

## 오존수에 처리된 후추의 저장중 미생물 변화

이 병우·천성호\*

한국식품개발연구원, \*경북대학교 식품공학과

### Change in the Microorganism of Pepper (*Piper nigrum L.*) Treated with Ozonated Water

Byung-Woo Lee, \*Seong-Ho Cheon

Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

\*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

#### Abstract

This paper was carried out to investigate change in the initial microorganism of pepper which were treated with ozonated water for microbial decontamination. When ozonated water was 30, 60, 90minutes treatment, there was decrease in the overall total microbial of the black & white pepper. Total lactic acid bacteria died completely after contacted with ozonated water for 60minutes but the inhibition rate on the total aerobic bacteria of black & white pepper were 62% and 96%, respectively. Total aerobic bacteria of four packing material was increased after 1 months of storage at 37°C when it had treated with 90minutes ozone reaction. Then, there was no significant changes in the piperin contents.

Key words : ozonated water, pepper, microorganism

#### 시 론

후추는 후추과(Piperaceae)의 다년생초인 *Piper nigrum L.*의 열매를 건조한 것으로 대부분이 식품가공 및 가정에서 향신료로 사용하고 있다[1]. 이러한 후추는 토양미생물에 의해 다량의 세균, 곰팡이 및 내열성포자들이 존재하며 이들을 이용한 가공식품에 위생적 품질관리가 요구되며 특히 초기균수를 낮추는 것이 가장 큰 문제점이다. 최근 식품공업, 제약, 의료 분야에서 살균용으로 주목받고 오존은 산소 3개로 구성되는 산소의 동

위체로 독특한 냄새를 갖고 있으며 매우 불안정한 상태로 존재하며 상온에서 서서히 분해되며 오존의 강력한 산화력 때문에 살균, 탈취, 탈색, 표백등에 많이 사용되며, 오존은 염소에 비해 pH와 온도의 영향이 적어 영양형 세균을 용이하게 살균할 수 있으며[2], 특히 오존은 microorganisms과 virus에 대하여 강력한 살균효과를 가지는데 Singer[3]등은 세포벽과 plasma membrane의 지방산 이중결합에 산화작용하는 것으로 알려져 있다. 오존은 ppm농도에서 virus를 포함하여 세균, 곰팡이 등의 다양한 미생물을 죽이는데 습

도가 높으면 그 효과는 상승하며, 최근 가공류 공장에서는 오존을 용해시킨 찬물로 호기성 미생물, 간균류, fecal coliform 및 salmonella의 군수를 상당히 감소시켰다고 한다[4,5,6]. 오존의 이용법으로는 기체를 이용하는 경우와 액체에 용해해서 이용하는 경우가 있으며 본 실험에서는 오존발생기에서 생성된 가스를 오존수로 제조한 후 후추의 초기미생물에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용한 후추는 백후추(White pepper)와 흑후추(Black pepper) 2종을 시장에서 구입하여 사용하였다.

### 오존 발생기

오존발생장치(WJ-Healthcare)는 고압의 무성방전에 의해 공기중의 산소로부터 오존을 발생시키는 ozone generator를 사용하였다.

### 오존반응

오존의 발생량을 0.2g/hr로 고정시킨 다음 오존화공기의 유입량을 20L/min로 조절하면서 Fig. 1.과 같이 실시하였다. 즉, 반응조(온도, 25°C)에 증류수와 후추(10:1)를 넣고 30, 60, 90분 반응시킨 다음 미생물을 조사하였다. 이때 오존발생량의 특징은 2w/v% KI용액에 발생된 오존화공기를 10분간 주입한 후 N/10 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 용액으로 적정하여 다음식에 의해 계산하였다[7].

$$\text{오존발생량(mg)} = \frac{N}{10} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액 소비(m}\ell) \times F \times 2.4 \times 6$$

### 저장실험

반응조에서 90분 반응시킨 다음 시료를 멸균 솜으로 수분을 제거하고 유리병, PET/AL/ CPP

(0.0cc/m<sup>2</sup>·24hours·1atm), PET/Nylon/ CPP(40.8cc/m<sup>2</sup>·24hours·1atm) 및 HDPE(3000.0cc/m<sup>2</sup>·24hours·1atm) 4종류의 포장재질에 넣고 37°C에서 1, 2, 3개월 저장한후 호기성전세균을 조사하였다.

