

< Original Article >

## ***Salmonella typhimurium*에 대한 E-ball 및 상용화된 소독약품의 살균 및 소독 효능에 대한 연구**

강신석<sup>1\*</sup> · 변현섭<sup>2</sup> · 강신권<sup>3</sup> · 고덕환<sup>4</sup> · 임대준<sup>4</sup> · 이정화<sup>4</sup> · 전현수<sup>4</sup> · 최진영<sup>4</sup> · 강성호<sup>4</sup>

충청북도축산위생연구소북부지소<sup>1</sup>, 충청북도축산위생연구소<sup>2</sup>, 한국국제대학교 식품과학부<sup>3</sup>, 건국대학교의과대학충주병원<sup>4</sup>

### **Study on the sterilizing and disinfective effects of E-ball and commercialized disinfectants against *Salmonella typhimurium***

Shin-Seok Kang<sup>1\*</sup>, Hyeon-Seop Byeon<sup>2</sup>, Shin-Kwon Kang<sup>3</sup>, Duk-Hwan Ko<sup>4</sup>, Dae-Jun Lim<sup>4</sup>,  
Jung-Hwa Lee<sup>4</sup>, Hyun-Soo Jeon<sup>4</sup>, Jin-Yong Choi<sup>4</sup>, Sung-Ho Kang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Chungbuk Veterinary Service Laboratory, Chungju 27336, Korea

<sup>2</sup>Chungbuk Veterinary Service Laboratory, Cheongju 28153, Korea

<sup>3</sup>Division of Food Science, International University of Korea, Jinju 52833, Korea

<sup>4</sup>College of Medicine, Konkuk University, Chungju Hospital, Chungju 27376, Korea

(Received 28 August 2015; revised 27 November 2015; accepted 3 December 2015)

#### **Abstract**

Many chemical disinfectants are using to protect the foot and mouth disease (FMD) and avian influenza (AI) in Korea since 2000. This study was performed to confirm disinfective ability of commercialized chemical disinfectants and to investigate the sterilizing ability of E-ball as alternative to chemical disinfectants. 4 kinds of acidulant, 3 kinds of aldehyde, 1 kind of oxidizer and 300 g of E-ball were used in this study. Dilution rate of disinfective power of all chemical disinfectants were to 200 times. The sterilizing ability of aldehydes were better than the acidulant and oxidizer with *Salmonella typhimurium*. The sterilizing ability of E-ball treated solution was guessed due to the friction of E-ball beads. In the case of the friction of 2 beads of E-ball, *Salmonella typhimurium* was sterilized on  $1 \times 10^6$ /mL CFU in the E-ball treated solution. The E-ball treated solution had superior sterilizing power compared with the chemical disinfectants in the bacteria of soil for antibacterial examination. E-ball treated solution has a possibility as the substitute of chemical disinfectants to protective the animal diseases contains FMD, AI.

**Key words :** Disinfectants, E-ball, Sterilizing, *Salmonella typhimurium*

## **서 론**

2000년 경기도 파주시에서 발생한 구제역을 필두로 하여 2002년 구제역 발생, 2003년 고병원성 조류 인플루엔자 발생 등 최근 15 여 년 동안 국내에서는 악성 해외 전염병 발생으로 인한 국가의 경제적 손실이 대단하였다. 이러한 해외 전염병 발생은 국내 축

산업계에 많은 변화를 가져오게 하였으며 특히 전염병 예방을 위한 방역에 보다 많은 노력을 기울이게 하였다. 경제적 손실을 줄이고자 축산업계 방역 현장에서는 과거 농장에서 개별적으로 수행하는 자유방임적 방역에서 정부에서 주도하는 통제 방역으로의 전환을 가져오는 새로운 장을 열게 되었다. 해외 전염병 예방을 위한 방역 방식이 통제적 방역으로 전환되면서 수많은 소독제가 시판되기 시작하였다. 2015년 현재 농림축산검사본부에서 구제역 방제용으로

\*Corresponding author: Shin-Seok Kang, Tel. +82-43-853-5500,  
Fax. +82-43-220-6319, E-mail. [newstonek@korea.kr](mailto:newstonek@korea.kr)

