J Korean Soc Food Sci Nutr
37(1), 90~96(2008)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2008.37.1.90

배추 및 절임배추의 위생화를 위한 오존살균기술의 이용

이 경 행
충주대학교 식품생명공학부

Effect of Ozone Treatment for Sanitation of Chinese Cabbage and Salted Chinese Cabbage

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

Abstract

To retain the fresh taste and flavor of Kimchi, ozone treatment was applied for *kimchi* food materials. In this study, Chinese cabbage and salted Chinese cabbage, the highest portion of Kimchi materials, were treated by ozone (3~9 ppm) and their microbiological and chemical characteristics were investigated. Initial number of total aerobic bacteria of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage were 1.3×10^7 and 7.1×10^6 CFU/g, respectively. However, when ozone was treated, the number was decreased and this decrease of bacterial number was maintained during storage. Yeast and mold populations were 6.0×10^3 and 1.2×10^3 CFU/g in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage, respectively; however, an ozone treatment also decreased the yeast and mold populations. Other physical and chemical characteristics of ozone treated sample such as color, hardness, contents of ascorbic acid and reducing sugar of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage were not different when compared with control.

Key words: Chinese cabbage, salted chinese cabbage, ozone, sanitation

서 론

식생활의 다변화에 따른 식품 산업의 고도화와 국제화 시대를 맞아 고부가가치의 가공제품을 생산하기 위해서는 원료의 안정적 공급, 위생적 제품생산, 효율적 제조공정, 안전한 식품저장 및 가공기술 개발의 필요성이 시급히 요구되고 있다(1).

우리나라의 대표적인 채소 발효식품인 김치는 제조 시 사용되는 원부재료들이 대부분 토양에서 수확하기 때문에 토양미생물과 식물 병원성 미생물 등에 의해 위생적으로 크게 문제가 되고 있다(2). 또한 김치는 살균처리를 하지 않고 자연발효를 통하여 제조하기 때문에 원부재료로부터 이행되는 미생물, 즉 내염성의 유산균, 효모 및 내염성 세균 등에 의해 발효가 이루어지면서 이상발효가 일어날 수 있어 김치의 표준화된 품질유지를 위해서는 원부재료의 위생성은 반드시 확보되어야 할 중요한 과제이다. 즉 김치 원부재료의 청정화 필요성은 초기 미생물 수를 조절하여 저장성을 증진시키기 위한 목적뿐만 아니라 식물성 병원균이나 토양미생물 및 대장균 등을 제거하기 위함이라 할 수 있다. 이와 같이 청정화된 원부재료를 이용하여 위생화된 김치의 생산은 세계적인 식품으로서 발돋움하는데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다(2).

현재까지 김치 저장관련 목적의 연구로는 식품보존제와 같은 첨가제 사용(3,4), 열처리(5,6), 염 혼합물의 첨가(7) 등의 연구결과가 있으나 맛과 조직감의 저하로 크게 실용화되지 못하고 있고 또한 기존연구에서는 김치를 제조한 후 균수를 줄이고자 하는 연구가 주를 이루고 있고, 물성변화 없이 원부재료의 위생화에 관련한 연구는 많지 않다.

이와 같이 김치 원부재료의 물성의 변화 없이 부착 미생물들의 살균 또는 감균을 하기 위해서는 오존살균기술과 같은 냉온살균기술을 이용하는 것이 바람직하다.

오존(O_3)은 살균 및 산화력이 매우 높고 시간 경과 후 산소로 돌아오기 때문에 2차 오염을 초래하지 않는 장점과 살균 및 탈색, 탈취 등의 효과가 있는 것으로 알려져 식품산업을 비롯한 관련 산업에서의 이용 빈도가 점차 증가하고 있는 추세이다(8).

따라서 본 연구에서는 김치가 갖는 신선한 맛과 향을 지니면서 저장성을 유지시키기 위한 기초실험으로써 냉온살균기술의 하나인 오존살균기술을 이용하여 김치 원부재료 중에 가장 함유량이 많은 배추 또는 절임배추에 오존처리를

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

하고 이들의 미생물학적 및 화학적 특성변화를 저장기간별로 측정하였다.

재료 및 방법

재료

김치의 원재료인 배추는 청주 농수산물 시장에서 구입하여 비가식부를 제거한 후 1차 정선을 거쳐 알맞은 사이즈로 절단하여 처리군(대조군, 오존처리 3, 6, 9 ppm)별로 5개의 LDPE 필름(30×40 cm, thickness: 0.1 mm)에 저장하면서 시료로 사용하였다.

절임배추는 비가식부를 제거한 후 1차 정선을 거쳐 12%의 염수농도로 20°C에서 10시간 동안 절임하였다. 절임 후 흐르는 물에 3회 세척하고 하룻밤 동안 물빼기 작업을 하여 처리군(대조군, 오존처리 3, 6, 9 ppm)별로 5개의 LDPE 필름(30×40 cm, thickness: 0.1 mm)에 저장하면서 시료로 사용하였다.

