

## 오존 및 방사선 조사기술 이용 원부재료의 위생화 후 제조한 김치의 저장기간에 따른 변화

이경행<sup>1\*</sup> · 변명우<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충주대학교 식품생명공학부

<sup>2</sup>한국원자력연구소 방사선식품·생명공학연구팀

### Quality Changes of *Kimchi* Manufactured with Sanitized Materials by Ozone and Gamma Irradiation during Storage

Kyong-Haeng Lee<sup>1\*</sup> and Myung-Woo Byun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungju 367-701, Korea

<sup>2</sup>Radiation Application Research Division, Advanced Radiation Technology Institute,  
Korea Atomic Energy Research Institute, Jeonbuk 580-185, Korea

#### Abstract

Microbiological, chemical and sensorial quality changes of *kimchi*, which was manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation, were investigated during storage. The number of total aerobic bacteria in control was increased rapidly by storage and decreased after 10 days of storage. However, the *kimchi* which was manufactured with materials treated with ozone or gamma irradiation showed a lower rate of increase. The number of lactic acid bacteria was lower in control than in treatments. Gamma irradiation of 3 or 5 kGy showed the lowest change of microbial population in *kimchi* during storage. pH, acidity and sensory quality were also rapidly changed in control whereas those of ozone or irradiation treated sample was slower. Therefore, cold pasteurization of materials before *kimchi* manufacturing provide a slower fermentation, resulting into the extension of storage quality for *kimchi*.

**Key words:** *kimchi*, ozone, gamma irradiation, sanitation, *kimchi* material

#### 서 론

우리나라를 대표하는 전통발효식품인 김치는 소금 절임한 배추를 세척한 후 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈 등의 여러 가지 부재료를 혼합하고 낮은 온도에서 숙성 발효시킨 식품으로 채소류의 신선한 맛, 젓산발효에 의한 상큼한 맛, 각종 향신료의 독특한 맛과 젓갈류의 감칠맛 등이 어우러져 식욕을 촉진시켜 준다(1). 또한 김치의 식품학적 및 영양학적 중요성이 입증되어감에 따라 점차 세계적인 식품으로서의 위치를 굳혀가고 있다(2).

한편 김치는 가열공정을 거치지 않기 때문에 김치에 함유되어 있는 효소가 비교적 낮은 온도에서도 작용을 계속하고 또한 미생물들은 적당한 온도와 영양 그리고 pH의 조건이 구비되면 번식하기 때문에 김치 고유의 조직이 연화되고 산생성으로 김치를 오랫동안 보존하면서 판매, 유통시키는 것은 매우 어려운 일이다(3). 또한 김치제조에 사용되는 주원료들은 일반 토양으로부터 수확되는 채소류이므로 토양유

래 각종 위해미생물이 김치의 보존성에 영향을 준다(4). 이러한 미생물들은 덜 숙성된 김치에서 발견되고 있으나 숙성이 잘된 김치에서는 젓산균의 비율이 90% 이상 되고 나머지 미생물은 도태되는 것으로 알려져 있다(5).

그러나 최근 들어 고품질형태와 같은 김치 이용도가 증가하고 있어 미생물의 오염도가 낮은 채소류를 이용한 김치의 요구가 높아지고 있으며 또한 잘 숙성된 김치에도 상당한 수의 김치숙성과 관련이 없는 미생물이 존재하여 위생성에 문제가 될 수 있다. 따라서 김치 원부재료의 위생화는 식물성 병원균이나 토양 미생물, 대장균 등을 제거함으로써 김치를 더욱 위생화시킬 수 있으며 이에 따라 김치의 세계화에 크게 기여할 수 있기 때문에 효과적으로 위생화할 수 있는 방법이 필요하다고 할 수 있다(4,6).

현재까지 연구된 김치의 장기저장 목적의 연구로는 가열 및 방사선 조사(7-9), 저온유통저장(10,11), 완충제 첨가(12), 천연항균제 첨가(13,14) 등에 대한 연구가 많이 이루어졌지만 산업적으로 크게 실용화되지 못하고 있다.

