

# 식품가공에 있어서의 오존에 의한 미생물의 살균과 불활성화

김 광 영  
(주) 신 성 에 이 스  
대 표 이 사 / 공 학 박 사

## 1. 서 론

살균은 19세기 후반 근대적인 살균법이 확립된 이래 현재는 의료 및 발효공업, 약품공업, 식품공업, 상하수도처리 등에서 사용되고 있으며, 이제는 인간생활에 필수적인 기술이 되었다.

현재 여러 나라에서 사용되고 있는 대부분의 살균 및 소독제로는 상온에서 기체상태의 염소, 이산화염소, 염화브롬, 오존, 과산화수소, 포르말린 및 산화에틸렌 등이 있는데 이들 약제는 모두 산화작용을 갖고 있는 것으로 산화 작용이 강한 것은 독성, 부식성 및 자극성의 문제가 있으며, 그렇지 않으면 살균력이 약한 단점을 지니고 있다. 그 가운데 가장 일반적으로 이용되고 있는 염소는 제조비용이 싸고, 살균력이 강하며, 물에 대한 용해도도 높고 잔류효과가 있는등의 장점을 가지고 있어 널리 사용되고 있지만, 특유의 불쾌한 냄새·맛의 잔류성과 고농도에서는 유독성을 갖고 있으며 유기물질과 반응하여 발암성

이 의문시되는 THM을 생성하는 단점을 갖고 있다. 그외의 살균제는 오존층 파괴의 원인이 되고 있는 프롬가스의 병용, 고온훈증에 의한 취급상의 난이함, 잔류독성 및 2차생성 물질등의 문제가 지적되고 있다.

이에 비해 오존은 제조비용이 약간 높고, 수중에서의 짧은 반감기, 고농도에서는 유기 재질을 변질시키는 단점은 있지만, 오존발생기, 산소를 함유한 공기, 전기만 있으면, 원하는 시간, 원하는 장소에서 쉽게 생성시킬 수 있고, 산화작용이 불소 다음으로 (염소의 7배 정도) 강하기 때문에 바이러스를 포함한 광범위한 미생물군에 대하여 살균 및 불활성화 작용이 뛰어나고 기상과 액상에서 모두 살균이 용이하다는 점, 살균작용외에 탈취, 탈색, 정화작용도 병행하며, 2차 잔류물질이 없으며 시간경과와 함께 인체에 무해한 산소로 환원되며, 보수 관리도 비교적 용이함 등의 다양한 이점을 가지고 있다.

본고에서는 이러한 특성을 가지고 있는 오존의 살균능력에 관한 일반적인 내용들을 정

리하고, 잔류하는 오존의 처리법에 대해 간단하게 소개하고자 한다.

## 2. 오존에 의한 바이러스의 불활성화 기구 및 살균 기구<sup>1)</sup>

### 2.1 바이러스의 불활성화 기구

살균과 바이러스의 불활성화란 생존이 불가능하고 증식할 수 없는 상태를 말하는데 세균이 어떠한 상태에서 생존이 불가능한 형태로 되는가 하는 것은 크게 다음 4가지로 볼 수 있다.

- 1) 효소의 변성으로 인해 균체의 대사 및 합성이 불가능하게 된다.
- 2) 세포막의 손상으로 인해 세포막의 투과성이 변화하여 세포내에서  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$ , RNA 등이 누출된다.
- 3) RNA와 리보솜이 분해된다.
- 4) 염색체 또는 그 구성물질인 DNA가 손상된다.

바이러스는 DNA 또는 RNA와 그것을 함유하는 외피 단백질로 구성되어 있는데, 증식 과정은 바이러스가 숙주세포에 흡착하고 이어서 DNA 또는 RNA가 숙주세포로 침입해 들어가 증식을 한다. 불활성화란 이러한 증식 과정을 저해하여 증식이 불가능하게 되는 것이다. 바이러스의 불활성화 요인으로는 외피 단백질 흡착점의 파괴 또는 외피단백질의 변성(탈 외피 불능으로 됨) 등의 오존에 의한 손상과 내부 핵산과의 상호작용, 게놈 DNA 또는 RNA의 손상 등에 의한 것이다.

단백질과 DNA 또는 RNA로 구성되어 있는 바이러스의 구성물질과 오존과의 반응을

나타낸 것이 그림 1~4이며, 그림 5는 오존에 의한 담배 모자이크 바이러스의 불활성화 및 RNA 추출 결과를 나타낸 것이다.

### 2.2 오존에 의한 살균기구

세균의 구성성분은 세포벽이 리포다당 리포단백질, 펩티드글리칸으로, 세포질막은 인지질(불포화지방산등), 막단백질, 다당류로 되어 있으며 세포 성분은 단백질(효소, 히스톤, 리보솜단백질)과 RNA, DNA등으로 구성되어 있다. 이들 물질에서 오존과 반응성이 높은 물질은 불포화 지방산의 2중 결합, 방향족화합물과 복소고리식 화합물이다.

오존에 의한 궁극적인 살균기구에는 오존이 세포막을 손상시킴으로써 세포막의 구조가 변화하여 침투성이 증가하거나 세포내의 내용물이 누출되어 용해되는 것이며, 또 다른 살균기구로는 오존에 의해 효소와 핵산의 활성이 저하되거나, 염색체 DNA의 파괴인데 효소의 활성이 저하되는 요인으로는 효소 자체의 파괴에 의한 경우와 막 환경의 변화에 의한 분자 상호작용의 변화로 활성구조가 없어지는 경우이다.