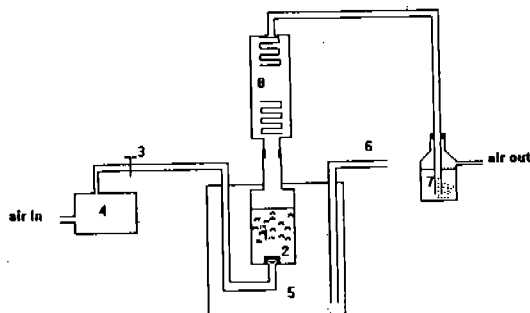


Fig. 1. Reaction apparatus

- |                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| 1. O <sub>3</sub> Reactor | 2. Bubbling system  |
| 3. Cock valve             | 4. Ozoneizer        |
| 5. Water bath             | 6. Thermostat       |
| 7. KI solution            | 8. Reflux condenser |

### 미생물 생육 실험

오존 반응이 끝난후 호기성전세균, 진유산균, 효모/곰팡이, 대장균의 생육실험을 하였다.

### 피페린 정량

반응시간에 따른 후추의 피페린 정량은 Food Chemicals Codex[8]에 따라 후추분말 100mg을 100ml 메스플라스크에 넣고 ethylene chloride로 회석하여 피페린을 용출시킨 다음 추출액 1ml을 취해 100ml로 회석하고 342nm에서 O.D값을 측정하고 아래식에 의하여 함량을 구하였다.

$$\text{piperine(\%)} = \frac{100 \times C \times 100}{S}$$

where C : 표준곡선의 피페린 함량(mg)

S : 시료의 mg

## 결과 및 고찰

흑후추, 백후추의 미생물 변화

오존 반응시간에 따른 흑후추와 백후추의 미생물 변화를 조사한 결과는 Table 1, 2에서 보여주는 바와같이 오존처리 시간이 길수록 미생물이 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 전유산균은 반응시간 60분 부터 모두 음성으로 나타났지만, 호기성 전세균에서 흑후추(Table 1)의 경우 오존반응을 90분 하였을때 대조구  $2.5 \times 10^6$ 에서  $9.5 \times 10^6$ 로 약 62%의 감소율을 나타내었으며, 백후추(Table 2)에서는 대조구  $5.0 \times 10^2$ 에서  $1.7 \times 10^1$ 로 약 96%의 감소율을 나타내었다. 이러한 현상은 초기균수가 높은 흑후추는 미숙열매를 건조하는 과정중 껍질표면에 주름이 생겨 초기균수가 높게 나타났으며 또한 주름내부까지 오존의 영향이 미치지 않는 것으로 여겨진다. 한편, 백후추는 성숙한 열매를 발효시킨후 껍질을 제거한 다음 건조하므로 흑후추에 비하여 상대적으로 초

기균수가 적을뿐만 아니라 오존에 직접적인 영향을 받은 것으로 생각된다.

#### 포장재질에 따른호기성 전세균의 변화

오존반응을 90분 한 후 4종류의 포장지에 후추를 넣고 37°C에서 3개월간 저장한 후 호기성 전세균의 변화를 조사한 결과 Table 3과 같이 초기 1개월은 대조구와 비슷한 균수를 나타내었으나 저장일수가 길수록 포장재질의 종류에 관계없이 미생물의 수가 증가하여 오존에 의해 손상받은 세포가 회복되어 colony로 나타나는 것으로 추정되며, 흑후추의 경우 증가 속도가 백후추보다 빠르게 나타났다. 따라서 오존수로 살균한 흑후추는 실온에서 장기간 저장하는 것이 바람직하지 않는 것으로 판단된다.

Table 1. Comparative effects of ozone treatment on the Black pepper

Reaction of ozone	Total aerobic bacteria	Total lactic acid baceteria	Yeast & Mold	E-coli
Control	$2.5 \times 10^6$	$2.8 \times 10^2$	$2.0 \times 10^1$ (M)	$7.0 \times 10^1$
30 min	$1.1 \times 10^6$	$5.0 \times 10^0$	-	-
60 min	$9.8 \times 10^6$	-	-	-
90 min	$9.5 \times 10^6$	-	-	-

