

## 감마선 조사 고추장의 미생물 및 일반품질 특성 변화

김동호 · 육홍선 · 연규춘\* · 손천배\*\* · 변명우  
한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀,  
\*충주대학교 식품공학과, \*\*충남대학교 식품영양학과

### Changes of Microbiological and General Quality Characteristics of Gamma Irradiated *Kochujang*(Fermented Hot Pepper Paste)

Dong-Ho Kim, Hong-Sun Yook, Kyu-Chun Youn\*,  
Cheon-Bae Sohn\*\* and Myung-Woo Byun

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

\*Department of Food Technology, Chungju University,

\*\*Department of Food Science and Nutrition, Chungnam National University

The effect of gamma-irradiation on the microbiological and general quality changes of the *kochujang*(Korean hot pepper paste) was studied. *Kochujang* was prepared, irradiated at 5, 10 and 20 kGy, and then stored at 25°C for twelve weeks. The results showed that the *Bacillus* were decreased by 5 log cycles with dose of 20 kGy with 3.94 kGy of D<sub>10</sub> value. Yeast and *Lactobacillus* cells were nearly eliminated by 10 kGy. The formation of NH<sub>2</sub>-nitrogen and reducing sugar, enzyme activity, acid production and browning were not affected by gamma irradiation. Therefore, it was considered that the *kochujang* treated with gamma irradiation maintained better microbial quality than that of the control with storage.

Key words : *kochujang*, hot pepper paste, gamma irradiation, microbial quality

## 서 론

고추장은 세계적으로 우리 나라에서만 제조되는 발효조미 식품으로 식품공전에서는 두류 또는 곡류 등을 제국한 후 여기에 덧밥, 고춧가루, 식염 등을 혼합하여 발효 또는 당화하여 숙성시킨 것으로 정의하고 있다. 고추장은 그 제조방법이나 사용되는 원료에 따라 여러 가지로 구분되지만 주로 원료의 전처리 방식에 따라 메주를 이용한 전통고추장, 소맥분 등의 곡류를 제국하여 첨가하는 koji 고추장, 전분질 원료를 전분분해효소로 당화하여 숙성시킨 당화고추장 등으로 구분한다<sup>(1)</sup>. 이 중, 전통고추장은 주로 자가제조 및 중소 규모의 가내수공업의 수준에서 생산되고 산업화된 대량생산 제품은 대부분 koji 고추장과 당화고추장, 또는 이들 공정을 절충시킨 형태로 제조된다. 고추장은 각각의 원료, 발효과정, 발효 미생물 등의 차이에 의하여 풍미와 식품학적 특성, 기능성 등에 차이가 있으나 최근에는 거의 산업적인 대량생산 제품

으로 대체되고 있는 추세이다<sup>(1,2)</sup>.

고추장은 각종 육류, 가금류, 어류 조리시의 양념장, 초고추장, 면류의 액상스프, 소스 등에 이르기까지 그 용도가 매우 다양하고 식품의 풍미를 향상시킬 수 있어 일반 가정과 식품산업 분야에서의 사용량이 급증하고 있다. 그러나 고추장에는 발효과정에서 유래한 다양한 미생물이 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup> cells/g 내외로 분포하고 있어 제품 자체의 보존뿐만 아니라 가공식품의 원료로 사용하는데 커다란 제한요소가 되고 있다<sup>(3)</sup>. 고추장에 분포하는 미생물은 크게 *Bacillus*와 산생성 세균(*Lactobacillus*속, *Streptococcus*속, *Staphylococcus*속 등)<sup>(3)</sup>, 효모(*Candida*속, *Saccharomyces*속 등)<sup>(4)</sup>로 구분할 수 있는데 *Bacillus*는 내열성 및 내약품성이 커서 살균이 어렵고 효모와 산생성 세균은 대부분 내열성 미생물이어서 고열 상태에서도 생장이 가능하므로 이를 효과적으로 제어하기가 어렵다. 더구나 고추장은 염도가 10~20%인 된장, 간장 등과는 달리 보통 10% 이하의 소금만이 첨가되고 당의 함량이 높아 가스 발생에 의하여 부풀거나 유기산의 생성에 의하여 신맛이 발생하는 등 제품의 보존성을 유지하기가 어렵다. 따라서 대부분의 산업체에서는 고추장과 그 가공제품에 화학보존료나 발효주정을 첨가하거나 열처리, 냉장유통, 수분활성도의 조절 등을 부가적인 보존 방법으로 병용하고 있으며 가공 조미식품에는 분말 고추장<sup>(5)</sup>을 사용하기도 한다. 그러나 기존