오존처리에 의한 대장균내의 Plasmid(염색체와는 따로 증식할 수 있는 유전인자) ccDNA의 소실에 관한 실험결과를 그림 6에 나타냈다.

## 3. 오존에 의한 살균효과<sup>2)</sup>

### 3.1 오존에 의한 기상의 살균효과

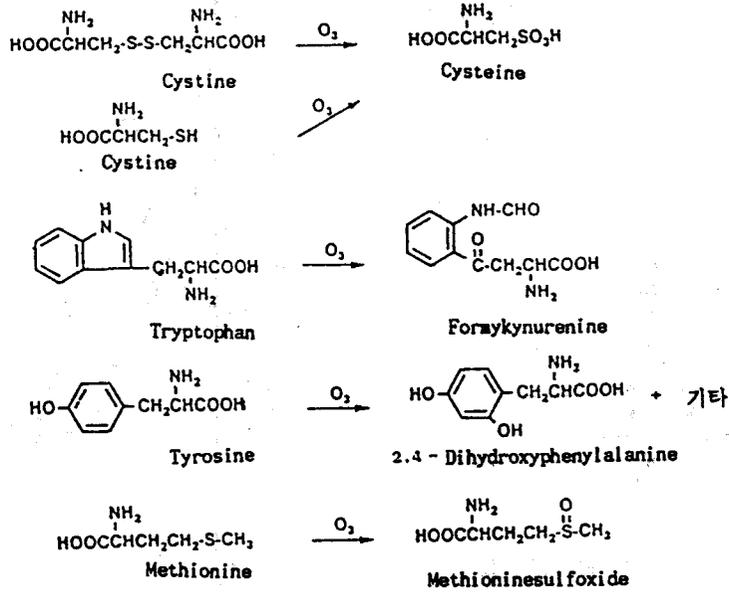


그림 1 아미노산의 오존반응생성물

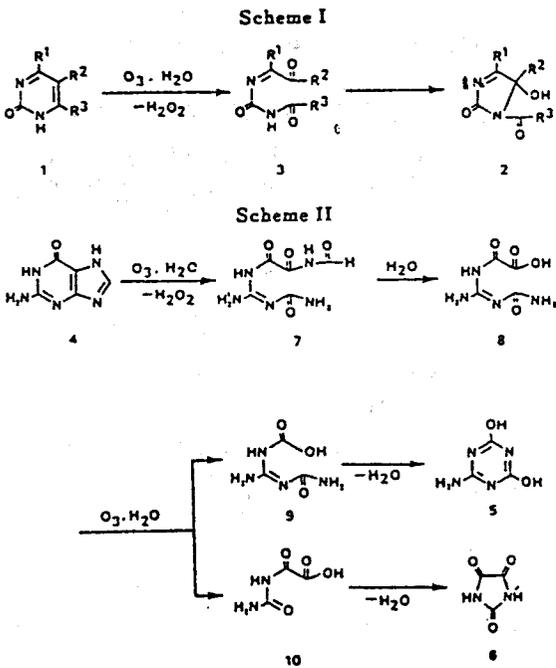
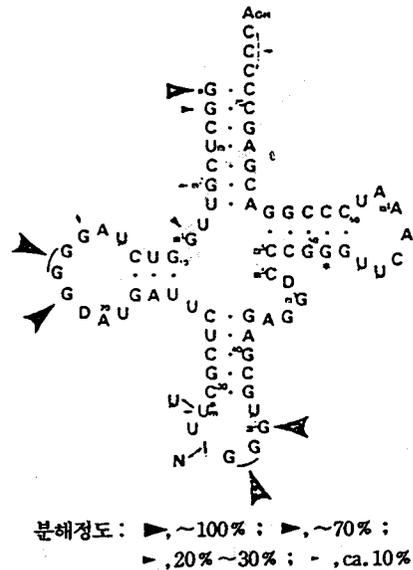


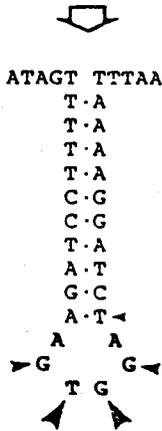
그림 2 구아닌 및 시토신류의 오존반응



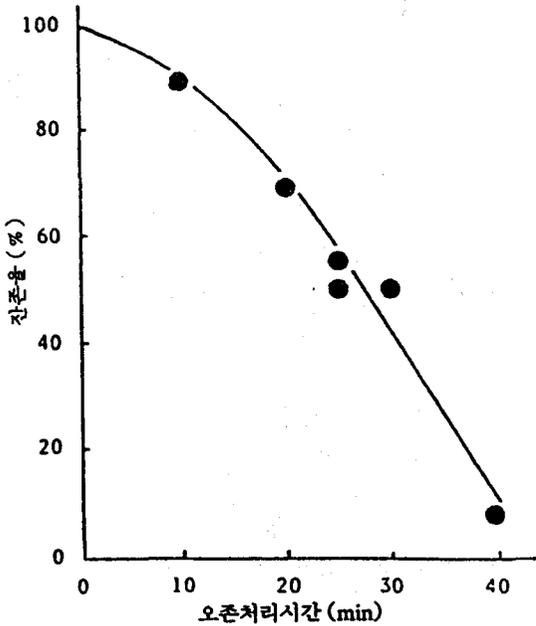
[<sup>32</sup>P]Proline tRNA의 30000cpm/ml 용액 2ml(Inst tRNA 100 μg/ml, 10mM Mg<sup>2+</sup>, 0.15M NaCl을 함유)에 오존농도 0.1mg/l의 산소가스를 2°C에 대해 유속 70ml/min으로 16분간 통과시킴. \* 분해여부가 불명