\*Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr  
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

이와 같이 기존연구에서는 김치를 제조한 후 균수를 줄이거나 하는 연구가 주를 이루고 있고 원부재료의 위생화에 관련한 연구는 많지 않다. Lee와 Cho(15)는 김치 원부재료에 부착된 미생물을 김치제조 전부터 감균시키고 물성변화 없이 위생화된 재료로 김치를 제조하기 위한 기초실험으로 원부재료에 오존 및 방사선 처리를 하고 이들에 의한 미생물의 변화 및 화학적 변화를 측정된 결과 오존 및 방사선 처리시 효과적으로 미생물을 감균시켰으며 화학성분의 변화가 없다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 원부재료에 부착된 미생물을 김치 제조 전에 오존 및 방사선 조사를 실시하여 미생물을 감균시키고 이들 위생화된 재료로 김치를 제조하고 저장기간에 따른 미생물학적, 화학적 및 관능적 변화를 측정하여 최적의 살균 방법을 탐색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 오존살균 후 김치의 제조

김치의 원부재료인 배추, 고춧가루, 마늘, 생강, 파, 양파 등은 청주 농수산물 시장에서 구입하여 비가식부를 제거한 후 알맞은 사이즈로 절단하고 오존살균기술을 이용하여 초기 오염된 균을 감균시킨 후 김치를 제조하였다. 즉 원부재료 중 배추는 섭취하기 좋은 크기(약 2.5×3.3 cm)로 절단하여 8%의 염수농도로 상온에서 1시간 20분 동안 절임을 하였다. 이때 Kim 등(16)의 방법에 따라 오존발생장치(Ozone Tech. Co., Korea)를 사용하여 발생하는 gas 상태의 오존을 염수에 잘 혼합되도록 하고 오존의 발생량을 초당 3 ppm 및 6 ppm이 발생되도록 조절하여 배추 절입시간동안 처리하였다. 절입 및 오존처리가 끝난 후 절입 배추의 염농도는 Mohr의 방법(17)에 따라 분석한 결과, 1.79%로 나타났다.

배추를 제외한 부재료는 Kim 등(16)의 방법에 따라 오존가스를 이용하였다. 이때 오존발생장치는 각각의 부재료를 제작한 chamber내에 연결하여 처리하였다. 처리시의 온도는 20°C로 하였고 chamber내의 농도는 3 ppm 및 6 ppm으로 3시간 동안 처리하였다. 이때의 오존농도는 오존 측정장치(OX-TX 12, Oldham, France)를 이용하여 측정하였다.

대조군 및 오존처리한 원부재료는 위생적인 상태에서 맛김치를 제조하였고 이때 김치의 식염농도는 2.3%가 되도록 하였다. 제조한 김치는 10°C의 incubator에서 저장하면서 미생물학적, 화학적 및 관능적 품질변화를 측정하였다.

### 방사선 조사 후 김치의 제조

원부재료에 부착되어 있는 초기 오염된 균을 제어한 후 김치를 제조하고자 각각의 원부재료를 0.1 mm의 polyethylene 필름에 각각 넣어 밀봉하고 방사선 조사를 실시하였다. 배추의 경우에는 오존처리 없이 위의 방법과 동일한

절임방법에 의해 절임을 한 후 polyethylene 필름에 넣어 방사선 조사를 하였다. 방사선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 실온에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 1, 3, 5 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter(USA)를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy였다. 각각의 선량별로 방사선 조사처리한 원부재료를 이용하여 맛김치를 대조군 및 오존처리군과 동일한 방법에 의하여 김치를 제조하였다.

### 저장기간에 따른 미생물균수의 측정

각각의 살균처리 후 제조한 맛김치를 저장하면서 저장기간에 따른 미생물균수의 변화를 측정하기 위하여 무균적으로 채취한 시료 20 g에 0.9% 생리식염수를 붓고 stomacher(promedia SH-II M, Tokyo, Japan)를 사용하여 균질화시키고 10배 희석법으로 희석하였다. 총균수의 측정은 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI)를, 젖산균수 측정은 *Lactobacilli* MRS배지(Difco Lab., Detroit, MI)를 사용하였다. 효모 및 곰팡이수 측정에는 10%의 tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(Difco Lab., Detroit, MI)를 사용하였으며 시료 1 g당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다(18).

