

김치 원부재료의 오염 미생물 제거를 위한 오존 및 감마선 조사의 영향

이경행[†] · 조재민

충주대학교 식품생명공학부

Effect of Ozone and Gamma Irradiation for Eliminating the Contaminated Microorganisms in Food Materials for *Kimchi* Manufacturing

Kyong-Haeng Lee[†] and Chae-Min Cho

Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

Abstract

Food materials for *kimchi* manufacturing were treated by ozone or gamma irradiation to reduce the number of contaminated microorganisms before the manufacturing of *kimchi*. Counts of total aerobic bacteria, yeast and mold were $10^6 \sim 10^7$ and $10^3 \sim 10^4$ CFU/g in the food materials, respectively. After treatment with ozone (3~6 ppm), the total aerobic bacteria were reduced to 1 log cycle or more, in a dose-dependent manner. In comparison, gamma irradiation was superior to ozone treatment. Especially, irradiation of 5 kGy fully eliminated the yeast and mold attached in the food materials for *kimchi* manufacturing. The contents of ascorbic acid and total and reducing sugar were not affected by ozone or gamma irradiation. Taken together, it is suggested that microorganisms contaminated on materials for *kimchi* manufacturing could be substantially reduced by ozone (up to 6 ppm) and gamma irradiation (up to 5 kGy), without effect on the nutritional contents.

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

서 론

김치는 적당히 소금 절입한 배추를 세척한 후 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈 등의 갖은 양념을 혼합하여 적당한 온도에서 숙성 발효시킨 우리나라를 대표하는 전통발효식품(1,2)으로 1992년 바르셀로나 올림픽, 1998년 프랑스 월드컵 및 2004년 아테네 올림픽에 이르기까지 공식식품으로 지정되었을 뿐만 아니라 2002년 월드컵 개최 및 김치의 국제 규격화 추진으로 김치의 세계화가 가속화되고 있으며 김치의 품질향상과 과학화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

김치는 소금에 절인 배추와 부재료들을 혼합하여 자연 발효시키므로 생명체가 갖는 수많은 효소들에 의해 숙성 발효되는 동안 각종 미생물들이 서로 교차되면서 번식하게 된다. 김치 속에 함유된 효소는 비교적 낮은 온도에서도 작용을 계속하고 또한 미생물들은 적당한 온도와 영양 그리고 pH의 조건이 구비되면 번식하기 때문에 김치를 오랫동안 보존하면서 판매, 유통시키는 것은 매우 어려운 일이다(3).

따라서 기존의 연구자들은 김치의 보존성을 증진시키기 위한 목적으로 가열하여 통조림으로 제조하는 연구(4,5)를 수행하였는데 이는 김치내 존재하는 미생물을 사멸시키고 효소를 가열에 의해 불활성화시킴으로써 저장성을 증진시

킬 수는 있으나 김치가 갖는 고유의 맛과 향 특히 조직감이 소실되는 단점을 가지고 있다.

또한 김치에의 감마선 조사(6,7) 또는 방부제 처리(8), pH 변화를 억제하는 완충제(9), 염 혼합물의 첨가(10), 항균성 향신료의 첨가(11,12) 등에 대한 연구도 많이 진행되었는데 아직까지 소비자에 대한 안전성 인식 또는 식품의 관능적 품질저하 때문에 실용화되지 못하고 있는 실정이다. 이와 같이 기존연구에서는 김치를 제조한 후 균수를 줄이거나 하는 연구가 주를 이루고 있고 원부재료의 위생화에 관련한 연구는 많지 않다.

따라서 본 연구에서는 원부재료에 부착된 미생물을 김치 제조 전부터 감균을 시키고 물성의 변화가 없는 위생화된 재료로 김치를 제조하여 바람직한 젓산발효를 피하고 위생적이며 저장성이 유지되는 김치를 제조하기 위한 기초실험으로 원부재료에 오존 및 감마선 처리를 하였고 이들에 의한 미생물의 변화 및 화학적 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

김치 원부재료

김치의 원부재료인 배추, 고춧가루, 마늘, 생강 및 파 등

[†]Corresponding author. E-mail: leekh@chungju.ac.kr
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

을 청주 농수산물 시장에서 구입하여 비가식부를 제거한 후 1차 정선을 거쳐 알맞은 사이즈로 절단하여 시료로 사용하였다.