사용이 허가된 종류는 약 110여종, 조류인플루엔자 방역에는 약 180여종의 소독약품이 생산 및 판매 허가된 상태이다. 이들 중에서 구제역 소독을 위한 약품은 4급 암모늄염화합물인 Benzalkonium chloride, dual ammonium compounds, dialkyl 또는 twin chain quaternary ammonium compounds, 그리고 citric acid, malic acid, phosphoric acid, monopersulfate (potassium monopersulfate), NaCl, sulfamin acid, Sodium dodecyl sulfate (SDS), sodium hexametaphosphate를 주 원료로 하는 것이 약 93여종이며(농림축산검역본부, 2015), 조류인플루엔자용 소독약품에서는 이들을 주성분으로 하는 경우가 약 110여종에 이르고 있다(농림축산검역본부, 2015). 이들 해외 전염병 예방을 위한 소독약품 중에서 자몽 추출물인 DF-100을 주원료로 하는 경우가 약 10여 종, sodium dichloro isocyanurate를 사용하는 경우가 약 10여 종에 이르는 것으로 나타났다. 현재 시판중인 소독약품의 경우 대부분 상품적 표기는 다르게 하나 그 주성분은 유사하다고 할 수 있다. 4급 암모늄염화합물의 대표적인 물질이 Benzalkonium chloride는 질소 양이온 계면활성제이며 에탄올과 아세톤에 잘 녹는다. 물에 잘 녹지 않지만 용액 상태가 다루기 쉬우며 약 알칼리성이고, 색깔은 무색 또는 옅은 노란색을 띠며 혼합시 거품이 많이 나고 맛은 쓴맛이 난다. 세균 배양 억제와 살균능력을 가지고 있어 피부 소독제, 방부제, 보존제 등으로 광범위하게 사용되어지고 있다. 그러나 4급 암모늄염화합물은 물고기가 수생무척추 동물에 높은 독성을 가지고 있으며 조류에는 중 정도의 독성을 그리고 포유동물에는 약한 독성을 나타내는 것으로 알려져 있으며 (Frank, 2006) 10% 이상의 농도로 사용할 경우 사람에게도 피부 또는 점막자극으로 가렵음 등의 부작용이 있으며 음용할 경우 사망까지 이룰수 있는 것으로 알려져 있다(Seymour, 2001). Monopersulfate는 potassium monopersulfate 또는 potassium peroxymonosulfate라고도 불리며 광범위한 산화제로 사용되어지고 있다. Phosphoric acid는 녹는점이 42.35°C, 비중 1.834이다. 100 g의 물에 20°C에서 542 g까지 녹는다. 그리고 비휘발성으로 유기화학 촉매, 또한 염색공업이나 인산염 제조원료, 식품가공이나 의약품 등으로 널리 사용되는 것으로 알려져 있다(Doopedia, 2013). NaCl은 소금으로 널리 불리며 생리적으로 필요 불가결한 것으로 체액의 삼투압유지에 중요하며 혈액이나 그 밖의 체액의 알칼리성을 유지하는 구실을 한다(Doopedia, 2013). Sodium dodecyl sulfate는 세척제로

널리 사용되고 있으며 기름끼 등을 제거하는데 탁월한 효능을 보인다. 또한 거품을 발생시키기 때문에 치약, 샴푸 등에 많이 사용되어지고 있다(NLM, 2013). 또한 전반적으로 강력한 살균 효과를 가지고 있어 모든 바이러스에 살균 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Piret와 Désormeaux 등, 2002; Piret 등, 2000). 부작용으로는 사람과 동물에 피부 및 눈에 대한 자극성이 있다는 것이 알려지고 있다(NICNAS, 2007; Marrakchi와 Maibach, 2006). Sulfamic acid는 산성 세정제이며 금속이나 세라믹의 녹 또는 물때를 제거하는데 탁월한 효과를 보이고 있으며 유도체인 sulfamates는 항생제, 체중감소 약물 제조 등의 목적으로 많이 이용되고 있는 것으로 알려져 있다(Winum 등, 2005). Malic acid는 사과산으로 불리며 영국에서 식품첨가제로 인정된 식품첨가물이며(UK Food Standards Agency, 2011) 물과 에탄올에는 잘 녹지만 에테르에는 잘 녹지 않는 것으로 알려져 있으며(Doopedia, 2013) 다양한 제품으로 생산되어지고 있다. 그러나 천연물에서 추출한 것이지만 계속적으로 많은 양을 섭취할 경우에는 일반적인 부작용으로 가슴통증, 근육통, 피부종창 및 가려움증 등을 유발하며 심한 경우에는 흉부가 딱딱해지며 알러지 반응 및 피부발진 등을 동반하는 것으로 알려져 있다(Acids, 2013).

E-ball은 현재 국내에서 일부 제품이 생산되고 있는 것으로 표면에 산화은을 코팅한 세라믹 볼이며 일반 물 속으로 녹아 나오는 것은 은 이온( $Ag^+$ )이 아닌  $AgO$  이라고 알려져 있다(Kang 등, 2003). 그러나 E-ball에 함유된 정확한 성분을 알기 위하여 이온크로마토그래피(IC)와 IC/MS를 이용하여 분석하였으나 아직까지 정확한 분자식을 밝히지 못하고 지금까지 알려진  $AgO^+$  이온과는 다른 물질이며 이산화규소( $SiO_2$ ) 구조에 은과 구리가 치환된 무기화합물로 추정되는 것으로 알려져 있다(윤 등, 2003). 또한 E-ball을 이용하여 대규모 시설에서 사용하는 냉방 장치의 냉각수에서 *Legionella*균에 대한 소독 능력을 실험한 바 E-ball을 처리한 물은 아주 유효한 소독 능력을 가지고 있는 것으로 보고 되었다(Kim 등, 2003).