그림 3 Proline tRNA의 오존분해 반응 양식

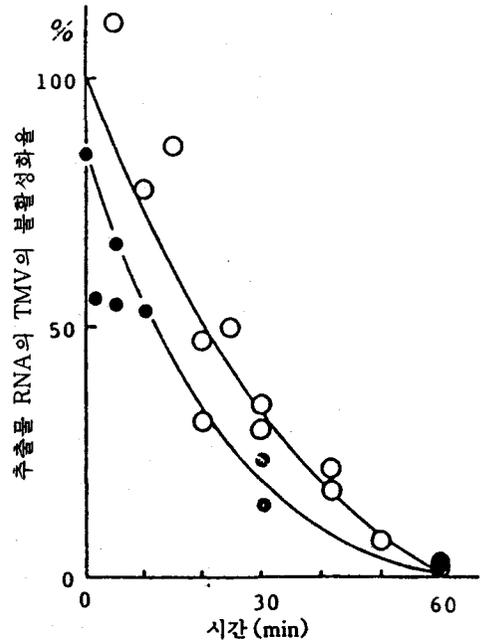
3203  
 TATCAAAAAGGATCTTCACCTAGATCCTTTTAAATT  
 3238  
 ATAGTTTTTCCTAGAAGTGGATCTAGGAAAATTTAA



역방향 반복 염기배열의 십자형 구조로 분해된 염기  
 그림 4 오존에 의한 Plasmid pBR332  
 ccDNA의 고리절단 위치의 일례



균농도 : 약 108/ml(100ml), 오존농도 10mg/l,  
 유속 : 670ml/min  
 그림 6 오존에 의한 대장균내의 Plasmid  
 ccDNA의 소실



TMV 및 TMV\* : 0.1mg(0.1ml),  
 오존농도 40mg/l,  
 유속 : 330ml/min(액면으로 불어줌)  
 ○ TMV의 감염성, ● RNA\*의 추출율

그림 5 오존처리에 의한 모자이크바이러스  
 (TMV)의 불활성화와 오존처리 모  
 자이크바이러스로부터 추출한 RNA

공기의 살균 및 정화처리 식품가공공장과 호텔, 여관, 레스토랑의 주방 등에서 일반적으로 보급되어 있는 살균방법은 자외선 살균법이다. 그러나 자외선살균법은 유효범위가 한정되어 있기 때문에 거리가 멀 경우에는 살균효과가 매우 떨어져 자외선으로 공기를 확실히 살균한다는 것은 어려운 일이라고 생각된다. 이에 반해 오존살균법은 광범위한 공간에 대해서 살균을 효과적으로 할 수 있는 수단으로서 기대되고 있다.

표 1에 나타낸 것은 모형으로 만든 실내의

표 1. 측정 실내 공기중의 오존농도 수준

단위 : ppm

오존발생단계	오존처리시간 (min)							
	상층부				하층부			
	5	10	30	60	5	10	30	60
저레벨	0.04	0.08	0.35	0.65	0	0	0	0
중레벨	0.45	1.70	3.00	3.20	0	0	0	0.04
고레벨	>5.00	-	-	-	0	0.20	0.50	1.00

표 2. 브로일러 처리장내의 공중부유균에 대한 오존살균효과

배양시간(h)	살균효과	오존처리시간 (min)				
		0	5	10	30	60
24	생균수(cells)	$7.1 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$9.3 \times 10^2$	$9.7 \times 10^2$
	생균율(%)	100	38.0	16.9	13.7	1.1
	살균율(%)	0	62.0	83.1	86.3	98.9
48	생균수(cells)	$7.4 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$	$8.4 \times 10^2$
	생균율(%)	100	43.2	18.9	16.2	1.1
	살균율(%)	0	56.8	81.1	83.8	98.9