김치 원부재료의 오염도 조사

김치의 원부재료를 정선하고 각각의 원부재료에 대한 총균수와 효모 및 곰팡이수를 측정하였다. 즉 각 원부재료별로 총균수의 측정(13)은 시료 20 g에 180 mL의 0.9% 생리식염수를 붓고 stomacher(promedia SH-II M, Tokyo, Japan)를 사용하여 균질화시키고 희석한 후 총균수는 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI)를 이용하여 30°C에서 3일간 배양 후 계수하여 시료 1 g 당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다.

또한 각 원부재료별 효모 및 곰팡이수는(13)은 10%의 tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(Difco Lab., Detroit, MI)에 도말하여 30°C에서 3일간 배양 후 배지에 형성된 colony를 계수하여 시료 1 g 당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다.

김치 원부재료에의 오존처리

김치의 원부재료에서 비가식부를 제거한 후 1차 정선을 거쳐 알맞은 사이즈로 절단하여 냉온살균기술 중의 하나인 오존살균기술을 이용하여 균을 제어할 수 있는지를 측정하였다. 즉 원부재료 중 배추는 섭취하기 좋은 크기(약 2.5×3.3 cm)로 절단하여 8%의 염수농도로 상온에서 1시간 30분 동안 절입하였다. 이때 Kim 등(14)의 방법에 따라 오존발생장치(Ozone Tech. Co., Korea)를 사용하여 발생되는 gas 상태의 오존을 염수에 잘 혼합되도록 하고 오존의 발생량을 초당 0, 3, 6 ppm이 발생되도록 조절하여 배추 절입시간동안 처리하였다. 절입 및 오존처리가 끝난 후 절입배추의 염농도는 Mohr의 방법에 따라 분석한 결과, 1.73%로 나타났다.

절입배추를 제외한 배추 등의 원부재료들은 오존수를 이용한 살균에 부적합하여 Kim 등(14)의 방법에 따라 오존가스를 이용하였다. 이때 오존발생장치는 각각의 부재료를 제작한 chamber에 연결하여 처리하였다. 처리시의 온도는 20°C로 하였고 chamber내의 농도는 0, 3, 6 ppm으로 3시간 동안 처리하였으며 이때의 오존농도는 오존 측정장치(OX-TX 12, Oldham, France)를 이용하였다.

각각의 원부재료에 대한 오존수 및 오존가스 처리 후 총균수와 효모 및 곰팡이수의 측정은 위의 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

김치 원부재료에의 감마선 조사

알맞은 크기로 절단한 원부재료들에 대하여 냉온살균기술인 감마선 조사기술을 이용하여 부착되어 있는 균을 제어할 수 있는지를 측정하였다. 즉 각각의 원부재료를 0.1 mm의 polyethylene 필름에 넣어 밀봉하고 감마선 조사를 실시하였다. 감마선 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 kGy이었다. 각각의 원부재료에 대한 감마선 조사 후 총균수와 효모 및 곰팡이 수의 측정은 위의 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

Ascorbic acid의 함량 측정

김치 원부재료 각각에 존재하는 total ascorbic acid의 정량에는 2,4-dinitrophenylhydrazine을 이용한 비색법(15)을 사용하였다.

총당 및 환원당의 함량 측정

김치 원부재료 각각에 존재하는 총당의 함량 측정은 galactose를 표준물질로 하여 phenol-sulfuric acid법(16)으로 분석하였으며 환원당의 정량에는 DNS(dinitrosalicylic acid) 방법(17)으로 분석하였다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 반복한 후 SAS(18) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험구간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

김치 원부재료에의 오존 및 감마선 조사에 따른 미생물 수의 변화

김치 제조 시 사용되는 김치 원부재료들의 오존 및 감마선 처리를 하였을 때 미생물 수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다.

배추의 경우, 살균처리 전인 대조군의 경우에는 8.6×10^6 CFU/g의 균수를 보였으나 3~5 ppm의 오존 처리군은 $1.3 \times 10^6 \sim 1.7 \times 10^6$ CFU/g으로 약 80~85%의 감균효과를 볼 수 있었다. 감마선 조사의 경우는 조사선량이 증가할수록 감균율은 더욱 증가하는 것으로 나타났으며 특히 5 kGy의 감마선 조사는 대조군에 비하여 약 4 log cycle 정도의 감균율을 나타내어 감균효과가 가장 높게 나타났다.

