

## 오존발생장치에 의한 대장균살균효과

박영민, 박운성, 박경범

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

현재까지 공기소독을 위한 주요인자의 하나인 오존을 전기적방법[1, 2]으로 발생시키는 오존발생장치와 그것을 리용하여 살균효과를 검토한 실험결과는 제기된것이 없다.

본문에서는 새로 제작한 오존관을 리용하는 오존발생장치를 리용하여 오존발생량에 미치는 몇가지 요인들의 영향을 검토하고 오존에 의한 대장균살균효과를 논의하였다.

### 재료와 기구 및 방법

살균용실험대상균으로는 대장균 *Escherichia coli* JM109를 리용하였으며 기초배양배지로는 LB고체배지를 리용하였다.

실험기구에는 자체로 설계제작한 살균소독용오존발생장치와 0.4m<sup>3</sup>의 실험공간을 보장하는 오존밀폐함을 리용하였다.

장치안에 있는 오존관은 면적이 25cm×10cm인 2개의 전극판에 특정한 공극너비를 만들어주고 그것을 단층방식으로 구성하여 리용하였다.

동작시간에 따라 살균소독용오존발생장치에서 나오는 오존농도를 알기 위하여 측정대역이 0~0.005%까지인 오존측정기(《ExibdIICT3》)를 리용하였으며 측정시간은 발생장치안에 내장된 한소편컴퓨터에 의한 시계를 리용하는 방법으로 보장하였다.

오존발생량을 높이는데 미치는 몇가지 인자들의 영향을 검토하기 위한 실험은 온도 20℃ (293K), 대기압(1.01×10<sup>5</sup>Pa)조건에서 진행하였다. 모든 실험들에서 초기조건으로 고전압준위는 10kV, 절연재료로는 유리( $\epsilon_{\text{비}}=7$ ), 공극너비는  $g=3\text{mm}$ , 주파수는  $f=50\text{Hz}$ 로 설정하고 측정하였다.

오존발생량에 미치는 공극너비변화의 영향은 1차에 걸어주는 전압을 고정시켜 2차고전압준위를 10kV로 설정하고 측정하였다.

오존발생량에 미치는 주파수변화의 영향은 전압-주파수변환기(3kW)를 리용하여 50, 60Hz를 설정하여주고 측정하였다.

오존발생량에 미치는 주위온도변화의 영향은 자동온도조절기가 달린 전열기를 리용하여 최고 50℃까지의 온도를 설정하여주고 측정하였다.

대장균에 대한 오존의 살균실험은 다음과 같이 하였다.

$A_{260}$ 이 0.6~0.8 정도 되게 2차배양한 대장균을 5 $\mu$ L씩 고체배지가 있는 샤레(직경 5cm)에 접종하고 도말하였다. 대장균의 배양은 37 $^{\circ}$ C 정온기에서 진행하였다.

살균실험은 음성대조구와 양성대조구(오존이 없는 위치에서 배양한것), 오존처리시간과 농도를 서로 달리한 시험구로 나누어 진행하였다. 오존처리가 끝난 다음 샤레의 덮개를 닫고 6h동안 항온진탕배양기에서 배양한 다음 48h후에 살균효과를 조사하였다.

## 결과 및 논의

오존발생량에 미치는 공극너비의 영향을 측정한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 오존발생전극전압이 일정할 때 공극너비가 커질수록 오존발생량이 증가하며 3mm일 때 최대로 되었다가 그 이상에서는 다시 감소되었다.

오존발생량에 미치는 전원주파수의 영향을 측정한 결과는 그림 2와 같다.

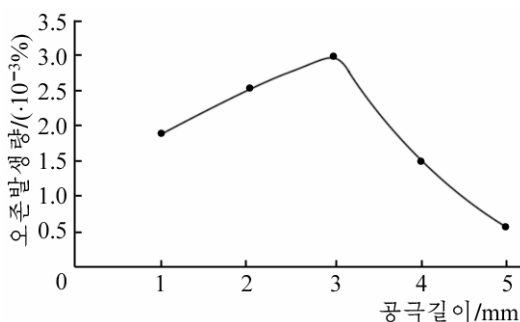


그림 1. 공극너비에 따르는 오존발생량변화  
오존발생전극전압 10kV

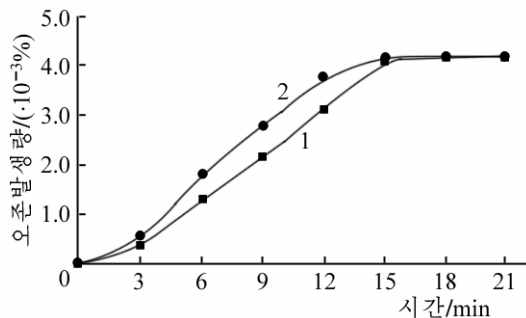


그림 2. 전원주파수가 각이한 경우  
시간에 따르는 오존발생량변화  
오존발생전극전압 10kV, 1-50Hz, 2-60Hz

그림 2에서 보는바와 같이 전원공급주파수가 60Hz일 때 50Hz에 비하여 오존발생량이 빨리 증가하지만 15min후부터는 그 차이가 없이 일정해졌다. 이것은 오존발생전극전압이 일정한 조건에서 주파수가 오존발생량에 영향을 주지 않는다는것을 보여준다.