배추 및 절임배추에의 오존처리

배추에의 오존처리는 오존수를 이용한 살균에 부적합하여 Kim 등(9)의 방법에 따라 오존가스를 이용하였다. 이때 오존발생장치(Ozone Tech. Co., Korea)는 정선한 배추를 제작한 chamber에 연결하여 처리하였다. 처리시의 온도는 20°C로 하였고 chamber 내의 농도는 0, 3, 6, 9 ppm으로 3시간 동안 처리하였으며 이때의 오존농도는 오존측정장치(OX-TX 12, Oldham, France)를 이용하였다.

절임배추의 경우에는 Kim 등(9)의 방법에 따라 오존발생장치를 사용하여 발생되는 gas 상태의 오존을 염수에 잘 혼합되도록 하고 오존의 발생량을 초당 0, 3, 6, 9 ppm이 발생되도록 조절하여 배추 절임시간 동안 처리하였다. 절임 및 오존처리가 끝난 후 절임 배추의 염농도는 Mohr의 방법(10)에 따라 분석한 결과, 1.60~1.71%로 나타났다.

오존가스 및 오존수를 처리한 배추 및 절임배추는 10°C의 저온 incubator에서 16일 동안 저장하면서 미생물학적 및 이화학적 변화를 측정하였다.

배추 및 절임배추의 미생물학적 변화

김치의 원재료인 배추 및 절임배추를 오존처리하고 저장기간별로 총균수와 효모 및 곰팡이수를 측정하였다. 즉 총균수의 측정(11)은 시료 20 g에 180 mL의 0.9% 생리식염수를 붓고 stomacher(promedia SH-ⅡM, 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 효모 및 곰팡이수(11)는 10%의 tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정한 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.

Total ascorbic acid 정량

배추 및 절임배추를 오존처리한 후 저장하면서 저장기간에 따른 total ascorbic acid의 함량 측정은 2,4-dinitrophenylhydrazine을 이용한 비색법(12)을 사용하였다. 즉, 시료를 5% metaphosphoric acid 용액을 이용하여 추출하고 여과하였으며 각각 2 mL의 blank test용 시료와 총 비타민 C 측정용 시료에 0.03% 2,6-dichlorophenolindophenol(DCP) 1 mL를 가하여 1분간 total ascorbic acid를 산화형인 dehydroascorbic acid로 전환하고, 2 mL의 2% thiourea를 가하여 반응하고 남은 DCP를 환원한 후 1 mL의 2% 2,4-dinitrophenylhydrazine을 가하여 37°C에서 5시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 용액은 85% H_2SO_4 5 mL을 가한 후 실온에서 30분간 반응시켰으며, blank test용 시료에는 2% DNP 1 mL을 가한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 시료 당 3회 반복 시험하여 그 평균값으로 나타내었다.

환원당 정량

오존처리한 배추 및 절임배추의 저장기간에 따른 환원당 함량측정은 dinitrosalicylic acid(DNS) 방법(13)으로 측정하였다. 즉 시료를 물로 추출·여과한 여액 1 mL에 DNS 시약 2 mL을 첨가하여 10분간 가열하고 냉각한 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며 시료 당 3회 반복 시험하여 그 평균값으로 나타내었다.

색도 측정

오존처리한 배추 및 절임배추의 저장기간에 따른 색 변화를 알아보기 위하여 Kim 등(14)의 방법에 따라 잎과 줄기를 각각 분리한 후 색상의 변화가 있는 잎 부분을 색도 색차계(model CR-300, Japan)를 이용하여 L^*(lightness), a^*(redness) 및 b^*(yellowness)값을 측정하였으며 시료 당 10회 반복 시험하여 그 평균값으로 나타내었다.

경도 측정

배추 및 절임배추를 오존처리하고 저장하면서 저장기간에 따른 경도의 측정은 배추의 최외각 부분과 배추속을 제외한 중간부위를 골라 두께가 약 0.9~1 cm인 것을 선별하고 5 cm×2 cm의 크기로 절단하여 측정하였다. 경도 측정은 Kim 등(15)의 방법에 따라 Texture analyzer(TA.XTplus, Stable Micro systems, England)를 사용하여 절단강도 실험을 실시하였으며 시료 당 10회 반복 시험하여 그 평균값으로 나타내었다.

통계처리

본 실험의 결과는 3회 또는 10회 반복한 후 SAS(16) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를

분석하였다.

결과 및 고찰

배추 및 절임배추의 오존처리에 따른 미생물수의 변화

배추 및 절임배추를 오존처리한 후 저장하면서 저장기간에 따른 총균수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다.

