

# 산성전리수와 환원전리수에 의한 미생물 제어

박혜린 김점지 이종권\* 이윤배\* 류근걸\* 이미영  
순천향대학교 자연과학대학 생명과학부, 공과대학 신소재화학공학부\*  
e-mail:miyoung@sch.ac.kr

## Microbial growth control by anodic electrolyzed water and cathodic electrolyzed water

Hye-Lin Park, Jum-Ji Kim, Jong-Kwon Lee\*, Kun-Kul Ryo\*,  
Yoon-Bae Lee\* and Mi-Young Lee  
Division of Life Sciences, Division of Material and  
Chemical Engineering\* Soonchunhyang University

### 요 약

본 연구에서는 산성전리수와 환원전리수의 미생물 제어력을 정량적으로 비교하였다. 산성전리수와 환원전리수에 병원성 미생물을 각각 시간별로 노출시킨 결과, 산성전리수와 환원전리수 모두 미생물을 제어할 수 있다. 특히 산성 전리수는 각종 병원성 미생물에 대하여 순간적으로 미생물을 제어하는 강력한 살균효과를 보여주었다. 이에 비해 환원전리수는 산성전리수의 강력한 미생물 제어력에는 미치지 못하는는 하지만, 시판되는 무기 항균제보다는 우수하거나 비슷한 미생물 제어력을 보여주었다.

### 1. 서론

전기분해에 의해서 pH나 산화·환원전위(oxidation-reduction potential, ORP)를 조절한 수용액을 전리수(electrolyzed water)라고 부른다. 물에 직류전압을 가하면 이온의 이동에 의해 pH를 변화시킬 수 있는 이온수를 만들 수 있다. 양극에서 생성되는 물은 H<sup>+</sup> 이온의 증가로 pH가 감소되며, ORP가 증가하게 되어 강한 산화성의 상태가 되고, 음극에서는 OH<sup>-</sup> 이온의 증가로 pH가 상승하여 환원성의 상태가 된다. pH나 산화·환원전위(ORP)를 조절한 전리수는 고체 표면에 부착한 불순물질을 효과적으로 제거 할 수 있다 [1-2]. 뿐만 아니라 최근 산화수용액으로서의 전리수가 살균효과를 가지고 있다고 알려지고 있다 [3-5]. 특히 전리수가 식품의 표면미생물 제어에 매우 효과적이라고 산발적으로 보고되었다 [6]. 그러나 아직 전리수의 미생물 제어력을 정량적으로 살펴본 결과는 거의 없다. 게다가 산성전리수와 환원전리수를 구분하여 산성전리수와 환원전리수간의 미생물 제어력을 정량적으로 비교한 연구는 전혀 수행되어 있지 않다. 본 연구에서는 산성전리수와 환원전리수를 제조한 후 병원성미생물을 대상으로 각 전리수의 미생물제어력을 측정하였다. 이를 바탕으로 산성전리수와 환원전리수 간의 미

생물 제어력을 서로 비교해 보았다.

### 2. 실험재료 및 방법

#### 2.1. 전리수의 미생물제어력 측정법

*E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. cereus*, *S. aureus.subsp.aureus*, *S. epidermidis*를 액체배지에서 1일간 배양한 후 세포를 수거하였다. 초기세균수 측정을 측정하기 위하여 각 세균을 100:1로 희석하여 평판배지에 도말하였다. 산성전리수 원액뿐만 아니라 증류수로 희석된 산성전리수를 균액과 다양한 반응시간 별로 반응시켰다. 환원전리수는 원액만을 사용하였다. 산성전리수와 환원전리수에 각각 노출된 세균 50  $\mu$ l를 대조군과 동일한 방법으로 평판배지에 도말하였다. 37°C에서 배양시키면서 *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus.subsp.aureus*, *S. epidermidis*는 12시간 배양 후에 생성된 콜로니수를 세었고, *P. aeruginosa*는 48시간 후에 생성된 콜로니 수를 세었다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1. 산성전리수와 환원전리수에 의한 미생물제어

산성전리수를 2분간 대장균 (*Escherichia coli*)에 노출시켰을 때부터 산성전리수는 100%의 완벽한 살균력을 보여주었다 (Fig. 1). 뿐만 아니라 산성전리수를 증류수로 1/10으로 희석한 경우에도 대장균이 제어되었다. 환원전리수의 경우 2분 동안 대장균과 반응시켰을 때 대조군에 비하여 약 70.6%의 대장균이 제어되었다 (Fig. 1). 환원전리수 원액에 대장균을 시간별로 노출시켰을 때 대장균 제어력은 노출시간에 비례하였다.

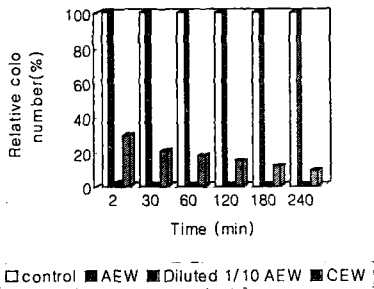


Fig. 1. Bactericidal effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on *E. coli*

이번에는 *Bacillus cereus*에 대한 산성전리수의 제어력을 측정하였다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 산성전리수는 2분부터 바실러스균 (*Bacillus cereus*)에 대해 거의 완벽한 제어력을 나타내었다. 환원전리수는 2분간 반응시켰을 때 약 61.6%의 바실러스균을 제어하였고, 30분 이후부터는 바실러스균을 제어할 수 있었다.