- : Negative

Table 2. Comparative effects of ozone treatment on the White pepper

Reaction of ozone	Total aerobic bacteria	Total lactic acid baceteria	Yeast & Mold	E-coli
Control	$5.0 \times 10^2$	$5.2 \times 10^1$	-	$1.0 \times 10^1$
30 min	$1.2 \times 10^2$	$3.0 \times 10^0$	-	-
60 min	$8.0 \times 10^1$	-	-	-
90 min	$1.7 \times 10^1$	-	-	-

- : Negative

Table 3. Change in the total aerobic bacteria of ozone treatment on the black & white pepper during storage at 37°C under the different packing material

	Black pepper*			White pepper		
	1**	2	3	1	2	3
Glass bottle	$9.5 \times 10^5$	$1.2 \times 10^6$	$1.6 \times 10^6$	$1.7 \times 10^1$	$2.5 \times 10^1$	$3.0 \times 10^1$
PET/A1/ CPP	$9.8 \times 10^5$	$1.5 \times 10^6$	$1.7 \times 10^6$	$1.9 \times 10^1$	$2.6 \times 10^1$	$2.9 \times 10^1$
PET/Nylon/ CPP	$9.7 \times 10^5$	$2.3 \times 10^6$	$2.5 \times 10^6$	$1.8 \times 10^1$	$2.4 \times 10^1$	$3.1 \times 10^1$
HDPE	$9.6 \times 10^5$	$2.5 \times 10^6$	$2.9 \times 10^6$	$1.9 \times 10^1$	$2.7 \times 10^1$	$2.9 \times 10^1$

\* : ozone reaction time at 90 minutes

\*\* : storage of period at 37°C (months)

#### 피페린 함량 변화

후추의 품질은 매운맛을 내는 피페린의 함량에 따라 등급이 결정되며[9], 오존의 높은 산화력으로 인한 후추의 피페린 함량변화를 조사한 결과 Table 4와 같이 오존의 반응시간과 관계없이 흑후추에서 5.3~5.4%, 백후추에서는 4.5~4.7%의 수준으로 대조구와 차이는 없었다. 이는 통후추를 그대로 오존 반응을 시켰을 때 후추 내부까지 오존의 산화력이 미치지 않음을 알 수 있다.

Table 4. Change in the piperin content of black and white pepper treated with ozone

	Black pepper (%)	White pepper (%)
Control	5.4	4.7
30 minutes	5.3	4.6
60 minutes	5.4	4.5
90 minutes	5.3	4.7

#### 요 약

오존을 이용하여 오존수를 제조한 후 후추의 초기미생물에 미치는 영향을 조사한 결과 오존처리 시간이 길수록 미생물이 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 전유산균은 60분 처리하였을 때 모두 음성으로 나타났지만, 호기성 전세균에서 90분 반응시켰을 때 흑후추의 경우 약 62%, 백후추의 경우 약 96%의 감소율을 나타내었다. 또, 90분 오존반응시킨후 37°C에서 3개월간 저장하였을 때 저장일수가 길수록 포장재질의 종류에

관계없이 호기성 전세균이 증가하였다. 한편 오존반응에 따른 피페린의 함량변화는 일어나지 않았다.

#### 참 고 문 헌

1. Purseglove, J.W., Brown, E. G., Green, C. L. and Robbins, S. R.J. (1981) Spices. In Pepper, Longman, N.Y., p.10-15
2. Singer, P. C. (1990) Assessing ozonation research need water treatment. J. AWWA, 82 (10) p.78-82.
3. 内藤茂三 (1993) 包装食品のオゾン利用による品質保存技術. PACKPIA, 8, p.29-66
4. 杉光英俊 (1992) 食品のオゾン殺菌技術. 月刊フードケミカル, 7, p.41-48
5. 内藤茂三 (1991) 食品保存へのオゾンの利用に関する研究. 日本食品科學會誌, 38(4), p.360-367
6. 久保範敏 (1991) 水中のオゾン濃度管理システム. 月刊フードケミカル, 6, p.94-98
7. 岡崎幸子, 駒益弘 (1983) オゾンの測定方法. 静電氣學會誌, 7(3), p.176-183
8. Committee on Codex Specifications (1981) Food Chemicals Codex. 3rd, National Academy Press, p.527-528
9. I.S.O (1969) Spice and condiments black and white pepper, whole and ground pepper specification. International Organization for Standardization, Ref. No. ISO/R, p.957-969