오존발생량에 미치는 주위온도와 장치동작시간의 영향 주위온도와 장치의 동작시간에 따라 발생하는 오존의 농도를 측정한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 주위온도가 20 $^{\circ}$ C일 때 장치의 동작시간이 0~30min까지는 오존의 농도가 거의 선형적으로 증가하지만 그 이상에서는 더 변화되지 않았다. 이것은 주어진 오존밀폐함안의 실험공간내에서는 실험에 리용한 장치가 발생할수 있는 최대발생농도가 0.0035%/h까지라는것을 보여준다. 마찬가지로 오존

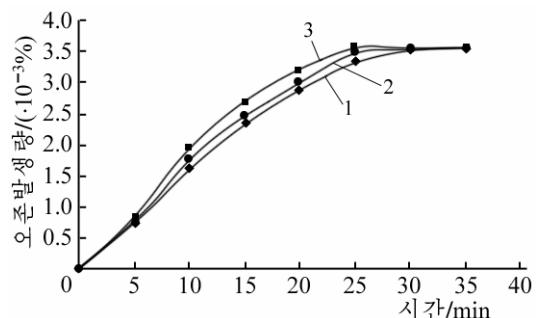


그림 3. 주위온도와 장치동작시간에 따르는  
오존발생량변화  
1-20 $^{\circ}$ C, 2-30 $^{\circ}$ C, 3-50 $^{\circ}$ C,  
오존발생전극전압 10kV

발생에 미치는 주위온도의 영향을 보기 위하여 밀폐함안의 온도를 20~50℃로 변화시키면서 오존농도의 변화를 검토한 결과(그림 3) 그 차이는 0.000 1~0.000 2%정도로서 같은 동작시간에서 거의 변화가 없었다. 이것은 오존발생전극전압과 동작시간이 일정한 상태에서 주위온도가 20~50℃ 범위에서 변화된다고 해도 오존농도는 거의나 증가되지 않는다는것을 보여준다.

경과시간에 따르는 오존분위기의 감소특성 발생장치의 전원을 차단한 후 시간이 경과함에 따라 밀폐함안의 오존분위기에 대한 감소특성을 측정한 결과는 그림 4와 같다.

그림 4에서 보는바와 같이 발생장치의 전원을 차단한 후 2h사이에 밀폐함안의 오존농도는 약 0.004 5%로부터 0.000 5%까지 감소되었다. 이것은 특정한 실험공간내에서 실험에 리용한 장치로 공기소독은 물론 비금속물질의 표면소독도 충분히 진행할수 있다는것을 보여준다.

오존에 의한 대장균살균효과 오존처리시간에 따르는 대장균의 성장상태를 측정하였다.(표)

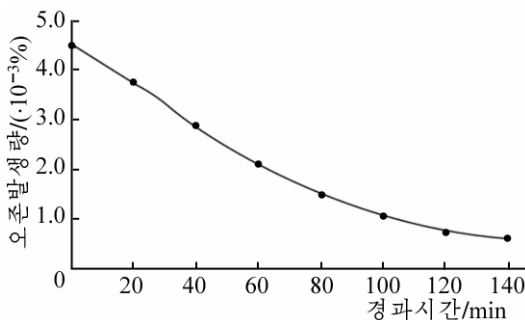


그림 4. 시간에 따르는 오존분위기의 감소특성

표. 오존처리시간에 따르는 대장균의 성장상태			
구분	처리시간/min	오존농도/%	균이 자란 상태
음성대조구	—	—	—
양성대조구	—	—	+++
시험구 1	5	0.000 8	+++
시험구 2	10	0.001 6	++
시험구 3	20	0.002 8	+
시험구 4	60	0.003 5	—

살균관찰시간 48h, +++, ++, + 세균의 자란 상태를 가리킴, — 세균이 자라지 않음

표에서 볼수 있는것처럼 오존처리시간이 60min이상일 때 48h동안 균이 자라지 않는다는것을 보여준다.

## 맺 는 말

- 1) 오존발생전극전압이 10kV인 경우 새로 제작한 오존관에서 오존발생량은 공극너비를 3mm로 보장할 때 제일 크다.
- 2) 실험에 리용한 장치의 오존발생량은 최대로 35g/h로서 주위온도가 20~50℃ 범위내에서는 거의 일정하다.
- 3) 0.4m<sup>3</sup> 밀폐함에서 오존처리시간이 60min이상일 때 48h동안 대장균이 자라지 않는다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. Marcos Alonso et al.; IEEE Transactions on Industry Applications, 45, 4, 1513, 2009.
- [2] 和田洋六; 技術論文, 64, 3, 35, 2013.

주체105(2016)년 6월 5일 원고접수

## **Sterilization Effect of *E. coli* by Ozonizer**

*Pak Yong Min, Pak Un Song and Pak Kyong Bom*

Until now, the ozone generator and ozone tube are introduced for air clean or sterilization as electrical method.

We discussed the results that examined effect of some factors to heighten the amount of ozone generation using manufactured ozonizer and sterilization effect of *E. coli*.

Key words: ozone, ozonizer, sterilization