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

의 이러한 기술들은 화학보존료에 대한 소비자들의 심리적 거부감, 제품 고유의 풍미, 물성, 색택 등의 저하, 생산 및 유통 비용의 상승과 같은 문제점이 있어 여전히 일반 소비자와 식품산업체의 요구를 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 따라서 고추장을 위생성 및 보존안전성이 확보된 산업화된 대량생산 제품으로 개발하고 이의 식품산업적 활용도를 높이기 위해서는 고추장의 살균과 유통중의 안정적 품질유지에 관한 새로운 기술개발이 필요하나 이에 관한 연구는 아직까지 미흡한 형편이다.

한편, 감마선 조사 기술은 미생물의 살균과 위생화, 제품의 안전성 및 보존성 향상 등에 대한 긍정적인 효과가 보고되어 세계적으로 약품, 의료기기, 화장품과 같은 공중보건 산물뿐만 아니라 각종 농산물과 육류, 분말형 식품 등에서도 광범위하게 이용되고 있다<sup>(6,7)</sup>. 특히, 식품에 대한 감마선 조사 기술은 잔류독성이 없고 식품 고유의 풍미와 생화학적 품질에 영향을 미치지 않으면서도 미생물에 대하여 선택적인 살균효과를 나타내므로<sup>(8,9)</sup> 발효·숙성 완료 후의 보존기간에도 미생물의 작용을 받는 우리 나라의 전통발효식품에 이 기술을 적용할 경우 상당한 효과가 기대된다. 이미 김치<sup>(10)</sup>, 젓갈<sup>(11)</sup>, 찜장<sup>(12)</sup>, 메주<sup>(13)</sup> 청국장<sup>(14)</sup> 등의 살균과 보존안전성 확보에 대한 감마선 조사의 긍정적 효과가 검토되었고 향신료로서의 분말고추장에 대한 감마선 조사<sup>(15)</sup>와 감마선 조사 후 고추장의 숙성에 관한 연구<sup>(16)</sup>도 보고된 바 있다. 따라서 본 연구에서는 고추장의 살균을 위한 기술개발의 방법으로서 고추장에 감마선을 조사하여 *Bacillus*, 효모, 젓산균의 살균효과와 함께 보존기간에 따른 고추장의 효소활성, 아미노산성 질소, pH, 갈변도 등의 일반품질 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 고추장의 제조 및 감마선 조사

실험에 사용한 고추장은 김 등<sup>(13)</sup>의 방법에 의하여 제조된 개량메주 분말에 고추분, 증자대두, 증자참쌀, 소맥분 koji, 식염, 물을 Table 1의 비율로 50 kg 되게 혼합하여 발효용기에 담은 다음 30°C에서 숙성 시켰다. 적정 숙성의 품질지표는 아미노산성질소의 함량이 230 mg%에 이르는 시점으로 설정하였으며 숙성 50일의 제품이 이에 적합하여 이를 시료로 사용하였다. 숙성이 완료된 고추장은 poly ethylene 재질의 포장지에 200 g씩 밀봉 포장하여 감마선을 조사하였으며, 아울

러 숙성완료 고추장에 ethanol 및 sorbic acid가 각각 2%, 0.1%가 되도록 혼합한 것을 대조 시료로 준비하였다. 시료의 감마선 조사는 한국원자력연구소의 선원 100,000 Ci, Co-60 감마선 조사시설(AECL, IR-79, Canada)을 이용하였으며 조사선량은 실온에서 70 Gy/min의 선량률로 각각 5, 10, 20 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 대조시료, ethanol(2%) 첨가시료, sorbic acid(0.1%) 첨가시료와 함께 25°C에서 12주간 저장하면서 2주 간격으로 분석하였다.

### 미생물 검사

미생물 검사 시료는 고추장 10 g에 멸균 식염수(NaCl, 3%) 90 mL를 가하여 mixer(Hanil, FM 680T, Korea)에 60초간 마쇄하고 4°C에서 30분간 교반하여 제조하였다. 시료를 연속 희석하여 각 미생물균의 선택배지에 1 mL씩 pour plating한 다음 적정 온도에서 3일간 배양하여 생성된 colony의 수를 colony counter(IPI Inc., Microcount 1008, USA)로 계수하여 고추장 1 g당 미생물 수(colony forming unit, CFU)로 나타내었다. 이 때, 효모는<sup>(17)</sup> chloramphenicol(100 mg/L)과 10% tartaric acid(17 mL/L)를 첨가한 potato dextrose agar(Difco) plate를 25°C에 배양하여 생성된 colony로, 젓산균은<sup>(18)</sup> MRS agar(Difco) plate를 30°C에 배양하여 생성된 colony로, *Bacillus*는<sup>(19)</sup> dextrose tryptone agar(Difco) plate를 50°C에 배양하여 노란색의 환을 형성하는 colony로 구분하였다.