효모 및 곰팡이의 경우, 대조군은 5.4×10^3 CFU/g의 균수를 보였으나 오존 처리시 대조군보다 약 88%까지의 감균효과를 볼 수 있었으며 감마선 조사를 한 경우에는 급격하게 균수가 감소하여 5 kGy의 감마선 처리 시에는 20 CFU/g 이하로 거의 사멸되는 것으로 나타났다.

실제 김치를 제조할 때 배추는 우선 절입을 실시한 후 제조하므로 절입배추의 오존수 및 감마선 처리를 하였을 때의 변화는 대조군의 경우, 2.8×10^6 CFU/g으로 나타났으나 절입시 오존수로 처리한 경우에는 약 94% 이상 감균된 균수를 나타내었으며 오존 처리량이 많을수록 감균효과가 증가하였다. 배추를 절입한 후에 감마선을 처리한 경우에도 대조군에 비하여 약 84%~99.95%의 감균율을 보였다.

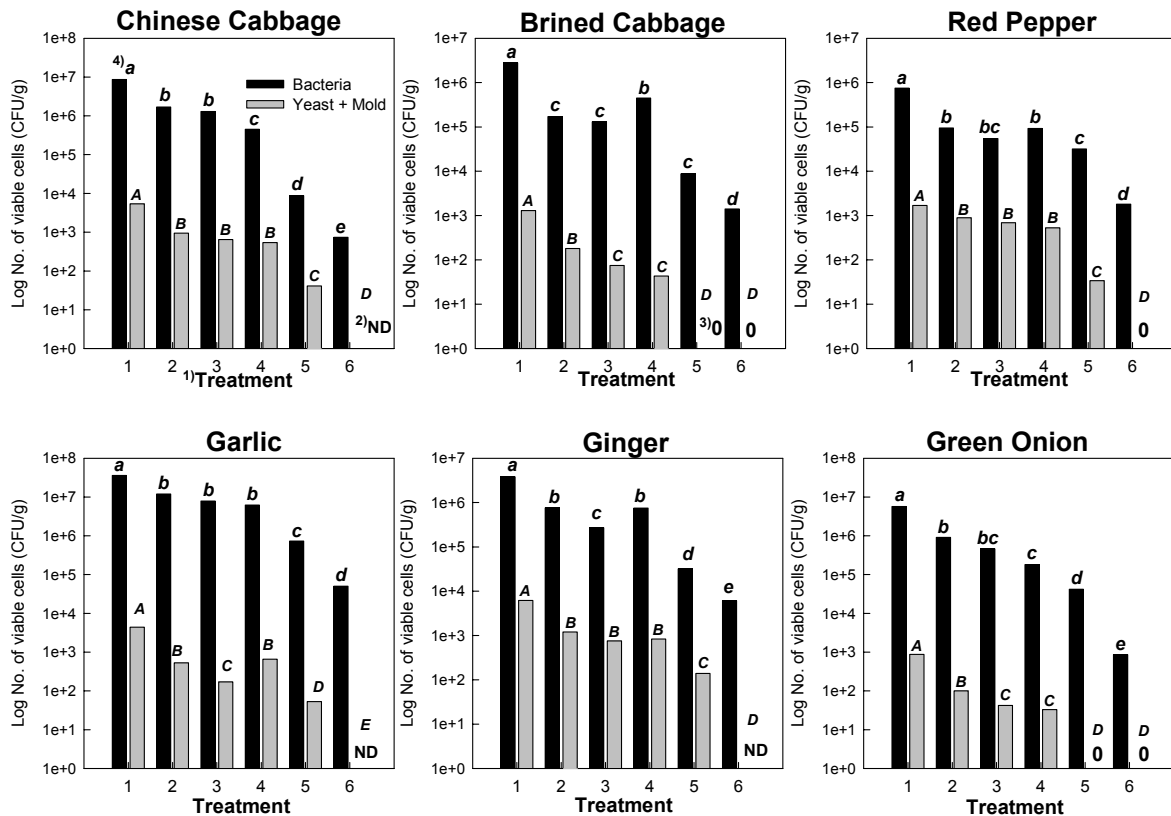


Fig. 1. Effects of ozone and gamma irradiation treatment on the growth of microorganisms in food materials for kimchi manufacturing.

¹⁾1, Control; 2, ozone 3 ppm; 3, ozone 6 ppm; 4, gamma ray 1 kGy; 5, gamma ray 3 kGy; 6, gamma ray 5 kGy.