배추의 경우, 정선한 직후의 총균수는 1.3×10^7 CFU/g으로 나타났으나 오존처리군의 경우에는 $2.5\times10^6\sim4.7\times10^6$ CFU/g으로 대조군에 비하여 낮은 균수를 보여 오존처리에 의하여 균수가 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 오존처리량이 많을수록 감균효과가 큰 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

저장기간에 따른 배추의 총균수 변화를 살펴보면 대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 약 10^8 CFU/g정도까지 증가하는 것을 볼 수 있었으나 오존처리군의 경우에는 균의 증식속도가 대조군에 비하여 서서히 증가하는 것을 볼 수 있었다. 특히 6 ppm 이상의 오존처리군은 저장 16일에 $6.2\times10^6\sim6.9\times10^6$ CFU/g으로 대조군의 균수보다 약 1 log CFU/g 정도 감균되는 것으로 나타났다.

절임배추의 경우, 대조군은 절임직후 7.1×10^6 CFU/g으로 배추에서의 균수보다 약 45%의 감균된 균수를 보여 절임하는 과정 중에 부착되어 있던 균들이 어느 정도 제거되는 것을 알 수 있었다. 배추를 절임하는 과정에서 오존처리를 한 경우에는 절임 직후 균수가 $8.3\times10^5\sim1.2\times10^6$ CFU/g으로 대조군에 비하여 많은 균수가 감소하는 것으로 나타났다.

절임배추의 저장기간에 따른 총균수의 변화를 살펴보면 대조군의 경우 저장 8일까지는 절임직후와 유사한 균수를 보이다가 저장기간이 증가할수록 급격하게 균수가 증가하여 저장 16일에는 8.2×10^7 CFU/g의 균수를 보였다. 그러나 오존처리군은 대조군보다 낮은 균수로 시작하여 저장기간이 증가하는 동안 대조군보다 낮은 균수를 유지하였으며 균수의 증가는 오존 처리량에 비례하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 오존처리에 의하여 배추 및 절임배추에 존재하는 초기의 미생물들이 감균되어 저장기간 중에서도 그 효과가 유효한 것으로 사료되었다.

오존의 경우 Kim(17)은 오존수 및 오존가스를 김치원부재료에 처리한 결과 제균효과가 있었으며 오존처리농도가 높아질수록 살균효율이 증가한다고 하여 본 결과와 일치하였다.

배추 및 절임배추를 오존가스 및 오존수로 처리 후 저장하면서 저장기간에 따른 효모 및 곰팡이수의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

배추의 경우, 정선한 직후의 효모 및 곰팡이수는 6.0×10^3 CFU/g으로 나타났으나 오존처리군의 경우에는 $7.6\times10^2\sim1.1\times10^3$ CFU/g으로 총균수의 결과(Fig. 1)와 마찬가지로 대조군에 비하여 낮은 균수를 보여 오존처리에 의해 감균되는 것을 알 수 있었으며 오존 처리량이 높을수록 감균효과가 큰 것으로 나타났다.

저장기간에 따른 배추의 효모 및 곰팡이 수의 변화는 대조군의 경우 저장기간이 증가하여도 크게 변화 없이 저장 16일까지 비슷한 수준을 유지하였다. 오존처리군의 경우에는 대조군에 비해 낮은 균수로 시작하여 저장기간 내내 낮은 균수를 유지하였다. 이와 같은 결과로 보아 오존처리는 효모 및 곰팡이의 초기 균수를 감균시켰기 때문에 저장성을 연장시킬 수 있는 것으로 사료되었다.