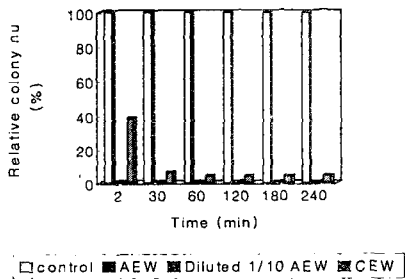


Fig. 2. Bactericidal effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on *B. cereus*

*Pseudomonas aeruginosa* (녹농균)을 산성전리수에 노출시켰을 때 원액뿐만 아니라 증류수로 희석된 산성전리수도 거의 완벽하게 녹농균을 제어하였다 (Fig. 3). 그러나 환원전리수를 240분간 반응시켰을 때 최대 65%의 녹농균만을 제어할 수 있었다 (Fig. 3).

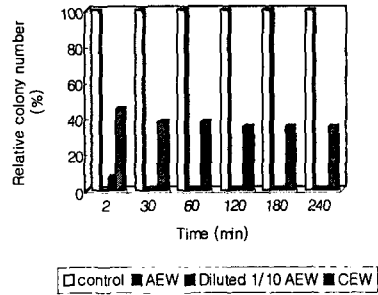


Fig. 3. Bactericidal effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on *P. aeruginosa*

*Staphylococcus aureus.subsp.aureus* (포도상구균)과 *Staphylococcus epidermidis* (표피포도상구균)는 모두 2분이내 산성전리수에 의해서 완벽하게 제어되었다 (Fig. 4, 5). 그러나 환원전리수는 240분간 반응시켰을 때야 포도상구균에 대해서 약 45%의 제어효과를 나타내었고 표피포도상구균에 대해서도 약 75%의 억제력을 나타내었다. 이러한 결과는 환원전리수의 미생물 제어력을 산성전리수와 비교할 때 환원전리수의 미생물 제어력이 상대적으로 미미함을 보여준다.

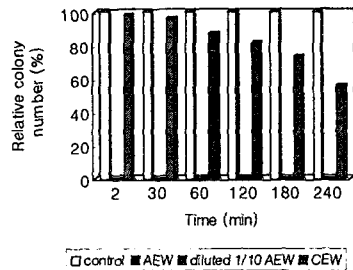


Fig. 4. Bactericidal effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on *S. aureus.subsp.aureus*

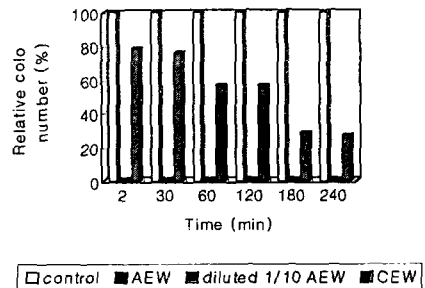


Fig. 5. Bactericidal effects of anodic electrolyzed water (AEW) and cathodic electrolyzed water (CEW) on *S. epidermidis*

#### 4. 결론

산성전리수는 병원성 미생물인 *E. coli*, *P. aeruginosa*, *B. cereus*, *S. aureus.subsp.aureus*와 여드름의 원인균인 *S. epidermidis*를 수분이내에 강력하게 제어하였다. 반면에 환원전리수는 *E. coli*와 *B. cereus*에 대해서는 강한 살균력을 나타내었지만 *P. aeruginosa*, *S. aureus.subsp.aureus*와 *S. epidermidis*에 대해서는 상대적으로 미미한 살균력을 나타내었다. 그러나 환원전리수의 항균력은 시판되고 있는 무기항균제의 항균력보다는 비슷하거나 더 우수하였다 (결과 미제시).

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 국가지정연구실사업 (류균결: N10302000029-03J0000-01710) 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- [1] Ryoo, K., Kang, B. and Sumida, S., Electrolyzed water as an alternative for environmentally-benign semiconductor cleaning. Material Research Society, 17(6), pp.1298-1304, 2002.
- [2] 강병두. 환경친화적 전리수를 이용한 반도체 세정연구. 순천향대학교, 석사학위논문, pp.21-23, 2001.
- [3] Fabrizio, K. A. and Cutter, C. N., Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes*. J. Food Prot., 66(8), pp.1384-1397, 2003.
- [4] Nagamatsu, Y., Tajima, K., Kakigawa, H. and Kozono, Y., Application of electrophlyzed acid water to sterilization of denture base part 1. Examination of sterilization effects on resin plate. Dent. Master J., 20(2), pp.148-155, 2001.
- [5] Xin, H., Zheng, Y. J., Hajime, N. and Han, Z. G., Effect of electrolyzed oxidizing water and hydrocolloid occlusive dressings on excised burn-wounds in rats. Chin. J. Traumatol., 6(4), pp.234-237, 2003.
- [6] Sharma, R. R. and Demirci, A., Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water. Int. J. Food Microbiol., 86(3), pp.231-237, 2003.