### 저장기간에 따른 pH 및 산도의 변화

각각의 살균처리 후 제조한 맛김치를 저장하면서 pH 및 산도의 변화를 측정하기 위하여 시료를 waring blender로 2분간 마쇄한 후 여과지(Whatman filter paper No. 4)로 여과하고 여액을 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter(Orion 520A, USA)로 측정하였으며, 산도의 측정은 여액 10 mL에 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 다음 식에 의하여 lactic acid(%) 양으로 환산하였다.

$$\text{Lactic acid (\%)} = [0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH 적정 mL} \times \text{F/sample (g)}] \times 100$$

여기서 F: factor of 0.1 N NaOH

### 관능검사

10°C의 incubator에서 각 살균처리한 원부재료로 담근 맛김치의 저장기간에 따른 관능적 기호도를 측정하였다. 관능검사 방법은 김치의 맛, 향, 색, 조직감 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력에 대한 교육을 실시한 김치식품과학과 학생 12명을 대상으로 5점 척도법으로 실시하였다. 김치에 대한 품질평가는 개별적 항목에 의존하는 경향이 큰 것으로 판단되어 종합적 기호도만을 나타내었다. 실험의 결과는 SAS(19) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 총균수의 변화

원부재료에 부착된 미생물들의 감균을 위하여 오존 및 방사선 조사기술을 이용한 후 맛김치를 제조하고 저장하면서 총균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

대조군의 김치 제조 직후의 총균수는  $5.5 \times 10^5$  CFU/g이었으며 저장 5일째는 제조 직후보다 약 3 log cycle 정도의 급격한 생육을 볼 수 있었으며 저장 10일째에 가장 많은 균수를 보인 후 저장기간이 증가함에 따라 감소하는 경향이였다. 오존처리군의 경우에는 대조군에 비하여 제조 직후에는 약 12.8~40.0%의 감균율을 보였고 저장기간이 증가함에 따라 증가한 후 서서히 감소하는 경향으로 대조군보다는 다소 낮은 증가를 보였다. 또한 3 ppm 처리군보다는 6 ppm 처리군이 저장기간 내내 다소 낮은 균수를 나타내었다. 한편 방사선 처리군의 경우에는 제조 직후 대조군에 비하여 약 38~58% 정도 감균되었고 처리량이 증가할수록 낮은 균수를 보였다. 저장기간에 따른 변화는 대조군에 비하여 훨씬 적은 균수로 증가하는 것을 볼 수 있었으며 특히 3 kGy 이상의 처리군의 경우에는 가장 많은 균수를 보였던 시기가 저장 20일로 대조군과 비교할 때 최대 균수를 보이는 시기가 약 10일 정도 늦게 이루어지는 것으로 나타났다.

Kim(6)은 원부재료에 오존처리 후 김치를 제조하였을 때 오존을 처리하지 않은 대조군에서 총균수가 현저히 빠른 속도로 증가한다고 하여 본 결과와 일치하는 경향이였으며 이는 오존 또는 방사선 조사기술로 원부재료의 미생물을 감균시켰기 때문에(15) 초기균수가 적어진 것에 기인하는 것으로 사료되었다.

### 젖산균수의 변화

원부재료에 오존 및 방사선 조사를 한 후 맛김치를 제조하여 저장하면서 김치의 젖산균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

대조군의 맛김치 제조 직후 젖산균수는  $8.5 \times 10^4$  CFU/g이었고 저장 15일째까지 증가한 후 서서히 감소하는 경향이였다. 오존 처리군의 경우, 제조 직후의 젖산균수는 대조군과는 차이는 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 이유는 오존 처리한 원부재료로 김치를 제조할 때 사용된 것같은 오존처리를 하지 않았기 때문에 대조군과 유사한 젖산균수를 나타내는 것으로 사료되었다. 그러나 저장 10일 이후부터는 대조군보다 많은 균수를 보였으며 저장 15일째에 최대의 젖산균수를 나타낸 후 서서히 감소하는 경향이였고 오존 처리군 간에는 차이는 없는 것으로 나타났다. 원부재료에 1~5 kGy의 방사선을 처리한 경우에는 대조군과 유사한 젖산균수로 시작하였으나 저장 초기부터 젖산균의 생육이 활발히 이루어져 저장 5일부터 저장기간 내내 대조군과는 큰 차이를 나타내었다.

Kim 등(16)은 오존처리를 한 재료에 *L. acidophilus*를 첨가하여 김치를 제조하고 미생물수를 측정한 결과, 오존처리군의 호기성균수가 대조군의 20% 수준으로 현저하게 적으면서 혐기성균수는 대조군의 2배로 나타나 젖산발효가 왕성히 이루어진다고 하여 본 결과와 비교해보면 오존 및 방사선 처리군 모두 대조군에 비하여 많은 젖산균이 많은 것으로 나타나 일치하는 경향이였다.

### 효모 및 곰팡이수의 변화

원부재료에 오존 및 방사선 조사를 한 후 맛김치를 제조하여 저장하면서 저장기간에 따른 효모 및 곰팡이수의 변화를

Fig. 1. Changes of total bacterial counts in *kimchi* manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C.