절임배추의 경우, 대조군은 절임직후 효모 및 곰팡이 수는 1.2×10^3 CFU/g으로 원료배추에서의 효모 및 곰팡이 수에

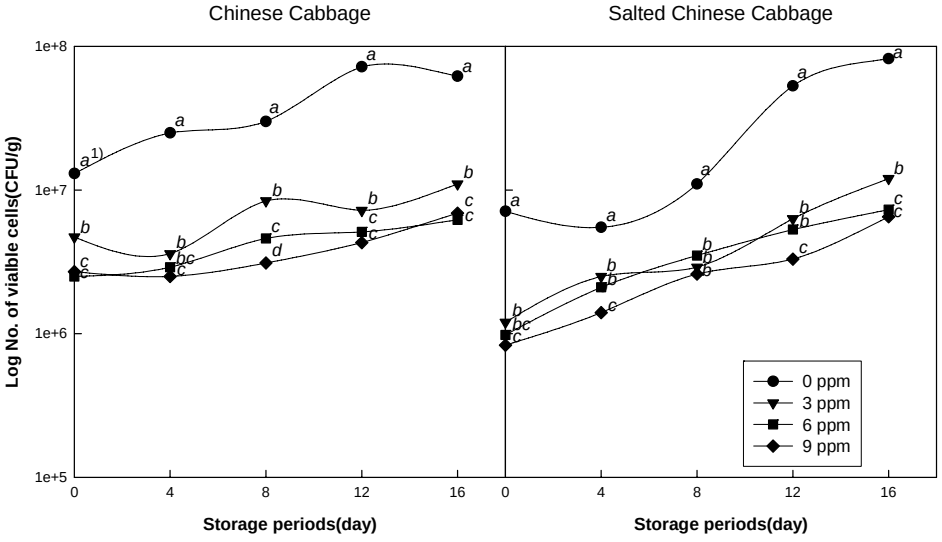

Fig. 1. Effects of ozone treatment on total bacterial counts in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10℃.

[1)]Mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different ($p<0.05$).

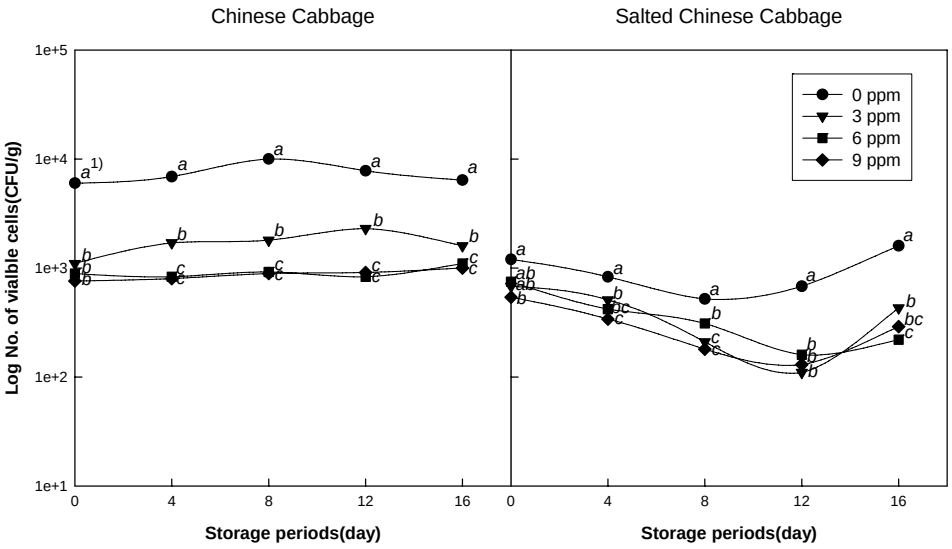

Fig. 2. Effects of ozone treatment on yeast and mold counts in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10°C.
[1)]Mean values within the same storage periods with different italic letters were significantly different ($p<0.05$).

비하여 절임에 의해 감균되는 것으로 나타났다. 절임과정시 3~9 ppm의 오존처리를 한 경우에는 5.4×10^2~7.5×10^2 CFU/g으로 대조군보다 낮은 균수를 보여 절임 과정시 오존처리가 효모 및 곰팡이 수를 줄여주는 것으로 확인되었다.

절임배추의 저장기간에 따른 효모 및 곰팡이 수의 변화를 살펴보면 대조군의 경우, 저장 8일까지는 약간 감소하다가 그 후부터는 서서히 증가하여 저장 16일에는 1.6×10^3 CFU/g의 균수를 나타내었다. 반면에 오존처리군의 경우에는 대조군보다 낮은 균수에서 시작하여 대조군과 달리 저장 12일까지 계속적으로 감소하다가 저장 16일에는 다시 증가하는 경향이었으며 저장기간 내내 대조군보다 낮은 균수를 유지하였다. 또한 오존처리군 간에는 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 절임배추를 저장할 때 밀폐포장을 하였기 때문에 김치의 저장(17)에서와 마찬가지로 효모 및 곰팡이 수가 저장 초기에는 감소하다가 저장 후기로 갈수록 다시 증가하는 것으로 사료되었다.

김치내에서의 효모는 대개 발효 중 발효 초기와 후기에 검출되고 가스 생성이나 연부 및 군내 등의 품질저하를 가져오는 것으로 알려져 있어(18) 오존처리 기술을 이용하면 절임배추 내 초기의 효모 및 곰팡이수를 줄일 수 있어 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

배추 및 절임배추의 오존처리에 따른 ascorbic acid의 함량변화

배추 및 절임배추를 오존가스 및 오존수로 처리 후 저장하면서 저장기간에 따른 ascorbic acid의 함량 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다.

배추를 정선하고 측정한 대조군의 ascorbic acid의 함량은 41.35 mg%이었으며 3~9 ppm의 오존처리군의 경우에는 각각 38.74 mg%, 41.72 mg%, 39.43 mg%로 대조군과 유의적인 차이는 있지만 ascorbic acid의 함량 차이는 오존처리에 의한 것이라기보다는 실험 개체간의 차이에 의한 것으로 사료되었다.