### 분석방법

일반분석을 위한 시료는 미생물 검사용으로 제조한 시료를 여과(Whatman Paper No. 2)하여 그 여과액을 사용하였으며 pH는 pH meter(Orion 520A, USA)로, 아미노산성질소는 Fomol 적정법으로<sup>(20)</sup>, 총환원당 함량은 DNS법<sup>(21)</sup>으로, 효소활성은 김 등<sup>(16)</sup>의 방법에 준하여 측정하였다. 이 때, 산성단백분해효소의 활성은 0.5% casein (dissolved in 20 mM acetate buffer, pH 4.8)을 기질로 하여 생성된 tyrosine을, 전분 분해효소의 활성은 0.5% soluble starch(dissolved in 20 mM acetate buffer, pH 4.8)를 기질로 하여 생성된 총환원당을 검출하여 계산하였으며 산성단백분해효소 1 unit은 1분당 1 μmole의 tyrosine을 유리시키는 효소의 양으로, 전분분해효소 1 unit은 1분당 1 μmole의 glucose를 유리시키는 효소의 양으로 표시하였다. 보존기간 중 된장의 갈변도는 박 등<sup>(22)</sup>의 방법에 준하여 여과액의 흡광도(O.D. at 500 nm)로 비교하였다.

## 결과 및 고찰

### 미생물의 변화

감마선을 조사한 고추장의 *Bacillus*(Fig. 1), 효모(Fig. 2), 젓산균(Fig. 3)의 생존율과 보존기간 동안의 성장변화를 측정하였다. 고추장의 *Bacillus*는 비조사구에서 10<sup>7</sup> cells/g 수준으로 이 등<sup>(3)</sup>의 보고와 유사한 결과를 보였으며 10 kGy의 감마선 조사구는 10<sup>5</sup> cells/g까지, 20 kGy 조사구는 10<sup>3</sup> cells/g까지 감소되었다. 효모와 젓산균도 비조사구에서는 이 등<sup>(3)</sup>, 정 등<sup>(4)</sup>의 결과와 비슷하게 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup> cells/g의 분포를 보였으나 10 kGy 이상의 감마선 조사에서는 완전사멸에 가까운 살균효과

Table 1. Ingredient ratio and specifications of raw mixture of kochujang used this study

Ingredients	Ingredient ratio (%)	Water contents (%)
Meju, powder	5.0	13.2
Soybean, cooked	10.0	58.7
Flour, fermented	32.0	25.3
Glutinous rice, cooked	10.0	56.5
Hot pepper, powder	11.0	12.6
Salt(NaCl 95%)	9.0	0.0
Water	23.0	100.0
Total	100.0	44.7

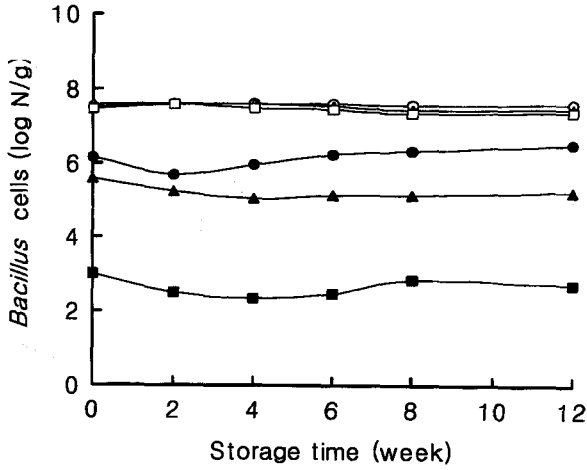


Fig. 1. Changes of the *Bacillus* cells in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C for 12 weeks  
○ : non irradiation, △ : 2% ethanol treated, □ : 0.1% sorbic acid treated, ● : 5 kGy, ▲ : 10 kGy, ■ : 20 kGy