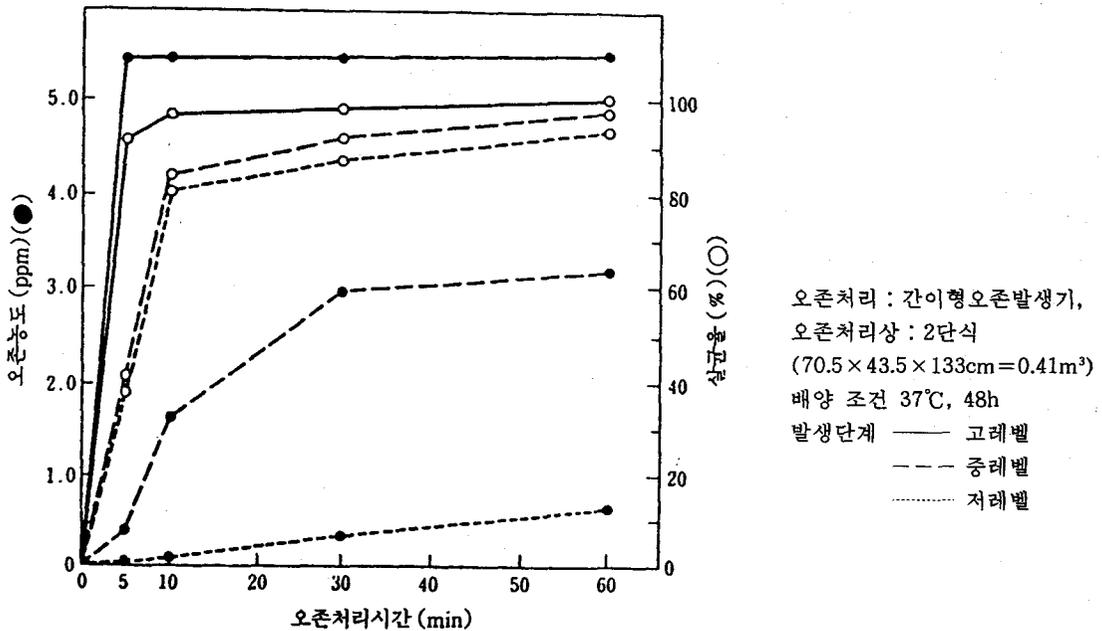


그림 7 일반 실내의 오존살균효과

오존농도 수준을 나타낸 것인데, 이 농도 수준에 따른 일반실내의 공중 부유균에 대한 살균효과를 그림 7에 나타냈다. 그림에서 볼 때 하층부의 오존농도가 낮을 경우에도 상층부의 오존농도에 따라 90% 이상의 살균효과를 얻을 수 있는데, 이 시간은 저레벨에서는 60분(93.6%), 중레벨에서는 30분(92.0%), 고레벨에서는 5분(90.7%) 정도를 나타내고 있다. 이 결과에서 볼 때 오존에 의해 공기중의 세균을 살균할 때에는 오존을 천정면으로부터 확산시킬 경우 보다 좋은 효과를 얻을 수 있다고 생각된다.

표 2는 실내의 오존농도가 상층부에서 4.0~4.6ppm, 중간부에서 5.0ppm, 하층부에서 0~1.2ppm의 조건에서 시기별로 오존처리를 한 후 24시간과 48시간 배양했을 때 식품가공공장의 Brolier 처리장에 대한 오존살균효과를 나타낸 것이다. 이 상태에서는 일반실내보다는 약간 긴시간을 필요로 하였는데, 그 이유는 사육장에서 오염된 균이 처리장내에 까지 비산하고 있고, 그 중 아포형성세균도 상당수 존재하기 때문으로 생각된다.

환경기준치 0.1ppm에 대해서도 오존은 어느 정도의 살균효과를 나타내고 있는데, 오존처리를 한 후 48시간 배양한 뒤의 실험결과를 표 3에 나타냈다. 이 결과에서는 0.1ppm으로 완전한 처리는 불가능하였지만, 환기장

표 3. 오존농도 0.1ppm에 대한 공중부유균의 살균효과

살균효과	오존처리시간 (min)				
	0	5	10	30	60
생균수(cells)	$1.02 \times 10^4$	$4.45 \times 10^3$	$3.84 \times 10^3$	$3.77 \times 10^2$	$2.25 \times 10^3$
생균율(%)	100	44.1	38.0	37.3	27.2
살균율(%)	0	55.9	62.0	62.7	72.8

치 및 집진장치등과 조합하여 처리할 경우 매우 높은 효과가 기대된다.

식품공장에서 식품변패의 주요 원인으로 작용하고 있는 진균(효모, 곰팡이)은 일반세균수에 비해 매우 적은 수로 존재하지만 종류가 다양하며, 포자를 형성하고 있는 종이 많다. 상층부의 농도가 0.07~0.15ppm, 중단부가 0~0.03ppm, 하층부가 0ppm인 조건에서의 진균에 대한 살균효과를 실험하였는데, 그 결과를 표 4에 나타냈다.

표 4. 공중부유 진균에 대한 오존살균 효과

살균효과	오존처리시간(min)			
	0	5	10	30
생균수(cells)	321	38	68	25
생균율(%)	100	11.8	21.2	7.8
살균율(%)	0	88.2	78.8	92.2

\* 공기중의 습도 : 81%, 온도 : 27°C, 배양시간 : 13일

### 3.2 오존에 의한 액상의 살균효과

액상에서의 살균효과는 거의 기상의 경우와 같은 형태인데 존재하는 미생물의 종류와 농도에 따라 차이가 난다. 특히 pH, 수온, 암모니아성 질소, 화학적 산소요구량(COD), 수중의 현탁물질등 처리대상수의 물리·화학적 환경조건에 따라 커다란 차이가 있다. 그러나

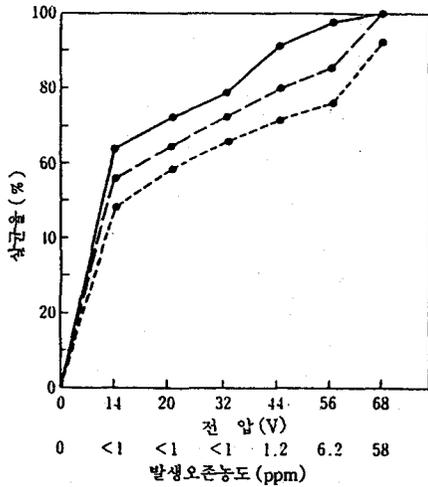
오존은 염소에 비해 pH와 온도의 영향이 적어 영양형 세균을 용이하게 살균할 수 있으며, 일반적으로 호기성세균이 혐기성세균보다 감수성이 예민하고, 포자형성세균의 경우에는 저항성이 비교적 강하게 나타난다.