Fig. 2. Changes of lactic acid bacteria counts in *kimchi* manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C.

Fig. 3. Changes of yeast and mold counts in *kimchi* manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C.

측정한 결과는 Fig. 3과 같다.

대조군의 제조 직후 효모 및 곰팡이수는  $7.4 \times 10^3$  CFU/g 이었으나 저장 10일까지 약 2 log cycle 정도의 감소를 보였고 그 후부터는 다시 급격히 증가하는 경향이였다. 오존처리군의 경우, 제조 직후에는 대조군에 비하여 다소 낮은 균수를 보였고 대조군과 마찬가지로 저장 10일까지 감소하다가 서서히 증가하는 경향이였지만 대조군보다 서서히 증가하였고 10일 이후부터 큰 차이가 났으며 오존처리군 간에는 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 방사선 처리군의 경우에는 대조군 및 오존처리군보다는 낮은 균수로 시작하였으며 저장 15일 정도에 타 실험군에 비하여 가장 낮은 균수를 보인 후 가장 서서히 균수가 증가하는 것으로 나타났으며 선량별로는 저장기간 내내 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

이 결과는 Kim(6) 및 Lee와 Cho(15)의 연구결과와 마찬가지로 감귤원료로 김치를 제조하게 되면 대조군보다 훨씬 적은 수를 보이는 것으로 사료되었다. 김치내에서의 효모는 대개 발효 중 발효 초기와 후기에 검출되고 가스 생성이나 연부 및 군내 등의 품질저하를 가져오는 것으로 알려져 있어(20) 김치 원부재료에 존재하는 효모 및 곰팡이를 오존 또는 방사선 조사와 같은 살균기술을 이용하면 크게 감귤시킬 수 있어 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

#### pH의 변화

원부재료에 부착된 미생물을 감귤시키기 위하여 오존 및 방사선 조사기술을 이용한 후 맛김치를 제조하여 저장하면서 pH의 변화를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다.

맛김치의 제조 직후의 pH는 5.74~5.83 정도로 대부분 높게 나타났다. 대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 빠른 속도로 감소하여 저장 5일에 pH 4.19를 나타내었다. 그 이후

Fig. 4. Changes of pH in *kimchi* manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C.

부터는 서서히 감소하여 저장 20일이 되었을 때의 pH는 3.84를 나타내었다. 이와 같은 경향은 김치의 발효가 시작되면서 젖산균이 급속도로 증가(Fig. 2)하기 때문에 아주 빠른 속도로 pH가 감소하는 것으로 사료되었다. 오존처리군의 pH 변화는 대조군에 비하여 저장 5일부터 20일까지 높은 pH를 유지하면서 변화되는 것으로 나타났으며 오존처리군 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 방사선을 처리한 경우의 pH 변화는 대조군과 비슷한 pH로 시작하였으나 저장기간이 증가할수록 변화의 폭이 다른 실험군들보다 적게 일어났다. 즉 방사선 1 kGy 처리군의 경우에는 오존처리군과 비교하였을 때 큰 차이가 없었지만, 3 kGy 이상의 방사선 처리군은 오존 및 1 kGy의 방사선 처리군보다 pH의 변화가 훨씬 적었고 3 kGy와 5 kGy 방사선 처리군은 저장기간 내내 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

Kim(6)은 오존을 사용하여 미생물을 감귤시킨 재료로 김치를 제조하고 저장기간에 따른 pH의 변화를 측정한 결과, 일반 제조방법보다 오존 처리방법으로 원부재료를 위생화한 후 제조한 김치의 pH 변화가 적게 일어난다고 하여 본 결과와 일치하는 경향이였다.

#### 산도의 변화

김치 원부재료에 오존 및 방사선 처리하여 위생화시킨 후 맛김치를 제조하고 저장하면서 저장기간에 따른 산도의 변화를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다.