저장기간에 따른 배추내 ascorbic acid의 함량변화를 살펴보면 대조군의 경우 저장기간이 증가할수록 ascorbic acid의 함량이 서서히 감소하여 저장 16일에는 34.41 mg%의 함량을 나타내었다. 오존처리군의 경우에도 대조군과 마찬가지로 저장기간이 증가함에 따라 ascorbic acid의 함량은 감소하는 경향으로 오존처리에 의한 감소가 아니라 자연적으로

Table 1. Effects of ozone treatment on ascorbic acid content in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10°C
(unit: mg%)

Ozone treatment (ppm)	Chinese cabbage					Salted Chinese cabbage				
	Storage period (day)					Storage period (day)				
	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
0	$41.35\pm0.98^{ab1)}$	38.79 ± 1.08^{a}	37.46 ± 0.67^{ab}	34.66 ± 0.74^{ab}	34.41 ± 0.86^{a}	27.46 ± 0.61^{ab}	26.08 ± 0.72^{a}	24.23 ± 0.65^{a}	20.72 ± 0.73^{a}	18.21 ± 0.86^{a}
3	38.74 ± 1.06^{b}	35.64 ± 0.84^{b}	36.54 ± 0.80^{ab}	35.72 ± 0.57^{a}	34.59 ± 1.03^{a}	26.78 ± 0.85^{ab}	26.91 ± 0.87^{a}	23.62 ± 0.71^{a}	19.41 ± 0.78^{a}	17.89 ± 0.74^{a}
6	41.72 ± 1.07^{a}	36.53 ± 0.81^{ab}	35.48 ± 1.03^{b}	33.26 ± 0.89^{b}	33.05 ± 0.87^{a}	28.83 ± 0.84^{a}	27.27 ± 0.69^{a}	24.84 ± 0.80^{a}	19.94 ± 0.62^{a}	18.38 ± 0.80^{a}
9	39.43 ± 0.82^{ab}	37.58 ± 1.20^{ab}	37.94 ± 0.77^{a}	34.94 ± 0.94^{ab}	34.17 ± 0.79^{a}	26.08 ± 0.94^{b}	26.84 ± 0.84^{a}	23.65 ± 0.69^{a}	19.26 ± 0.78^{a}	17.54 ± 0.59^{a}

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

감소되는 것으로 사료되었다.

절임배추의 경우, 대조군은 절임직후 ascorbic acid의 함량이 27.46 mg%로 정선한 배추에 비하여 약 34% 정도 함량이 감소한 것으로 나타났다. 이와 같은 이유는 절임과정 중에 수용성인 ascorbic acid가 용출되어 나오기 때문에 감소된 것으로 판단되었다. 오존처리군의 경우에는 26.08~28.83 mg%로 절임시 오존처리에 의한 ascorbic acid의 함량 감소는 없는 것으로 나타났다.

절임배추의 저장기간에 따른 ascorbic acid의 함량변화는 대조군의 경우, 배추에서의 ascorbic acid 함량과 마찬가지로 저장기간 내내 서서히 감소하는 경향이었으며 오존처리군도 저장기간 동안 서서히 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 보아 다른 성분들보다 산화가 쉽게 일어나는 ascorbic acid는 절임시 오존처리에 의한 파괴는 없는 것으로 사료되었다.

Kim 등(19)은 제조한 김치를 밀폐용기에서 저장하면서 ascorbic acid의 함량 변화를 측정한 결과, 저장 초기에는 약간 증가하다가 감소하였다고 하여 본 결과와 비교할 때 시료의 차이는 있지만 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향은 일치하는 것으로 사료되었다.

배추 및 절임배추의 오존처리에 따른 환원당의 함량변화

오존살균기술을 이용하여 배추 및 절임배추를 처리하고 저장하면서 환원당의 함량변화를 측정한 결과는 Table 2와 같다.

배추의 경우 대조군의 환원당 함량은 1.47%이었으며 오존처리군의 경우에는 1.52~1.62%로 대조군에 비해서는 약간 많은 함량을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었으며 오존처리에 의해 함량이 증가하였다기보다는 실험 개체간의 차이인 것으로 사료되었다.

저장기간에 따른 배추의 환원당 함량변화는 대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 서서히 감소하여 저장 16일에는 0.91%의 환원당 함량을 보였으며 오존처리군에서도 대조군과 마찬가지로 저장기간에 의해 서서히 감소하는 경향이었고 대조군과 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

Lee와 Cho(20)는 김치 원부재료에 오존처리하였을 때 환원당 함량에 크게 영향을 미치지 않는다고 하여 본 결과와 유사한 것으로 판단되었다.