수중에서 각종 세균에 대한 오존살균효과를 그림 8~14, 표 5에 나타냈다.

이상 기상 및 액상에서의 오존살균효과에 대하여 살펴보았는데, 이들에 대한 살균효과를 종합적으로 표 6~8에 정리하였다.

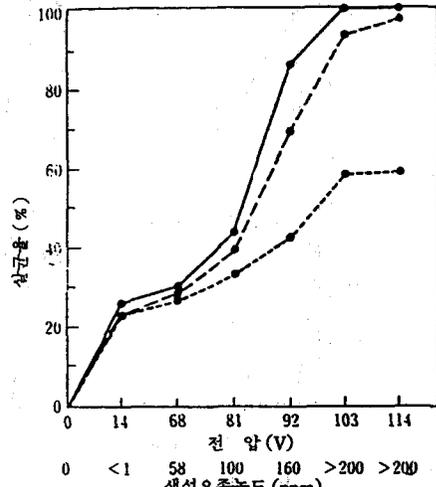
표 5. 오존에 의한 각종 미생물의 불활성화 효과

미생물의 종류	수중오존농도 (ppm)	미생물농도 (개/ml)	온도 (°C)	pH	접촉시간 (s)	사멸율 (%)
대장균	0.96	10 <sup>5</sup> cell	21.0	7.0	5	100
포도상구균	1.08	10 <sup>5</sup> cell	21.0	7.0	5	100
녹농균	1.01	10 <sup>5</sup> cell	21.0	7.0	5	100
크로스토티덤	0.96	10 <sup>5</sup> cell	21.0	7.0	5	100
감기 바이러스	0.96	10 <sup>5.3</sup> EDI <sub>50</sub>	21.0	7.0	5	100
닭 뇌척수염 바이러스	0.72	10 <sup>2.9</sup> EDI <sub>50</sub>	21.0	7.0	5	100
개 전염병 간염바이러스	1.20	10 <sup>1.5</sup> TCID <sub>50</sub>	21.0	7.0	5	100
개 파보 간염바이러스	0.96	10 <sup>2.5</sup> TCID <sub>50</sub>	21.0	7.0	5	100
닭 록시덤	1.92	3×10 <sup>5</sup> cell	21.0	7.0	1800	100



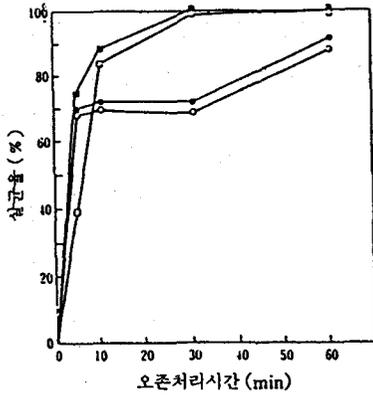
세균시료액: *Escherichia coli* 8.6×10<sup>3</sup> cells/ml, 0.85% NaCl(100ml)  
 오존처리시간: ●—● 120 min, ●-● 60 min, ●- -● 30 min.

그림 8 대장균에 대한 오존살균효과



세균시료액: *Bacillus subtilis* 1.2×10<sup>4</sup> cells/ml, 0.85% NaCl(100ml)  
 오존처리시간: ●—● 120 min, ●-● 60 min, ●- -● 30 min.

그림 9 고초균에 대한 오존살균효과



오존처리 : 발생오존농도 120 ppm(85V)  
 세균시료액 : *S. aureus*  $1.3 \sim 1.4 \times 10^3$  cells/ml,  
*V. parahaemolyticus*  $2.1 \sim 2.8 \times 10^3$  cells/ml,  
 배양시간 : *S. aureus* ● 24 h, ○ 48 h.  
*V. parahaemolyticus* ■ 24 h, □ 48 h.

그림 10 황색포도균과 장염비브리오균에 대한 오존살균효과

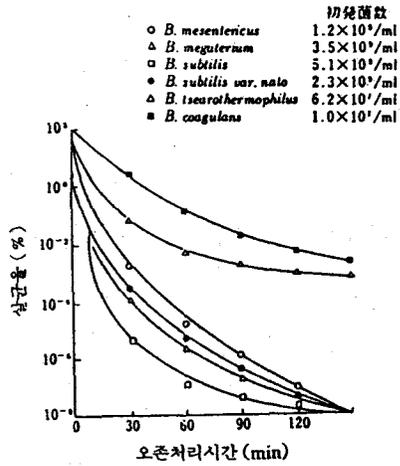


그림 11 Bacillus속 세균포자의 오존<sup>3)</sup> 살균효과(오존농도:0.3~0.5mg/ℓ)