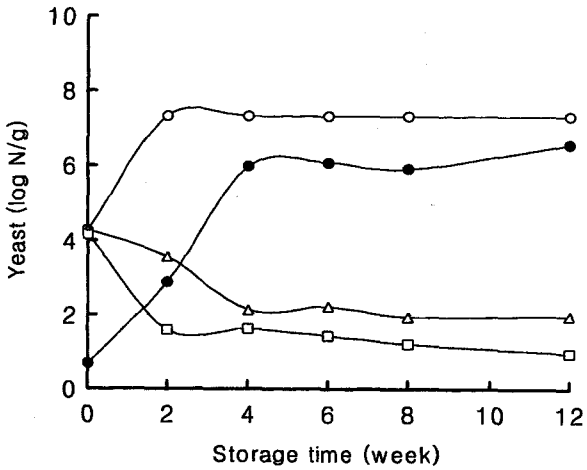


Fig. 2. Changes of the yeasts in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C for 12 weeks  
○ : non irradiation, △ : 2% ethanol treated, □ : 0.1% sorbic acid treated, ● : 5 kGy  
Yeasts were not detected in 10 and 20 kGy irradiated kochujang.

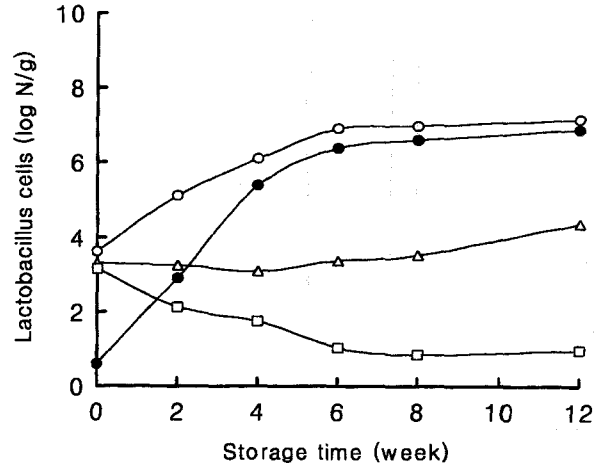


Fig. 3. Changes of the *Lactobacillus* cells in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C for 12 weeks  
○ : non irradiation, △ : 2% ethanol treated, □ : 0.1% sorbic acid treated, ● : 5 kGy  
*Lactobacillus* cells were not detected in 10 and 20 kGy irradiated kochujang.

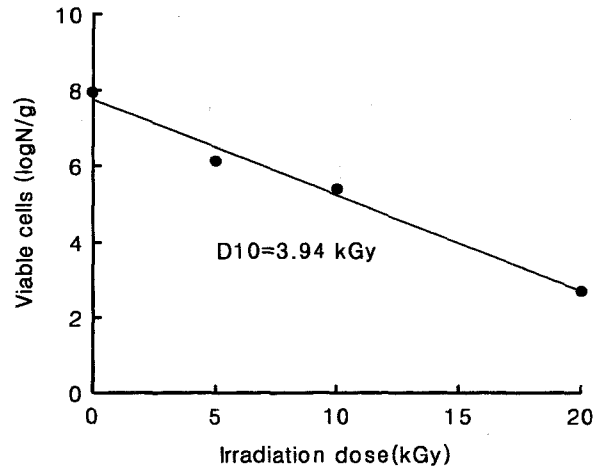


Fig. 4. Effect of gamma irradiation on viability of a *Bacillus* cells in kochujang  
 $D_{10}$  value is the expression of dose of irradiation needed to 10-fold reduction in the population of microorganisms and calculated by the equation of survival plot. The equation is ( $y = -0.2534x + 7.7634$ ).

를 보였다. 한편, 고추장에 분포하는 *Bacillus*는 감마선 조사에 대하여 약 3.94 kGy의  $D_{10}$ 값을 나타내어(Fig. 4) 일반적인 *Bacillus* 내생포자의  $D_{10}$ 값으로 알려진 2.5 kGy 내의<sup>(23)</sup>나 메주의 2.28 kGy<sup>(13)</sup>, 청국장<sup>(14)</sup>에 비하여 상대적으로 높은 감마선 저항성을 보여주었다. 이러한 결과는 *Bacillus*의 내생포자가 일반 영양세포보다 방사선 저항성이 높다는 사실<sup>(23)</sup> 외에도 추가적으로 방사선 저항성을 높이는 요인이 있음을 의미한다. 미생물의 방사선에 대한 반응은 미생물이 서식하고 있는 주변환경에 의하여 영향을 받는데 일반적으로 식품의 수분활성이 낮을수록, 화학적 조성이 복잡할수록 미생물의 방사선 저항성은 커지는 것으로 알려져 있다.<sup>(24,25)</sup> 한편, 고추장에는 10% 내외의 염이 첨가되어 있고 당, 아미노산, 유기산, 휘발성 향기성분 등이 다양하게 함유되어 있다<sup>(1)</sup>. 이런 관점에서 본다면 고추장 *Bacillus*의  $D_{10}$ 값이 높아진 것은 발효과정에서의 내생포자 형성 이외에도 다른 식품에 비

하여 수분활성이 낮고 서식환경의 화학적 조성이 상대적으로 복잡한 고추장의 특성에 영향을 받은 것으로 해석할 수 있다.