²⁾ND: Not detected as the minimum detection level of 20 CFU/g.

³⁾0: Not detected.

⁴⁾Mean values within the same bar with different italic letters were significantly different ($p < 0.05$).

절임배추의 효모 및 곰팡이수의 변화를 살펴보면, 대조군의 경우에는 1.3×10^3 CFU/g으로 나타났다. 그러나 오존수를 처리한 경우, 3 ppm과 6 ppm 처리 각각 1.2×10^2 CFU/g, 7.5×10^1 CFU/g의 균수로 부착된 효모 및 곰팡이를 감소시켰다. 감마선 조사의 경우에도 효모 및 곰팡이수가 감소되는 것을 확인할 수 있었으며 특히 3 kGy 및 5 kGy에서는 효모 및 곰팡이가 전혀 발견되지 않아 3 kGy 이상의 선량에서는 완전히 사멸되는 것으로 나타났다.

고춧가루에 부착되어 있는 미생물을 오존 및 감마선 처리를 하였을 때의 변화는 대조군의 경우, 7.5×10^5 CFU/g의 총균수를 보였으나 오존 처리 및 감마선 처리를 하였을 때에는 각각 88~91% 및 89~99.8%의 감균율을 보여 고춧가루에서도 오존 및 감마선 처리에 의하여 크게 미생물수를 감균시킬 수 있는 것으로 나타났다.

고춧가루에서의 효모 및 곰팡이수는 대조군의 경우 1.7×10^3 CFU/g이었으나 3~6 ppm의 오존처리로 약 48~60%의 감균효과를 나타내었으며 감마선을 조사한 경우도 3 kGy까지는 대조군에 비하여 약 69~98%의 감균율을 보였다. 특히 5 kGy의 감마선 조사에서는 효모 및 곰팡이가 전혀 검출되지 않는 것으로 나타났다.

김치 제조시에 양념으로 사용하는 마늘에 오존 및 감마선 처리시 총균수의 변화는 대조군의 경우, 3.6×10^7 CFU/g의 균수로 상당히 많은 수의 미생물로 오염되어 있었으나 오존처리시에는 약 67~78%의 감균효과를 보였으며 감마선 처리군의 경우, 3 kGy 및 5 kGy의 처리군에서는 대조군보다 약 2~3 log cycle 정도로 크게 균수를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

마늘에 존재하는 효모 및 곰팡이의 경우, 대조군은 4.4×10^3 CFU/g였으나 오존처리를 한 경우에는 약 88~96%의 감균효과를 나타내었다. 또한 감마선을 조사한 경우에는 조사선량이 증가할수록 급격하게 균수가 감소하였으며 특히 5 kGy에서는 20 CFU/g 이하로 거의 사멸되는 것으로 나타났다.

생강에 부착된 미생물이 냉온살균처리시의 변화는 대조군의 경우, 3.8×10^6 CFU/g의 총균수를 보였으나 3 ppm의 오존처리 시 대조군에 비하여 20% 수준의 미생물만 잔존하고 있었으며 6 ppm 오존 처리 시에는 약 1 log cycle 이상의 감균효과를 볼 수 있었다. 감마선 처리군의 경우 3 kGy의 감마선 처리군은 대조군에 비하여 약 2 log cycle 정도의 감소를 보였다.

생강에 존재하는 효모 및 곰팡이의 경우, 대조군은 6.2×10^3 CFU/g의 효모 및 곰팡이수를 보였으나 오존처리를 한 경우에는 효모 및 곰팡이가 약 81~88% 정도 사멸되었으며 감마선 조사의 경우에는 3 kGy까지는 대조군에 비하여 약 97% 이상의 효모 및 곰팡이가 사멸되었고 특히 5 kGy의 감마선을 조사한 경우에는 효모 및 곰팡이가 20 CFU/g 이하로 거의 사멸되는 것으로 나타났다.

김치에 특유한 향을 부여하는 과를 오존 및 감마선 처리를 하였을 때 과에 존재하는 미생물수의 변화는 대조군의 경우, 5.7×10^6 CFU/g의 총균수를 보였으나 오존 처리 및 감마선 처리를 하였을 때에는 각각 약 84~96% 및 96~99.98%로 크게 미생물수를 감균시켰다.