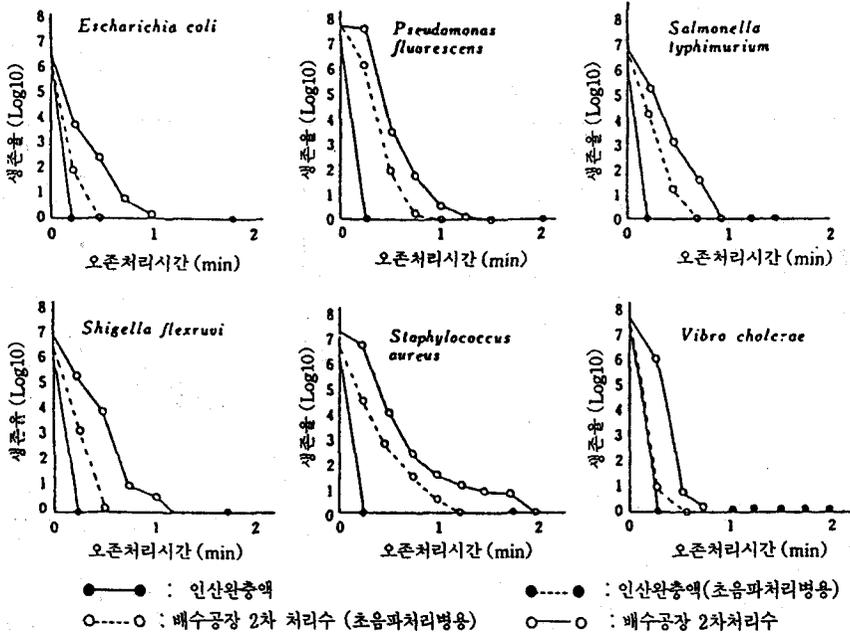
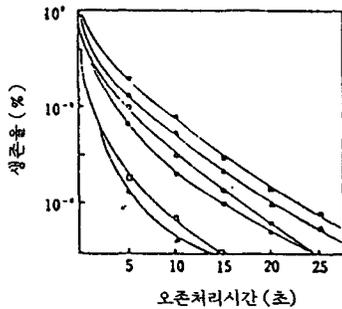


그림 12 각종 병원성 세균의 오존살균효과



- : *Lactobacillus arabinosus*
  - △ : *Lactobacillus casei*
  - : *Lactobacillus fermenti*
  - : *Streptococcus thermophilus*
  - ▲ : *Streptococcus faecalis*
  - : *Leuconostoc mesenteroides*
- 초발균수 :  $2.3 \sim 5.6 \times 10^9 / \text{ml}$

그림 13 유산균의 수용액중에서의 오존살균

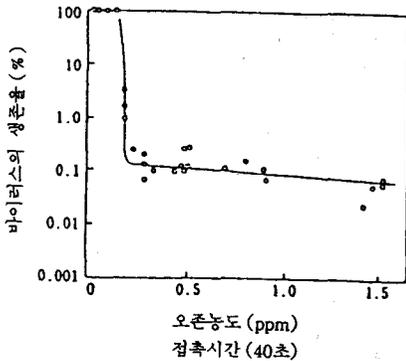


그림 14 Poliovirus의 불활성화 효과

#### 4. 잔류오존의 처리<sup>5)</sup>

인간이 오존냄새를 감지하기 시작하는 농도는 0.01~0.02ppm(Vol.)이고, 치사량은 폭로시간에 따라 다르지만 일반적으로 500~

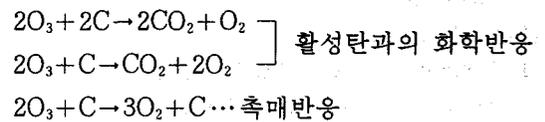
5,000ppm(Vol.)이라고 한다. 따라서 오존처리를 한 후에 잔류 오존을 함유하고 있는 공기는 인체에 해가되지 않는 농도까지 처리하는 것이 매우 중요하다.

따라서 여기에서는 잔류오존을 처리하는 방법중 활성탄에 의한 방법과 촉매에 의한 방법을 간단하게 소개하고자 한다.

#### 4.1 활성탄에 의한 방법

활성탄에 의한 처리는 활성탄의 미세공극에 오존이 흡착·축적됨으로써 처리되는 것이며, 활성탄중량의 1.4배정도의 오존을 처리할 수 있다. 활성탄을 실리카 알루미나 겔에서 고정한 흡착제를 사용할 경우에는 흡착제에 함유된 활성탄 중량의 약 4.5배의 오존을 처리할 수 있으며 수처리시에는 활성탄은 자기중량의 4배의 오존을 처리할 수 있다. 오존과 활성탄에 의한 또 하나의 제거과정은 활성탄 표면의 촉매적인 분해와 활성탄중의 탄소와 오존의 화학반응에 의한 것이다.

오존과 활성탄과의 반응식은 아래와 같다.



활성탄에 의한 처리의 특징은 설비비가 싸고, 제거효율이 높으며, 공존가스의 영향을 적게 받는다는 것이며 흡착제의 증가에 따르는 폭발의 위험성이 있으며, 활성탄의 탄소성분이 산소와 반응하여 CO<sub>2</sub>로 산화됨으로써 미분화하여 서서히 소실되어 간다.