보존기간 중의 미생물의 성장변화를 살펴본 결과, *Bacillus*는 비조사구, 주정첨가구, sorbic acid 첨가구에서는  $10^7 \sim 10^8$  cells/g의 수준을, 5 kGy 조사구는  $10^6$  cells/g의 수준을 유지하였으며 10 kGy와 20 kGy 조사구에서는 보존 기간이 경과함에 따라 각각 약 1 log 단위의 균체수 감소가 관찰되었다. 이러한 결과는 감마선 조사에 의해 손상을 받은 생존세포가 보존기간이 경과함에 따라 주변 환경에 적응하지 못하고 점차 사멸되는 post-irradiation effect<sup>(26)</sup>에 의한 것으로 판단되나 같은 수준의 감마선 조사에서 2~3 log cycle의 조사 후 사멸효과를 보인 메주<sup>(13)</sup>나 청국장<sup>(14)</sup>보다는 사멸율이 낮았다.

효모는, 비조사구의 경우 보존 초기에는  $10^4$  cells/g의 수준이던 것이 보존 2주 후에는  $10^7$  cells/g으로 증식하였으며 주

정첨가구, sorbic acid 첨가구에서는 보존 기간에 따라  $10^1 \sim 10^2$  cells/g으로 점차 감소되는 경향이였다. 5 kGy 조사구는 조사 직후  $10^0$  cells/g의 수준까지 효모의 살균이 이루어졌으나 생존 효모가 보존기간에 따라 점차 성장하여 4주째에  $10^5$  cells/g으로 증식하였다. 한편 10 kGy와 20 kGy 조사구에서는 전 보존기간에 걸쳐 효모가 관찰되지 않아 완전살균이 이루어진 것으로 평가하였다.

젖산균은, 비조사구의 경우 보존 초기에는  $10^3$  cells/g의 수준이던 것이 보존 2주 후에는  $10^5$  cells/g으로, 보존 12주 후에는  $10^7$  cells/g으로 지속적인 증식을 보였으며 주정첨가구는 12주 후에 1 log cycle 정도의 증가를, sorbic acid 첨가구는 2 log cycle 정도의 감소를 나타내었다. 5 kGy 조사구는 효모의 경우처럼 조사 직후  $10^0$  cells/g의 수준까지 살균이 이루어졌으나 생존 젖산균이 보존기간에 따라 점차 성장하여 4주째에  $10^5$  cells/g으로 증식하였다. 한편 10 kGy와 20 kGy의 감마선 조사구에서는 전 보존기간에 걸쳐 젖산균이 관찰되지 않아 효모와 마찬가지로 완전살균이 이루어진 것으로 평가하였다. 한편, 고추장의 변패는 효모나 젖산균 등에 의한 가스의 생성, pH의 저하<sup>(27)</sup> 등이 주요 요인이므로 10 kGy 수준의 감마선 조사를 통하여 이들 미생물을 완전 살균함으로써 고추장의 위생성과 보존성을 향상시키고 조미식품 및 식품첨가물로서의 활용 범위를 넓힐 수 있을 것으로 기대된다. 아울러 감마선 저항성이 큰 *Bacillus*는 고추장 자체의 품질에는 큰 영향을 주지 않으나 다른 식품과 함께 사용되었을 경우에는 포자의 2차 오염을 유발할 수 있으므로 열살균 등과 병행한 *Bacillus*의 살균기술 개발이 필요할 것으로 보인다.