맛김치 제조 직후의 산도는 0.20~0.25% 정도로 시작하였으며 처리군 간에 차이가 없는 상태의 산도를 나타내었다. 대조군의 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 저장 10일까지 0.73%로 담금 직후보다 약 3배 정도 급속도로 증가하였으며, 초기 10일 이후에는 서서히 증가하는 경향이였다. 원부

**Fig. 5. Changes of acidity in kimchi manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C.**

재료에 오존 3~6 ppm을 처리한 후 제조한 김치의 경우에는 저장 5일에는 0.32~0.34%의 산도를 보여 대조군에 비하여 약간 낮은 산도였으나 저장 10일부터는 대조군과는 산도의 차가 많이 나타났으며 저장 20일까지 완만하게 산도가 증가하는 경향이였다. 저장기간에 따른 변화는 오존처리군 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, 1~5 kGy의 방사선을 조사한 실험군의 경우에는 0.23~0.25%의 산도로 시작하여 저장기간이 증가할수록 대조군에 비하여 서서히 증가하는 경향이였다. 방사선 1 kGy 처리군은 저장 10일째의 산도를 제외하고는 오존처리군과 차이가 없었으나, 3 kGy 이상의 방사선 처리군은 다른 실험군들과 비교할 때 가장 낮은 산도를 보였다.

김치의 품질을 평가하는데 있어서 pH와 함께 중요한 인자로 알려져 있고 김치의 산도가 약 0.6% 정도일 때 가장 식용하기에 적합한 수준이라 할 수 있어(21) 본 결과로 보아 원부재료에 오존처리 및 방사선을 처리한 후 김치를 제조하면 김치의 품질유지기간을 연장시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

#### 관능적 품질 변화

오존 및 방사선 조사로 원부재료를 위생화한 후 맛김치를 제조하여 저장하면서 저장기간에 따른 관능적 품질평가의 결과를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

대조군의 경우, 제조 직후에는 2.5로 낮은 값을 나타내었으나 저장기간이 증가함에 따라 증가한 후 저장 10일 이후부터는 다시 감소하여 발효가 진행됨에 따라 점차 품질이 저하되는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 앞선 결과에서도 볼 수 있듯이 발효가 진행되면서 젖산균의 증식이 가장 활발히 이루어졌던 저장 10일경이 가장 좋았고 그 후부터는 산의 생성으로 인한 신맛과 효모에 의한 이취 등이 증가하기 때문에 낮은 품질평가를 보이는 것으로 사료되었다. 오존처리군의 경우에는 대조군과 비교해보면 저장 10일까지는 유사한 경향이었고, 저장 15일부터는 대조군보다는 품질변화가 서서히 저하되는 것으로 나타나 오존처리군이 품질을 다소 연장시키는 것으로 사료되었다. 방사선 처리군의 경우, 제조 직후에는 다른 처리군과 마찬가지로 비슷한 수준이었으나 저장기간에 따른 변화는 약간 다르게 나타났다. 즉 1 kGy 처리군은 오존처리군과 비슷한 경향이었으나 3 kGy 처리군은 저장기간이 증가할수록 품질평가의 값이 서서히 증가하여 저장 15일되었을 때 가장 높은 값을 나타내었고 그 후에는 약간 감소하는 경향이였다. 특히 5 kGy 처리군은 저장 20일까지도 양호한 품질을 유지하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 산도 및 효모의 결과에서도 볼 수 있듯이 다른 실험군에 비하여 변화가 가장 적어 좋은 품질평가를 유지할 수 있었던 것으로 사료되었다.

이와 같은 결과를 종합해 보면 원부재료에 오존 및 방사선 처리를 한 후 김치를 제조하면 대조군에 비하여 품질유지기간을 연장시킬 수 있을 것으로 사료된다. 특히 방사선 처리군 중 3 kGy 처리군이 5 kGy 처리군보다는 관능적 품질평가에서 저장 20일째를 제외하고는 유의적인 차이가 없고 ( $p>0.05$ ) 다른 실험결과에서도 거의 유사한 경향이였기 때문에 김치의 저장성을 연장시키기 위해서는 약 3 kGy의 방사선을 원부재료에 처리하여 위생화한 후 조사하고 김치를 제조할 경우 품질유지기간을 증진시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

**Table 1. Changes of overall acceptance in kimchi manufactured with sanitized materials by ozone and gamma irradiation during fermentation for 20 days at 10°C**

Fermentation periods (day)	Control	Ozone		Gamma irradiation		
		3 ppm	6 ppm	1 kGy	3 kGy	5 kGy
0	2.5 <sup>d1)</sup>	2.4 <sup>d</sup>	2.5 <sup>d</sup>	2.3 <sup>d</sup>	2.4 <sup>d</sup>	2.3 <sup>d</sup>
5	2.9 <sup>c</sup>	2.9 <sup>c</sup>	2.8 <sup>c</sup>	2.7 <sup>c</sup>	2.5 <sup>c</sup>	2.8 <sup>c</sup>
10	3.6 <sup>ab</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	3.6 <sup>ab</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>
15	3.0 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.2 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>
20	2.4 <sup>d</sup>	2.9 <sup>c</sup>	3.2 <sup>b</sup>	2.9 <sup>c</sup>	3.7 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>a</sup>

Score: 5, excellent; 4, good; 3, acceptable; 2, unacceptable; 1, poor.

