture 1, 1st Symposium and Expo for Soybean Fermentation Foods, The Research Institute of Soybean Fermentation Foods, Yeungnam Univ. Korea (1998)
7. Choi, B.S., Kim, E.J. and Park Y.S. Study on sodium intake and preference for salty taste in college women. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 154-160 (1997)
8. Kim, J.D., Choi, M. and Ju, J.S. A study on correlation between blood pressure and dietary Na, K intakes pattern in the family members of normal and cerebrovascular disease patients. J. Korean Soc. Food. Nutr. 24: 24-29 (1995)
9. Lee, S.W., Shin, S.Y. and Yu, T.J. Effects of the ethanol contents on the preparation of low salt *Doenjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 336-339 (1985)
10. Chiou, R.Y., Ferng, S. and Beuchat, L.R. Fermentation of low-salt miso as affected by supplementation with ethanol. International J. Food Microbiol. 48: 11-20 (1999)
11. Byun, M.W., Kim, D.H., Yook, H.S., Cha, B.S. and Kim, J.O. Changes in microbiological and general qualities in gamma irradiated *Doenjang* (Fermented Soybean Paste). Food Sci. Biotechnol. 10: 7-11 (2001)
12. Kim, D.H., Yook, H.S., Youn, K.C., Cha, B.S., Kim, J.O. and Byun, M.W. Changes of microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Chungkookjang*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 896-901 (2000)
13. Kim, D.H., Yook, H.S., Youn, K.C., Sohn, C.B. and Byun, M.W. Changes of microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Kochujang* (Fermented Hot Pepper Paste). Korean J. Food Sci. Technol. 33: 72-77 (2001).
14. Kim, D.H., Lee, K.H., Yook, H.S., Kim, J.H., Shin, M.G. and Byun, M.W. Quality characteristics of gamma irradiated grain shape improved *Meju*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 640-645 (2000)
15. Yook, H.S., Lee, E.M., Kim, D.H., Lee, K.H., Lee, H.J., Lee, Y.N. and Byun, M.W. Genotoxicological safety on water-soluble fraction of gamma irradiated Korean soybean fermentation foods. Korean J. Food Hyg. Safety 15: 297-303 (2000)
16. Furuta, M., Ohashi, I., Oka, M. and Hayashi, T. Irradiation effects on hydrazes for biomedical applications. Radiat. Phys. Chem., 57: 455-457 (2000)
17. Collins, C.H., Lyne, P.M. and Grange, J.M. Microbiological methods, 6th ed., pp. 330-334. Butterworths, London, Great Britain (1989)
18. Difco Laboratories. Difco Manual 10th ed., Detroit Michigan 48232 USA p. 492 (1984)
19. Difco Laboratories. Difco Manual 10th ed., Detroit Michigan 48232 USA p. 689 (1984)
20. AOAC Official method of analysis. 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)

(2001년 7월 10일 접수)