**효소활성, 총환원당 및 아미노산성 질소의 함량**

고추장의 발효에서 영양물질의 분해에 관여하는 주요 효소인 amylase와 protease의 활성, 그리고 이들 효소의 분해산물인 총환원당과 아미노산성 질소의 함량을 측정하여 Table 2에 나타내었다. 보존초기의 amylase 활성은 비조사구와 감마선 조사구 모두 0.52~0.58 unit/g의 활성을 보여 감마선 조사에 의한 효소활성의 변화는 관찰되지 않았으며 보존기간에 따라서는 비조사구에서 약간씩 증가하여 보존 12주 후 0.65

unit/g의 활성을 나타내었을 뿐 감마선 조사구, 주정 및 sorbic acid를 첨가한 시료에서는 효소활성에 거의 변화가 없었다. 총환원당의 함량도 보존초기에는 비조사구와 감마선 조사구 모두 7.23~7.48%의 함량을 보여 감마선 조사에 의한 영향은 없었으며 보존기간의 경과에 따라 비조사구에서는 약간의 감소가 있었고 감마선 조사구와 주정 및 sorbic acid를 첨가 시험구에서는 변화가 관찰되지 않았다. 한편, 감마선 비조사구에서 환원당의 함량이 낮아진 것은 보존기간 중의 미생물 성장<sup>(24)</sup>으로 당이 소모된 때문으로 해석되었다.

Protease 활성(Table 3)도 비조사구와 감마선 조사구 모두 0.81~0.88 unit/g의 활성을 보여 amylase와 마찬가지로 감마선 조사에 의한 효소활성의 변화는 없었으며, 보존기간의 경과에 따라 비조사구에서만 보존 12주 후 0.94 unit/g으로 증가하였을 뿐 감마선 조사구, 주정 및 sorbic acid를 첨가한 시료에서는 약간의 감소가 관찰되었다. 고추장의 숙성정도 및 보존기간중의 품질평가 지표가 되는 아미노산성질소(Table 3)는 보존 초기모든 시험구에서 224~246 mg%의 범위이던 것이 보존 12주 후 비조사구는 324 mg%로, 5 kGy 조사구는 302 mg%로 증가하였고 10 kGy와 20 kGy 조사구는 270 mg% 수준의 함량을 보였다. 주정과 sorbic acid를 첨가한 시료에서도 10 kGy 조사구와 비슷한 정도의 아미노산성질소 함량 변화를 나타내었다. 이러한 결과는 감마선 조사에 의하여 아미노산성질소의 상승이 억제된다고 보고된 썸장<sup>(12)</sup>이나 개량매주<sup>(13)</sup>와 유사한 결과였다.

**pH 및 갈변도의 변화**

고추장의 pH는 비조사구와 감마선 조사구 모두 보존초기에는 4.92~4.96의 범위를 나타내어 감마선 조사에 의한 직접적인 pH의 변화는 없었다. 보존기간의 경과에 따라 비조사구는 보존 12주 후 pH가 4.67로, 5 kGy 조사구는 4.75로 낮아졌다. 한편, 10 kGy와 20 kGy 조사구, 주정첨가구, sorbic acid 첨가구에서는 pH의 변화가 거의 없었다(Table 4).

고추장의 갈변도(Table 4)는 대조구와 감마선 조사구, 그리고 주정 및 sorbic acid를 첨가한 시험구 모두 보존기간에 따라 서서히 증가하였으며 각 시험구간에 큰 차이는 관찰되지

**Table 2. Changes of amylase activity and total reducing sugar in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C**

Sample	Storage period (week)							
	0	2	4	6	8	10	12	
<b>Amylase (unit/g)</b>								
0	0.54	0.53	0.59	0.56	0.64	0.62	0.65	
Radiation dose (kGy)	5	0.58	0.55	0.57	0.53	0.55	0.51	0.53
	10	0.53	0.58	0.55	0.52	0.49	0.51	0.55
	20	0.54	0.51	0.56	0.53	0.52	0.51	0.50
Ethanol 2%		0.52	0.49	0.54	0.56	0.52	0.52	0.51
Sorbic acid 0.1%		0.55	0.50	0.53	0.52	0.51	0.55	0.54
<b>Reducing sugar (%)</b>								
0	7.36	7.42	7.24	7.10	6.56	6.60	6.44	
Radiation dose (kGy)	5	7.48	7.39	7.41	7.32	7.26	7.22	7.13
	10	7.29	7.28	7.32	7.25	7.25	7.18	7.21
	20	7.34	7.36	7.33	7.38	7.35	7.25	7.28
Ethanol 2%		7.23	7.30	7.27	7.22	7.24	7.19	7.19
Sorbic acid 0.1%		7.40	7.31	7.34	7.28	7.27	7.19	7.24

**Table 3. Changes of acidic protease activity and amino nitrogen (NH<sub>2</sub>-N) in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C**