표 6. 효모균에 대한 오존의 살균작용<sup>4)</sup>

효모균의 종류	오존농도 (ppm)	pH	온도 (°C)	작용시간 (min)	사멸율(%)	氣 液
<i>Candida paracresus</i>	0.3~0.5	6.5	20	5	99.990	液
<i>Candida tropicalis</i>	0.5	6.0	5	8	99.995	液
<i>Candida mycoderma</i>	0.5	6.0	5	10	999.997	液
<i>Candida krusei</i>	0.5	6.0	5	12	99.995	液
<i>Candida tropicalis</i>	0.5	6.0	5	10	99.992	液
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.3~0.5	6.5	20	1.5	99.990	液
<i>Saccharomyces rouxii</i>	0.3~0.5	6.5	20	1.5	99.990	液
<i>Saccharomyces rosei</i>	0.5	6.0	5	3.5	99.996	液
<i>Saccharomyces rosei</i>	1.5		10	180	100	氣
<i>Saccharomyces mellis</i>	5.0		10	120	100	氣
<i>Saccharomyces marxianum</i>	5.0		10	300	100	氣
<i>Saccharomyces bayanus</i>	0.3~0.5	6.5	20	0.5	99.990	液
<i>Saccharomyces carsbergensis</i>	0.3~0.5	6.5	20	1	99.990	液
<i>Shizosaccharomyces pombe</i>	0.3~0.5	6.5	20	3	99.990	液
<i>Saccharomycopsis capsularia</i>	0.5	6.0	5	300	99.995	液
<i>Saccharomycopsis capsularia</i>	5.0			300	100	氣
<i>Hansenula anomala</i>	0.5	6.0	5	120	99.995	液
<i>Hansenula anomala</i>	10.0		10	180	100	氣
<i>Hansenula sp.</i>	0.3~0.5	6.5	20	0.5	99.990	液
<i>Rhodotorula glutinis</i>	0.5	6.0	5	3	99.995	液
<i>Candida pelliculasa</i>	0.5	6.0	5	9	99.996	液
<i>Pichia membranefaciens</i>	0.5	6.0	5	4	99.999	液
<i>Torulopsis lactis-condensi</i>	0.0	6.0	5	7	99.999	液
<i>Candida cacaoi</i>	0.0	6.0	5	30	100	液
<i>Candida cacaoi</i>	0.0		5	120	100	氣
<i>Hansenula anomala</i> (IFO 1760)	0.5	6.0	5	20	100	液
<i>Hansenula anomala</i> (IFO 1760)	1.0		5	60	100	氣
<i>Rhodotorula rubra</i>	0.5	6.0	5	10	100	液
<i>Rhodotorula rubra</i>	5.0		5	30	100	氣
<i>Candida lactiscondensisi</i>	0.5	6.0	5	15	100	液
<i>Candida lactiscondensisi</i>	5.0		5	40	100	液
<i>Candida edax</i>	0.5	6.0	5	25	100	液
<i>Candida edas</i>	5.0		5	60	100	液
<i>Saccharomyces pasteurianus</i>	0.5	6.0	5	30	100	液
<i>Saccharomyces pasteurianus</i>	5.0		5	75	100	液
<i>Saccharomyces ellipsoides</i>	0.5	6.0	5	13	100	液
<i>Saccharomyces ellipsoides</i>	5.0		5	35	100	液

표 7. Bacillus속 포자에 대한 오존의 살균작용

효모균의 종류	오존농도 (ppm)	pH	온도 (°C)	작용시간 (min)	사멸율(%)	氣 液
Bacillus cereus	2.29		28	5	100	液
Bacillus megaterium	2.29		28	5	100	液
Bacillus megaterium	0.3~0.5	6.5	20	30	99.999 9	液
Bacillus prodigiosus	1.0		60~80% RH	表面上	100	氣
Bacillus prodigiosus	200		60~80% RH	寒天培養板上	100	氣
Bacillus prodigiosus	330		60~80% RH	血清中	100	氣
Bacillus anthracis	50,000~10,000	汚水		30	100	氣
Bacillus subtilis	50,000~10,000	汚水		30	100	氣
Bacillus subtilis	0.3~0.5	6.5	20	30	99.999 99	液
Bacillus macerans	2.0	6.5	25	17	99.90	液
Bacillus stearother-mophilus	3.5	6.5	25	9	99.90	液
Bacillus stearother-mophilus	0.3~0.5	6.5	20	60	99.99	液
Bacillus coagulans	0.3~0.5	6.5	20	120	99.99	液
Bacillus mesentericus	0.3~0.5	6.5	20	30	99.999	液
Bacillus natto	0.3~0.5	6.5	20	30	99.999 9	液
Bacillus polymyxa	0.5	6.0	5	60	99.999	液
Bacillus circulans	0.5	6.0	5	120	99.999 9	液
Bacillus lichniformis	0.5	6.0	5	120	99.999	液
Bacillus brevis	0.5	6.0	5	60	99.999	液
Bacillus mycoides	0.5	6.0	5	60	99.999	液
Bacillus pumilus	0.5	6.0	5	15	99.999	液
Bacillus lentus	0.3	6.0	5	20	99.999	液
Bacillus cereus	0.3~0.5	6.0	5	120	99.999 9	液
Bacillus megaterium	0.3~0.5	6.0	5	90	99.9	液
Bacillus coagulans	0.3~0.5	6.0	5	150	99.9	液
Bacillus subtilis	0.3~0.5	6.0	5	90	99.999	液
Bacillus polymyxa	0.3~0.5	6.0	5	90	99.99	液
Bacillus circulans	0.3~0.5	6.0	5	60	99.9	液
Bacillus stearother-mophilus	0.3~0.5	6.0	5	150	99.00	液
Bacillus cereus	50		5	60	99.00	氣
Bacillus subtilis	50		5	60	99.00	氣
Bacillus coagulans	50		5	60	90.0	氣
Bacillus coagulans	75		5	60	90.0	氣