과에 존재하는 효모 및 곰팡이의 오존 및 감마선 처리에 의한 변화를 살펴보면 대조군은 8.7×10^2 CFU/g으로 나타났으나 오존처리로 약 95% 정도까지의 감균효과를 보였다. 감마선 조사에 의해서도 감균효과를 볼 수 있었으며 특히 3 kGy 이상의 선량에서는 효모 및 곰팡이가 전혀 발견되지 않았다.

오존의 경우 Kim(19)은 오존수 및 오존가스를 원료에 처리한 결과 제균효과가 있었으며 오존처리농도가 높아질수록 살균효율이 증가한다고 하여 본 결과와 일치하였다.

감마선 조사의 경우(20-23) 김치에 사용되는 향신료들의 위생화시 효과적인 방법이며 처리 시 온도가 상승되지 않기 때문에 물성변화가 없이 살균할 수 있다고 하여 본 결과와 일치하였다.

이상의 김치 원부재료 각각에 대한 초기 오염 미생물수는 다르지만 원부재료에 산화가 되지 않을 정도의 범위에서 오존 및 감마선 조사를 하게 되면 존재하는 미생물수를 크게 감소시켜 김치 원부재료의 위생화와 저장성 증진에 기여할 수 있을 것으로 사료되었으며 비록 처리량에는 차이가 있지만 본 실험에 사용한 오존 농도 및 감마선 조사선량에서는 감마선 조사가 더 효과적으로 미생물을 제어하는 것으로 판단되었다.

김치 원부재료에의 오존 및 감마선 조사에 따른 ascorbic acid의 함량변화

김치 원부재료에 부착되어 있는 균수를 감균시키기 위하여 오존 및 감마선 처리를 하였을 때 원부재료 내 ascorbic

acid의 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다.

원부재료에 존재하는 ascorbic acid의 함량은 배추 23.86 mg%, 절임배추 20.41 mg%, 고춧가루 37.49 mg%, 마늘 14.75 mg%, 생강 3.57 mg% 및 파 25.63 mg%의 함량을 보여 원부재료 가운데 고춧가루에 가장 많은 ascorbic acid가 있는 것으로 나타났다.

원부재료에 오존 및 감마선 처리를 한 경우에는 대조군과 비교할 때 오존 및 감마선 조사를 하였다고 그 함량이 유의적으로 감소하거나 혹은 증가하지 않아 이들 처리 유무에 상관없는 것으로 사료되었다. 예를 들면 ascorbic acid의 함량(대조군 37.49 mg%)이 가장 많은 고춧가루의 경우 오존처리시에는 34.22~35.43 mg%, 감마선을 조사한 경우에는 35.28~39.36 mg%의 함량을 나타내 다른 성분들보다 산화가 쉽게 일어나는 ascorbic acid의 함량은 대조군과 큰 차이가 없었으며 미미한 ascorbic acid 함량 차이는 이들 처리에 의한 것이 아니라 실험오차에 의한 것으로 사료되었다.

과량의 오존(19) 및 감마선(24)을 식품에 처리할 경우, 비타민류나 chlorophyll 및 carotenoid 등과 같은 산화되기 쉬운 성분의 산화로 인하여 갈변을 일으키는 문제에 대하여 유의할 필요성이 있다고 하였지만 본 실험에 사용한 오존 및 감마선 조사의 범위 내에서는 산화가 쉽게 일어나는 ascorbic acid 산화현상이 관찰되지 않았다.

김치 원부재료에의 오존 및 감마선 조사에 따른 총당 및 환원당의 함량변화

김치 제조시 사용하는 원부재료에 오존 및 감마선 처리를 하였을 때 원부재료 내 총당의 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다.

원부재료에 존재하는 총당의 함량은 배추 4.61%, 절임배추 3.53%, 고춧가루 40.52%, 마늘 21.36%, 생강 10.61% 및 파 4.38%의 함량을 보여 시료마다 큰 차이가 있었으며 실험에 사용한 재료 중 고춧가루가 가장 많은 당을 함유하는 것으로 나타났다. 원부재료에 오존 및 감마선을 처리한 경우에는 총당의 함량이 대조군과 유사하였다. 배추의 경우(대조군 4.61%), 오존 처리 시 3.57~4.23%, 감마선 조사 시 3.35~4.74%로 오존 및 감마선 조사를 하였다고 처리량에 따른 유의적인 변화는 없는 것으로 사료되었다.