Sample		Storage period (week)							
		0	2	4	6	8	10	12	
Protease (unit/g)	0	0.84	0.83	0.87	0.92	0.91	0.94	0.94	
	Radiation dose (kGy)	5	0.88	0.82	0.83	0.81	0.84	0.85	0.82
	10	0.85	0.81	0.81	0.82	0.80	0.79	0.77	
	20	0.86	0.84	0.80	0.81	0.81	0.89	0.78	
	Ethanol 2%	0.81	0.75	0.79	0.78	0.76	0.77	0.76	
	Sorbic acid 0.1%	0.83	0.81	0.78	0.78	0.79	0.76	0.75	
NH <sub>2</sub> -N (mg%)	0	235	266	273	311	313	320	324	
	Radiation dose (kGy)	5	246	253	259	268	284	287	302
	10	240	238	242	253	262	258	266	
	20	228	242	239	250	268	265	271	
	Ethanol 2%	224	227	240	235	240	256	259	
	Sorbic acid 0.1%	237	228	235	243	258	260	261	

**Table 4. Changes of pH and browning in gamma irradiated-kochujang during storage at 25°C**

Sample		Storage period (week)							
		0	2	4	6	8	10	12	
pH	0	4.96	5.05	4.83	4.85	4.77	4.69	4.67	
	Radiation dose (kGy)	5	4.94	5.02	4.94	4.91	4.86	4.80	4.75
	10	4.95	5.04	4.97	4.99	5.02	5.02	5.03	
	20	4.92	5.01	4.89	4.95	4.97	5.03	4.99	
	Ethanol 2%	4.99	5.12	5.08	5.07	5.09	5.11	5.10	
	Sorbic acid 0.1%	4.84	4.89	4.78	4.81	4.88	4.90	4.92	
Browning (O.D. at 500 nm) <sup>1)</sup>	0	0.379	0.388	0.405	0.519	0.702	0.737	0.755	
	Radiation dose (kGy)	5	0.352	0.376	0.412	0.498	0.671	0.740	0.754
	10	0.349	0.402	0.398	0.456	0.694	0.729	0.741	
	20	0.357	0.395	0.427	0.518	0.685	0.733	0.762	
	Ethanol 2%	0.369	0.412	0.433	0.506	0.681	0.727	0.747	
	Sorbic acid 0.1%	0.353	0.377	0.385	0.522	0.694	0.756	0.788	

<sup>1)</sup>Samples were extracted by 10-fold of water, filtered, and measured absorbance at 500 nm

않았다. 이는 감마선 조사에 의하여 갈변이 유의적으로 억제 된다고 보고된 찜장<sup>(12)</sup>이나 개량매주<sup>(13)</sup>와는 다른 결과로, 숙 성이 완료된 고추장에서 갈변이 미생물의 작용<sup>(28)</sup>보다는 Maillard 반응, 산화, 효소작용 등과 같은 화학적, 생화학적 작용에 의존하기 때문인 것으로 해석된다. 한편, 전체적인 고 추장의 일반 품질특성은 sorbic acid를 첨가하여 저장 중의 품질특성을 조사한 신 등<sup>(29)</sup>의 결과와 유사하였다.

이상과 같은 결과로 보아 고추장의 보존성 향상을 위한 감 마선 조사의 적정 선량은 10 kGy 수준으로 생각되어지나 고 추장을 소스 등의 원료로 사용할 경우에는 감마선 저항성이 큰 *Bacillus*의 살균을 목표로 20 kGy 이상의 조사선량이 필 요할 것으로 보여진다.