절임배추의 경우, 대조군은 절임직후 환원당 함량이 1.75%이었으며 오존처리군은 1.48~1.65%로 대조군보다 약간 적게 나타났으나 이는 오존처리에 의해서라기보다는 실험 개체간의 차이에 의한 것으로 사료되었다. 저장기간에 따른 절임배추의 환원당 함량은 배추에서와 마찬가지로 저장기간이 증가할수록 대조군 및 오존처리군 모두 서서히 감소하였다.

Han 등(21)은 절임배추를 포장방법별로 저장하면서 환원당함량을 측정한 결과 저장기간이 증가함에 따라 환원당 함량이 감소한다고 하여 함량차이는 있지만 본 결과와 유사한 경향이었다.

배추 및 절임배추의 오존처리에 따른 색도의 변화

오존살균기술을 이용하여 배추 및 절임배추에 처리하고 저장하면서 저장기간에 따른 배추잎의 색도 변화를 측정한 결과는 Table 3과 같다.

배추의 경우 대조군의 색도는 L^*값 74.59, a^*값 -4.10, b^*값은 13.75이었으며 3~9 ppm의 오존처리군의 경우에는 L^*값 69.34~70.21, a^*값 -4.26~-4.07, b^*값은 13.45~13.86으로 대조군과 비교하였을 때 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 배추의 저장기간에 따른 색도의 변화를 살펴보면, 대조군 및 오존처리군 모두 저장기간이 증가할수록 L^*값은 약간 감소하였고 a^*값은 서서히 증가하는 경향이었으며 b^*값은 저장기간 내내 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며 오존처리에 의한 영향은 없는 것으로 나타났다. 이러한 배추의 저장기간에 따른 색도의 변화는 저장기간이 길어질수록 에틸렌의 생성이 증가(22)되어 변화가 있는 것으로 판단되었다.

절임배추의 경우에는 절임직후 L^*값 60.32, a^*값 -4.79, b^*값 13.47이었으며 절임과정 중 오존처리한 경우에는 L^*값 59.63~61.42, a^*값 -5.09~-4.76, b^*값 15.15~15.36으로 대조군과 비교할 때 L^*값과 a^*값은 큰 차이가 없었으며 b^*값은 대조군에 비하여 약간 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이가 없었으며 오존처리량에도 관계가 없는 것으로 나타났다. 절임배추의 저장기간에 따른 색도의 변화는 대조군 및 오존처리군 모두 L^*값과 b^*값은 서서히 감소되는 경향이었으며 a^*값은 약간 증가하는 경향이었다. 또한 L^*값과 a^*값의 변화는 대조군보다 약간 적은 것으로 나타났지만 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 오존처리에 의한 영향은 없는 것으로 판단되었다.

배추 및 절임배추의 오존처리에 따른 경도의 함량변화

오존살균기술을 이용하여 배추 및 절임배추를 처리하고 저장하면서 저장기간에 따른 경도의 변화를 측정한 결과는 Table 4와 같다.

배추를 정선하고 측정한 대조군의 경도는 6.77 kg으로 나타났고 오존처리군의 경우에는 6.52~6.77 kg의 경도로 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 오존처리에 의한 경도 변화는 없는 것으로 사료되었다. 저장기간에 따른 배추의 경도에서도 대조군 및 오존처리군 모두 초기의 값과 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

절임배추에서의 경도는 대조군의 경우, 12.69 kg으로 배추에 비하여 약 2배 정도 경도가 증가하는 것으로 나타났으며 오존처리군도 12.01~13.64 kg으로 대조군과 큰 차이가 없었고 저장기간에 따른 경도에서도 절임 초기와 큰 차이가 없는 것으로 나타나 오존처리에 의한 경도변화는 없는 것으로 사료되었다.

Lee 등(23)은 염장에 의한 절단강도의 증가는 세포내 수

Table 2. Effects of ozone treatment on reducing sugar content in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10℃ (unit: %)

Ozone treatment (ppm)	Chinese cabbage					Salted Chinese cabbage				
	Storage period (day)					Storage period (day)				
	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
0	1.47±0.06[a1)]	1.64±0.08[ab]	1.16±0.04[ab]	1.00±0.03[a]	0.93±0.06[a]	1.75±0.06[a]	1.59±0.05[a]	1.46±0.05[a]	1.19±0.06[ab]	1.20±0.06[a]
3	1.62±0.06[a]	1.53±0.05[ab]	1.23±0.05[a]	0.99±0.05[a]	0.88±0.05[a]	1.58±0.04[bc]	1.51±0.05[a]	1.33±0.05[ab]	1.30±0.04[a]	1.17±0.05[ab]
6	1.59±0.07[a]	1.49±0.06[b]	1.06±0.06[b]	1.07±0.05[a]	0.96±0.04[a]	1.65±0.05[ab]	1.45±0.06[ab]	1.29±0.04[b]	1.10±0.04[b]	1.06±0.03[b]
9	1.52±0.08[a]	1.69±0.05[a]	1.19±0.05[ab]	1.03±0.04[a]	0.92±0.04[a]	1.48±0.03[c]	1.33±0.04[b]	1.39±0.06[ab]	1.08±0.06[b]	1.13±0.04[ab]