김치 원부재료에 오존 및 감마선 처리 후 환원당의 함량을

Table 1. Effects of ozone and gamma irradiation treatment on ascorbic acid content in food materials for kimchi manufacturing (mg%)

Treatment	Chinese cabbage	Brined cabbage	Red pepper	Garlic	Ginger	Green onion
Control	23.86 ^{ab1)}	20.41 ^a	37.49 ^b	14.75 ^b	3.57 ^a	25.63 ^a
Ozone 3 ppm	25.34 ^a	18.15 ^{ab}	35.43 ^{bc}	15.34 ^b	3.19 ^a	23.26 ^{ab}
Ozone 6 ppm	21.73 ^b	19.33 ^a	34.22 ^c	14.82 ^b	4.20 ^a	22.44 ^b
1 kGy	22.64 ^{ab}	16.43 ^b	39.36 ^a	13.26 ^c	3.65 ^a	24.16 ^a
3 kGy	24.17 ^{ab}	19.94 ^a	35.28 ^{bc}	17.54 ^a	3.03 ^a	23.81 ^{ab}
5 kGy	23.66 ^{ab}	17.65 ^{ab}	36.94 ^{bc}	14.16 ^b	4.13 ^a	23.12 ^{ab}

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

Table 2. Effects of ozone and gamma irradiation treatment on total sugar content in food materials for kimchi manufacturing (%)

Treatment	Chinese cabbage	Brined cabbage	Red pepper	Garlic	Ginger	Green onion
Control	4.61 ^{a1)}	3.53 ^b	40.52 ^{ab}	21.36 ^a	10.61 ^b	4.38 ^a
Ozone 3 ppm	3.57 ^b	3.12 ^b	41.13 ^a	18.54 ^b	12.27 ^a	4.97 ^a
Ozone 6 ppm	4.23 ^{ab}	3.25 ^b	40.62 ^{ab}	18.02 ^b	9.65 ^c	3.25 ^b
1 kGy	3.35 ^b	3.94 ^{ab}	38.94 ^b	18.20 ^b	10.80 ^b	5.12 ^a
3 kGy	4.07 ^{ab}	4.83 ^a	42.21 ^a	18.76 ^b	11.51 ^{ab}	4.34 ^a
5 kGy	4.74 ^a	4.40 ^{ab}	40.66 ^{ab}	19.54 ^a	9.84 ^c	4.81 ^a

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

Table 3. Effects of ozone and gamma irradiation treatment on reducing sugar content in food materials for kimchi manufacturing (%)

Treatment	Chinese cabbage	Brined cabbage	Red pepper	Garlic	Ginger	Green onion
Control	2.38 ^{a1)}	1.54 ^c	12.34 ^a	0.89 ^a	3.28 ^a	1.45 ^a
Ozone 3 ppm	1.63 ^{bc}	2.21 ^{ab}	9.82 ^c	0.93 ^a	3.51 ^a	1.14 ^b
Ozone 6 ppm	1.34 ^c	2.03 ^b	11.40 ^{ab}	0.85 ^a	3.04 ^b	1.26 ^b
1 kGy	1.89 ^b	2.59 ^a	10.62 ^b	1.03 ^a	3.26 ^a	0.96 ^b
3 kGy	1.51 ^{bc}	1.86 ^b	11.29 ^{ab}	0.84 ^a	2.19 ^c	1.53 ^a
5 kGy	1.77 ^b	1.93 ^b	9.48 ^c	0.97 ^a	3.43 ^a	1.51 ^a

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

측정한 결과는 Table 3과 같다. 김치 원부재료에 존재하는 환원당의 함량은 원부재료별로 살펴보면 배추는 2.38%, 절임배추 1.54%, 고춧가루 12.34%, 마늘 0.89%, 생강 3.28% 및 파 1.45%의 함량을 보여 시료마다 큰 차이가 있는 것으로 나타났으며 고춧가루, 생강, 배추의 순이었다.

원부재료에 오존 및 감마선을 조사한 경우의 환원당 함량은 대조군과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 예를 들면 생강의 경우, 대조군은 3.28%이었는데 3~6 ppm의 오존 및 1~5 kGy의 감마선 처리군은 각각 3.04~3.51% 및 2.19~3.43%로 대조군과 차이가 없어 실험에 사용한 오존 및 감마선 조사량은 김치 원부재료의 환원당 함량에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다. Cho 등(21)은 마늘의 발아억제를 위하여 감마선 조사(0~150 Gy)를 하고 저온에서 저장할 때 감마선 조사에 의한 환원당량의 차이는 없다고 하여 본 결과보다는 낮은 선량에서의 결과이지만 같은 경향이였다.