표 8. 사상균에 대한 오존의 살균작용

효모균의 종류	오존농도 (ppm)	pH	온도 (°C)	작용시간 (min)	사멸율(%)	氣液
<i>Aspergillus awamori</i>	0.3~0.5	6.5	20	45	99.99	液
<i>Aspergillus sojae</i>	0.3~0.5	6.5	20	30	99.99	液
<i>Aspergillus oryzae</i>	0.3~0.5	6.5	20	22	99.99	液
<i>Aspergillus usami</i>	0.3~0.5	6.5	20	10	99.99	液
<i>Aspergillus candidus</i>	0.3~0.5	6.5	20	37	99.99	液
<i>Aspergillus niger</i>	0.3~0.5	6.5	20	18	99.99	液
<i>Penicillium cyclopium</i>	0.3~0.5	6.5	20	36	99.999	液
<i>Penicillium notatum</i>	0.3~0.5	6.5	20	18	99.999	液
<i>Penicillium islandicum</i>	0.3~0.5	6.5	20	15	99.999	液
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0.3~0.5	6.5	20	20	99.999	液
<i>Penicillium citrinum</i>	0.3~0.5	6.5	20	19	99.999	液
<i>Penicillium roqueforti</i>	0.3~0.5	6.5	20	13	99.999	液
<i>Wallemia sebi</i>	0.3~0.5	6.0	5	60	99.992	液
<i>Cladosporium herbarum</i>	0.5	6.0	5	120	99.995	液
<i>Aureobasidium pullulans</i>	0.5	6.0	5	120	99.997	液
<i>Allernaria citri</i>	0.5	6.0	5	120	99.995	液
<i>Geotrichum candidum</i>	0.5	6.0	5	120	99.992	液
<i>Cephalosporium acremonium</i>	0.5	6.0	5	120	99.994	液
<i>Trichoderma viride</i>	0.5	6.0	5	120	99.993	液
<i>Aspergillus oryzae</i>	0.6			15	100	氣
<i>Penicillium glaucum</i>	0.6			15	100	氣
<i>Penicillium expansum</i>	0.6			150	100	氣
<i>Sclerotnia fructicola</i>	0.6			150	100	氣
<i>Sporotrichum carnis</i>	1.5			180	100	氣
<i>Botrytis cinerea</i>	0.5			300	100	氣

4.2 촉매에 의한 방법

배오존처리를 위해 이용되고 있는 촉매는 VIII족 금속을 위시하여, 천이 금속산화물등이 있는데 어떻게 활성을 나타내는가에 따라 두 가지로 분류할 수 있다.

한가지는 초기에는 높은 촉매활성을 나타내다가 반응이 진행됨에 따라 활성이 낮아져

결국 활성을 잃게되는 Ni, Cu, Pt등의 산화물이며, 또 한가지는 오존과 접촉하면 촉매활성을 나타내지만 오존과의 접촉을 그치면 활성을 잃게 되는 Fe, Co등의 산화물이다.

촉매를 사용했을 경우의 촉매독으로는 수증기, 탄산가스 등이 있는데 철, Ni, Co, Cu 등은 CO<sub>2</sub>에 영향을 받고, Pd는 수증기 및 CO<sub>2</sub> 모두에 영향을 받게 된다.

촉매를 이용한 처리의 특징으로서는

- 1) 촉매의 성질상 매체로써 존재하기 때문에 반영구적으로 사용할 수 있다.
  - 2) 촉매층을 통과시키기만 하면 되기 때문에 부대설비가 단순하고 유지관리가 쉽다.
  - 3) 촉매독이 존재하면 촉매효과가 발휘되지 않는 경우가 있다.
- 등을 들 수 있다.

## 5. 결 론

이상 오존이 가지고 있는 살균력에 대한 일반적인 사항에 대하여 살펴보았다. 위에서 살펴본 바와 같이 오존은 공기중에서와 수중에서 모두 뛰어난 살균효과를 발휘하고 있으며, 자외선 소독으로 인한 거리적 한계상황을 극복할 수 있고, 또 여러분야에서 많이 사용하고 있는 염소계 약제등이 가지고 있는 단점을 극복할 수 있다.

또한 오존은 살균뿐만 아니라 탈취 및 탈색등의 분야 등 다방면에 사용할 수 있다는 많은 장점을 갖고 있긴 하지만, 인간 및 동식물에 독성을 나타내는 유독한 물질이므로 사용상 많은 주의를 해야 할 것이다.

## - 참 고 문 헌 -

1. 新版オゾン利用の新技術, 三瑠書房, 1993. p. 91~109.
2. 新版オゾン利用の新技術, 三瑠書房, 1993. p. 111~131.
3. 内藤茂三, 食品保存へのオゾンの利用, 食品工業, 30-18, 1987. p. 36.
4. 清水博則, オゾンによる殺菌·奪取技術の現況と考察, 1988, p. 13~24.
5. 新版オゾン利用の新技術, 三瑠書房, 1993. p. 144~149.
6. 식품기술 제6권 제3호, 1993, p. 84~94.

## 투고 환영

계간 「공기청정기술」지는 클린룸 업계의 발전을 위하여 보다 많은 클린룸 관련 기술자 여러분의 투고를 기다리고 있습니다.

각종 기술자료를 보내주시면 엄선하여 본 연구조합 기술지에 게재하여 드리고 소정의 고료를 보내드리겠습니다. 또한 본 기술지는 95년도부터 "업계동정"란을 신설하여 업계의 단신을 수시로 접수, 게재하고 있사오니 우리 모두의 업계를 가꾼다는 마음으로 사소한 소식이라도 송부하여 주시기 바랍니다.