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

Table 3. Effects of ozone treatment on Hunter's color values in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10℃

Color[1)]	Ozone treatment (ppm)	Chinese cabbage					Salted Chinese cabbage				
		Storage period (day)					Storage period (day)				
		0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
L^*	0	74.59±2.94[a2)]	69.57±4.22[a]	68.83±3.39[a]	67.18±6.10[a]	69.97±5.68[a]	60.32±5.64[a]	60.78±6.07[a]	51.07±8.90[a]	50.11±8.80[a]	47.68±5.23[a]
	3	70.21±4.51[a]	72.47±3.79[a]	69.40±4.26[a]	66.53±4.17[a]	67.66±5.31[a]	60.79±4.57[a]	62.08±8.44[a]	58.11±5.79[a]	53.20±5.62[a]	51.77±6.57[a]
	6	69.34±3.56[a]	71.22±4.84[a]	70.07±2.56[a]	68.43±5.32[a]	65.29±4.77[a]	61.42±3.95[a]	60.57±5.72[a]	59.40±6.23[a]	54.49±6.81[a]	51.53±4.75[a]
	9	72.72±5.64[a]	67.80±4.27[a]	68.27±5.81[a]	65.48±4.69[a]	66.44±5.52[a]	59.63±5.17[a]	61.24±5.63[a]	57.51±5.14[a]	55.67±5.49[a]	52.84±5.94[a]
a^*	0	−4.10±1.08[a]	−4.02±0.97[a]	−3.84±0.84[a]	−3.88±0.72[a]	−3.51±0.72[a]	−4.79±0.98[a]	−4.35±0.85[a]	−3.49±1.34[a]	−2.44±0.75[a]	−1.08±0.30[a]
	3	−4.26±0.69[a]	−3.93±1.21[a]	−3.78±1.15[a]	−3.80±0.86[a]	−3.71±0.56[a]	−5.09±1.31[a]	−4.42±1.18[a]	−3.27±1.38[a]	−2.48±1.52[a]	−0.98±1.17[a]
	6	−4.07±0.85[a]	−4.12±1.53[a]	−3.74±1.05[a]	−3.64±0.93[a]	−3.32±0.91[a]	−4.82±1.24[a]	−4.52±1.46[a]	−3.53±1.14[a]	−2.39±1.22[a]	−1.27±1.35[a]
	9	−4.14±0.88[a]	−3.97±0.75[a]	−3.88±0.96[a]	−3.79±1.21[a]	−3.64±1.12[a]	−4.76±1.10[a]	−4.45±1.33[a]	−3.43±1.26[a]	−2.54±1.48[a]	−1.16±1.23[a]
b^*	0	13.75±2.78[a]	13.58±3.39[a]	13.95±4.12[a]	13.30±3.13[a]	13.60±3.17[a]	13.47±3.31[a]	12.20±5.16[a]	12.05±5.62[a]	11.80±4.65[a]	11.67±4.57[a]
	3	13.45±3.23[a]	13.27±3.46[a]	13.72±3.83[a]	13.23±2.96[a]	13.52±3.52[a]	15.15±4.66[a]	13.68±3.68[a]	12.44±4.27[a]	12.36±4.50[a]	11.98±4.48[a]
	6	13.86±3.86[a]	13.77±3.71[a]	13.51±3.54[a]	13.61±3.27[a]	13.46±3.05[a]	15.36±4.72[a]	13.51±3.43[a]	12.62±4.53[a]	12.19±5.22[a]	11.58±4.05[a]
	9	13.51±2.96[a]	13.64±3.32[a]	13.38±2.78[a]	13.69±3.54[a]	13.56±3.72[a]	15.31±4.53[a]	13.12±3.94[a]	12.61±5.26[a]	12.30±4.16[a]	11.61±4.29[a]

[1)]L^* value: 0 black, 100 white, a^* value: + red, − green, b^* value: + yellow, − blue.
[2)]~~Mean values within the same column with different superscript letters were~~ significantly different ($p<0.05$).