<sup>1)</sup>Mean values within the same column with different letters were significantly different ( $p<0.05$ ).

## 요 약

원부재료에 부착된 미생물을 김치제조 전에 오존 및 방사선 조사를 실시하여 미생물을 감균시키고 위생화된 재료로 김치를 제조하였을 때의 미생물학적, 화학적 및 관능적 변화를 측정하였다. 대조군 맛김치의 미생물 변화는 총균수의 경우, 저장기간이 증가할수록 빠른 속도로 증가한 후 저장 10일 이후부터는 서서히 감소하였다. 그러나 오존 및 방사선 처리군의 경우에는 대조군에 비하여 서서히 증가하는 경향이였다. 젖산균수의 경우에는 대조군은 오존 및 방사선 처리군에 비하여 다소 낮은 변화를 보이는 것으로 나타났다. 효모 및 곰팡이수의 변화는 대조군이 가장 높은 균수를 저장 기간 내내 유지하였으나 오존 및 방사선 처리군은 대조군보다 낮은 균수를 보였으며 그 변화는 3 kGy와 5 kGy가 가장 적은 것으로 나타났다. pH 및 산도의 변화에서도 대조군은 빠른 속도로 변화되었으나 오존 및 방사선 처리군의 경우는 서서히 변화되었으며 오존 및 방사선 처리군 중에서는 3 kGy와 5 kGy 처리군이 가장 변화가 적었다. 저장기간에 따른 관능검사 결과는 발효가 진행됨에 따라 대조군은 빠른 품질변화를 보였지만 오존 및 방사선 처리군은 발효의 진행이 서서히 일어나 품질 유지기간을 연장시키는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 교육인적자원부와 산업자원부의 출연금 및 보조금으로 수행한 산학협력 중심대학 육성사업의 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Yang YJ, Han JS. 2005. Effect of the beet addition on the quality of American preferred *kimchi* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 538-543.
2. Kim SJ. 2001. Difficulty in Korean *kimchi* industry for modernization. *Food Industry and Nutrition* 6: 34-37.
3. Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. 1994. *Kimchi* preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Kor J Food Sci Technol* 26: 231-238.
4. Kim SD, Oh YA, Kim MK. 1996. A device for improvement of storage property in *kimchi*. *Food Industry and Nutrition* 1: 71-80.
5. Park YH, Kwon JJ, Jo DH, Kim SI. 1983. Microbial inhibition of lactic strains isolated from *kimchi*. *J Korean Agric Chem Soc* 26: 35-40.
6. Kim MJ. 1995. A study on soaking and fermentation method for sanitization and quality improvement of baechu *kimchi*. *PhD Dissertation*. Taegu Hyosung Catholic University, Daegu.
7. Byun MW, Cha BS, Kwon JH, Cho HO, Kim WJ. 1989. The combined effect of heat treatment and irradiation on the inactivation of major lactic acid bacteria associated with *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 185-191.
8. 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.
9. Lee BW, Kim HC, Park JG, Yoo YJ, Yoo MY. 1995. Changes of microorganism during the storage of spices as affected by irradiation. *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agric Products* 2: 203-207.
10. Lee HJ, Baek JH, Yang MY, Han HU, Ko YD, Kim HJ. 1993. Characteristics of lactic acid bacterial community during *kimchi* fermentation by temperature downshift. *Kor J Microbiol* 31: 346-353.
11. 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.
12. Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
13. Moon KD, Byun JA, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of natural preservatives to inhibit *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 257-263.
14. Chung DK, Yu RN. 1995. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 27: 1035-1038.
15. Lee KH, Cho CM. 2006. Effect of ozone and gamma irradiation for eliminating the contaminated microorganisms in food materials for *kimchi* manufacturing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1070-1075.
16. Kim MJ, Oh YA, Kim MH, Kim MK, Kim SD. 1993. Fermentation of Chinese cabbage *kimchi* soaked with *L. acidophilus* and cleaned materials by ozone. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 165-174.
17. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC.
18. APHA. 1976. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck M, ed. American Public Health Association, Washington, DC.
19. SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
20. Jo JS. 2000. *Studies on kimchi*. Yurim-munhwasa, Seoul. p 247-249.
21. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.

(2006년 12월 12일 접수; 2007년 2월 1일 채택)