## 요 약

고추장의 보존성 향상을 목적으로 고추장에 5, 10, 20 kGy

의 선량으로 감마선을 조사하고 25°C에 12주간 보존하면서 고추장의 미생물 및 일반품질 변화를 조사하였다. 고추장의 *Bacillus*는 감마선 조사에 대하여 3.94 kGy의 D<sub>10</sub>값을 보여 감마선에 대한 저항성이 높았으며 효모와 젖산균은 10 kGy 의 선량에서 완전 사멸에 가까운 살균효과를 보였다. 고추장 보존 중의 일반품질 평가 요소인 아미노산성질소, 총환원당, protease 및 amylase 활성, pH, 갈변도의 변화는 감마선 조사 에 의하여 영향을 받지 않았다. 따라서 감마선 조사는 고추 장의 품질에 영향을 주지 않고 미생물만을 선택적으로 사멸 시켜 제품의 보존·유통 및 가공에서 미생물 관점의 품질을 유지하는데 유용한 방법이 될 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 p. 79-104 (1999)
2. 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, Youngnam Univ. Korea (1998)
3. Lee, J.M., Jang, J.H., Oh, N.S. and Han, M.S. Bacterial distribution of *kochujang*. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 260-266 (1996)
4. Jung, Y.C., Choi, W.J., Oh, N.S. and Han, M.S. Distribution and characteristics of yeasts in traditional and commercial *kochujang*. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 253-259 (1996)
5. Kim, S.S., Chang, K.S., Yoon, H.K., Lee, S.K. and Lee, S.Y. Rheological properties of rehydrated suspensions of freeze dried *kochujang* powders. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 81-88 (1987)
6. Thayer, D.W. Wholesomeness of irradiated foods. Food Technol. 48(5): 58-67 (1994)
7. Byun, M.W. Application and aspect of irradiation technology in food industry. Food Sci. Ind. 30(1): 89-100 (1997)
8. Thayer, D.W. Food irradiation: Benefits and concerns. J. Food Quality 13: 147-169 (1990)
9. Ingram, M. and Farkas, J. Microbiology of foods pasteurised by ionising radiation. Acta alimentaria 6: 123-185 (1977)
10. Cha, B.S., Kim, W.J., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *Kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 109-119 (1989)
11. Kim, D.H., Kim, J.H., Yook, H.S., Ahn, H.J., Kim, J.O., Sohn, C.B. and Byun, M.W. Microbiological characteristics of gamma irradiated and low-salted fermented squid. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1619-1627 (1999)
12. Kim, D.H., Ahn, H.J., Yook, H.S., Kim, M.J., Sohn, C.B. and Byun, M.W. Quality properties of gamma irradiated *Samjang*, seasoned soybean paste during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 396-401 (2000)
13. 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)
14. 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)
15. Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. Sterilization of storage of spices by irradiation 1. Sterilization of powdered hot pepper paste. Korean J. Food Sci. Technol. 15: 359-363 (1983)
16. Kim, M.S., Oh, J.A., Kim, I.W., Shin, D.H. and Han, M.S. Fermentation properties of irradiated *kochujang*. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 934-940 (1998)
17. Difco Laboratories. Difco Manual 10th ed., Detroit Michigan 48232 U.S.A. p. 689 (1984)
18. Difco Laboratories. Difco Manual 10th ed., Detroit Michigan 48232 U.S.A. p. 492 (1984)
19. Collins, C.H., Lyne, P.M. and Grange, J.M. Microbiological methods, 6th ed., pp. 330-334. Butterworths, London, Great Britain (1989)
20. Chae, S.K. Methods of food analysis, 1st ed., pp. 299-301. Jigu Publishing Co., Seoul, Korea (1998)
21. Miller, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31: 426-427 (1959)
22. Park, C.K., Nam, J.H., Song, H.I. and Park, H.Y. Studies on the shelf-life of the grain shape improved *Meju*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 876-883 (1989)
23. Briggs, A. The resistance of spores of the genus *Bacillus* to phenol, heat and radiation. J. Appl. Bacteriol. 29: 490-504 (1966)
24. Farkas, J. and Roberts, T.A. The effect of sodium chloride, gamma irradiation and/or heating on germination and development of spores of *Bacillus cereus* in single germinant and complex media. Acta Alimentaria 5: 289-302 (1976)
25. Haurulv, B.G. and Snygg, B.G. Radiation resistance of spores of *Bacillus subtilis* and *B. stearothermophilus* at various water activities. J. Appl. Bacteriol. 36: 677-682 (1973)
26. Ma, K. and Maxcy, R.B. Factors influencing radiation resistance of vegetative bacteria and spores associated with radappertization of meat. J. Food Sci. 46: 612-616 (1981)
27. Lee, N.S. and Oh, N.S. Distribution and gas producing characteristics of yeasts in fermentation process of *kochujang*. Korean J. Agricul. Chem. and Biotechnol. 39:255-259 (1996)
28. Choi, U.K., Ji, W.D., Chung, H.C., Choi, D.H. and Chung, Y.G. Optimization for pigment production and antioxidative activity of the products by *Bacillus subtilis* DC-2. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 1039-1043 (1997)
29. Shin, D.B., Park, W.M., Yi, O.S., Koo, M.S. and Chung, K.S. Effect of storage temperature on the physicochemical characteristics in *kochujang*(red pepper soybean paste). Korean J. Food Sci. Technol. 26: 300-304 (1994)

(2000년 9월 14일 접수)