Table 4. Effects of ozone treatment on hardness in Chinese cabbage and salted Chinese cabbage during storage at 10℃ (unit: kg)

Ozone treatment (ppm)	Chinese cabbage					Salted Chinese cabbage				
	Storage period (day)					Storage period (day)				
	0	4	8	12	16	0	4	8	12	16
0	6.77±1.11[a1)]	6.27±1.64[a]	7.01±1.21[a]	7.26±1.93[a]	6.55±1.52[a]	12.69±2.62[a]	13.67±2.45[a]	13.09±2.62[a]	12.48±2.21[a]	13.14±3.04[a]
3	6.62±0.88[a]	6.92±1.47[a]	7.15±2.03[a]	6.22±1.50[a]	6.59±1.63[a]	13.29±3.12[a]	12.99±2.64[a]	13.84±3.17[a]	12.85±2.50[a]	13.61±2.93[a]
6	6.77±1.05[a]	6.17±1.54[a]	7.90±2.27[a]	6.80±1.16[a]	6.72±1.43[a]	12.01±2.54[a]	13.42±2.47[a]	12.94±3.05[a]	13.18±2.81[a]	13.42±2.86[a]
9	6.52±1.88[a]	7.13±2.14[a]	7.55±1.94[a]	6.14±1.43[a]	7.49±1.69[a]	13.64±2.64[a]	12.34±2.98[a]	12.76±3.22[a]	12.59±3.17[a]	12.33±2.75[a]

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

분이 손실되어 세포벽이 겹쳐지기 때문에 배추 절임시 경도가 증가한다고 하여 본 결과와 일치하는 경향이었다.

요 약

김치가 갖는 신선한 맛과 향을 지니면서 저장성을 유지시키기 위한 기초실험으로서 냉온살균기술의 하나인 오존살균기술을 이용하여 김치 원부재료 중에 가장 함유량이 많은 배추 또는 절임배추에 오존을 처리하였을 때 이들의 미생물학적 및 화학적 특성변화를 저장기간별로 측정하였다. 배추 및 절임배추에 부착된 총균수는 각각 1.3×10^7 CFU/g 및 7.1×10^6 CFU/g이었으나 오존처리를 한 경우에는 대조군보다 낮은 균수를 보였으며 저장기간이 증가하는 동안에도 대조군보다 낮은 균수를 유지하였다. 효모 및 곰팡이 수는 대조군의 경우 각각 6.0×10^3 CFU/g, 1.2×10^3 CFU/g으로 나타났으나 오존처리시 감균되었으며 저장기간 내내 낮은 균수를 유지하였다. 또한 배추 및 절임배추에 존재하는 성분(ascorbic acid 및 환원당)의 함량 변화와 색도 및 경도의 변화에서는 오존처리에 의한 변화는 대조군과 비교하여 크게 차이가 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2006년도 충주대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Byun MW. 1997. Utilization and prospect of radiation technology for food industry. *Food Science and Industry* 30: 89-100.
2. Kim SD, Oh YA, Kim MK. 1996. A device for improvement of storage property in *kimchi*. *Food Industry and Nutrition* 1: 71-80.
3. Kim SD. 1985. Effect of pH adjuster on the fermentation *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 259-264.
4. 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.
5. Lee CY, Jeon JK, Kim HS. 1968. Studies on the manufacture of canned *kimchi*. *J Korean Agric Chem Soc* 10: 33-38.
6. Cheon YA. 1966. Manufacturing process of *kimchi* canning. Patent No. 154.
7. 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.
8. Park JY. 2000. Use of ozone sterilization for food industry. *Food Science and Industry* 33: 50-57.
9. 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.
10. AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C.
11. A.P.H.A. 1976. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck M, ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
12. Cheong DH, Jang HG. 1989. *Food analysis*. Jinryo Research Co., Seoul. p 250-257.
13. Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
14. Kim GH, Kang JK, Park HW. 2000. Quality maintenance of minimally processed Chinese cabbage for kimchi preparation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 218-223.
15. Kim DW, Park SJ, Park JY. 2001. Effect of high hydrostatic pressure on the quality of Chinese cabbage kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 33: 545-550.
16. SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
17. Kim MJ. 1995. A study on soaking and fermentation method for sanitarization and quality improvement of baechu *kimchi*. *PhD Dissertation*. Taegu Hyosung Catholic University, Daegu.
18. Jo JS. 2000. *Studies on Kimchi*. Yurim-munhwasa, Seoul. p 247-249.
19. 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.
20. Lee KH, Cho JM. 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.
21. Han ES, Seok MS, Park JH. 1998. Changes of characteristics in salted *baechu* (Chinese cabbage) and its exudate during long term storage. *Korean J Post-Harvest Sci Technol* 5: 165-169.
22. Zong R, Morris LL. 1986. Responses to exogenous ethylene treatment and ethylene evolution of Chinese cabbage during storage. *Acta Horticulturae Sinica* 13: 113-118.
23. Lee CH, Hwang IJ, Kim JK. 1988. Macro- and microstructure of Chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J Food Sci Technol* 20: 742-748.

(2007년 10월 11일 접수; 2008년 1월 7일 채택)