이상의 결과를 종합하여 보면 원부재료에 존재하는 성분은 실험에 사용한 양의 오존 및 감마선 조사에 의해 변화가 되지 않는 것으로 나타나 원부재료의 성분의 변화 없이 위생성을 증진시켜 저장성을 연장시킬 수 있고 이에 따라 원부재료의 유통시 문제점도 해결할 수 있을 것으로 사료되었다.

요 약

김치 원부재료에 부착된 미생물을 김치제조 전부터 감균시키고 물성변화 없이 위생화된 재료로 김치를 제조하기 위한 기초실험으로 원부재료에 오존 및 감마선 처리를 하고 이들에 의한 미생물의 변화 및 화학적 변화를 측정하였다.

김치 원부재료에 부착된 총 균수는 약 $10^6 \sim 10^7$ CFU/g 정도였으며 효모 및 곰팡이 수는 약 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g 정도로 나타났다. 그러나 원부재료에 오존을 처리한 경우, 대조군에 총균수에 비하여 약 1 log cycle 정도 또는 그 이상 감소하는 경향이였으며 처리량이 클수록 다소 낮은 균수를 보였다. 원부재료에 감마선을 조사한 경우에는 오존처리군에 비하여 감균효과가 큰 것으로 나타났으며, 조사선량이 증가할수록 균수의 감소는 큰 것으로 나타났다. 효모 및 곰팡이에서도 총균수와 비슷한 경향이였으며 5 kGy의 감마선 조사시에는 원부재료에 부착되었던 효모 및 곰팡이가 검출되지 않는 것으로 나타나 감마선 조사가 김치 원부재료내 미생물들을 효과적으로 감균시키는 것으로 나타났다. 또한 원부재료에 존재하는 성분(ascorbic acid, 총당 및 환원당)의 함량 변화에서는 오존 및 감마선 조사에 의한 변화는 대조군과 비교하여 크게 차이가 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

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

문 헌

1. Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and anti-mutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
2. Kim MK, Kim SY, Woo CJ, Kim SD. 1994. Effect of air

- controlled fermentation on *kimchi* quality. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 268-273.
3. Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. 1994. *Kimchi* preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean J Food Sci Technol* 26: 231-238.
 4. Lee CY, Jeon JK, Kim HS. 1968. Studies on the manufacture of canned *kimchi*. *J Korean Agric Chem Soc* 10: 33-38.
 5. Cheon YA. 1966. Manufacturing process of *kimchi* canning. Patent No. 154.
 6. 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.
 7. Byun MW, Cha BS, Kwon JH, Cho HO, Kim WJ. 1989. The combined effect of heat treatment and irradiation on the in-activation of major lactic acid bacteria associated with *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 185-191.
 8. Song SH, Cho JS, Kim K. 1966. Studies on the preservation of the *kimchi* - Part 1. Effects of preservatives on '*kimchi*' fermentation. *Report of the Army Research and Tesung Laboratory* 5: 5-9.
 9. Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
 10. Park KJ, Woo SJ. 1988. Effect of Na-acetate, Na-malate and K-sorbate on the pH, acidity and sourness during *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 40-44.
 11. 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.
 12. 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.
 13. Hwang JH, Yu KW, Lee KH. 2004. Studies on the pasteurization conditions for long-term storage of *kimchi*. *Food Engineering Progress* 8: 30-39.
 14. 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.
 15. Cheong DH, Jang HG. 1989. *Food analysis*. Jinryo Research Co., Seoul. p 250-257.
 16. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Robers PA, Smith F. 1959. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal Chem* 28: 350-356.
 17. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
 18. SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
 19. 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.
 20. 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.
 21. Cho HO, Kwon JH, Byun MW, Yoon HS. 1984. Batch scale storage of garlic by irradiation combined with natural low temperature. *Korean J Food Sci Technol* 16: 66-70.
 22. Byun MW. 1985. Radurization and radacidation of spices. *Korean J Food Sci Technol* 17: 311-318.
 23. Byun MW, Kwon JH, Cho HO. 1984. Sterilization and storage of onion powder by irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 47-50.
 24. Diehl JF. 1982. Radiolytic effects in foods. In *Preservation of Food Ionizing Radiation*. 1st ed. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida. p 280-357.

(2006년 6월 30일 접수; 2006년 8월 29일 채택)