이러한 물질들을 혼합하여 소독제로 사용하고 있으며 제품으로 판매되기 전 실험실에서 효능시험을 거치지만 현장에서 사용할 경우에는 보관상태, 대기 온도, 유기물의 존재 상태 등 여러 가지 변수가 항상 존재하는 관계로 이 물질들을 혼합해서 사용할 경우 살균효과를 검증할 뿐만 아니라 오랜시간 광범위하게 소독제를 사용함에도 불구하고 전염병은 계속적

으로 대규모화 되고 있는 실정인바 이들 화학적 소독제를 대신할 새로운 살균효과가 있는 물질에 대한 효능을 보고자 본 실험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시균주

본 실험에 사용한 공시균주는 소독제 효력시험 지침(농림축산검역본부 고시 제2013-34호) 별표1에 제시된 세균의 대표균주인 *Salmonella typhimurium*을 사용하였으며 본 균주는 *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 (ATCC, USA)로 ATCC사에서 구입하여 사용하였다.

### 공시균주 배양

공시균주인 *Salmonella typhimurium*을 배양배지 제조사의 지시에 따라 영양배지(BBL, France)를 만들어 121°C 15분에서 고압멸균하여 사용하였다. 본 실험에서는 농림축산검역본부 고시 제2013-34호 별표1의 세균 소독제 효력시험에 따라 세균의 농도를  $1 \times 10^9$ /mL로 하였다.

### 공시 소독제

본 실험에 사용된 소독약품은 시중에 판매되고 있는 제품 중 각 지역 및 지자체에서 많이 구입하는 제품이며 산성제 4종(A, B, G, H), 알데하이드계 3종(C, D, F), 산소계산화제 1종(E)을 실험에 사용하였다.

### 경수 조제

농림축산검역본부 고시 제2013-34호에 따라 만들었다. 그 내용은 멸균증류수 1 L에 CaCl<sub>2</sub> 0.305 g과 MgCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O 0.139 g을 각각 넣고 교반기에서 고르게 녹여 경수를 만들었다.

### 중화배지

농림축산검역본부 고시 제2013-34호에 따라 만들었으며 말 혈청을 56°C에서 30분간 처리, 비동화하여 영양배지에 5%가 되게 첨가하여 사용하였다.

### 유기물 희석액 조제

농림축산검역본부 고시 제2013-34호에 따라 만들었으며 간단히 기술하면 이미 조제한 경수를 이용하여 20%의 효모추출물(Sigma, USA)을 만들어 121°C 15분에서 고압멸균 후 4°C에 보관하면서 Stock solution으로 이용하였으며 사용시에는 경수를 이용하여 5% 함량의 유기물 희석액을 만든 후 1N 수산화나트륨액으로 pH를 7.0으로 보정한 후 working solution으로 사용하였다.

### 소독제 효력시험

희석배율은 각 제조사의 설명서를 기초로 하여 121°C에서 15분간 고압멸균 후 실온에서 식힌 지하수로 1배, 50배, 100배, 200배, 400배, 800배, 1,600배, 3,200배로 희석하여 실험에 사용하였다. 분말제품은 경수 1 L에 소독제 분말 1 kg을 완전하게 녹여 1배로 사용하였으며 액상제품은 액상원액을 1배로 취급하여 사용하였다. 각각 희석된 소독제는 희석배율별로 2.5 mL씩 각각 5개의 시험관에 넣어 4°C 항온수조에서 보관하였다. 비교대상으로 순수 알콜을 이용하여 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30% 농도에서 살균력을 관찰하였다. 효력에 대한 판정은 농림축산검역본부 고시 제2013-34호에 따라 희석 배율별 5개씩의 시료에서 3개 이상에서 살균력을 보이면 효력이 있는 것으로 판정하였다.

### 소독제 반응조건

37°C에서 배양된 *Salmonella typhimurium* 4 mL를 4°C의 5% 유기물희석액 96 mL에 섞은 후, 혼합액 2.5 mL를 꺼내어 4°C 항온수조에 보관된 희석배율별 5개 시험관에 넣고 혼합한 다음, 4°C에서 정확히 30분간 반응을 시켰으며 이 때 각 시험관 처리는 차례대로 1분의 간격으로 실시하였으며 10분마다 세균과 소독제가 혼합된 시험관을 혼합하였다.

### E-ball 살균 능력

생리식염수 1 L를 용량이 2 L 되는 삼각 플라스크에 각각 넣은 후 121°C에서 15분간 고압멸균 후 식힌다. 완전하게 식은 멸균생리식염수 1 mL를 채취하여 영양배지에서 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 동

안 배양 후 생리식염수가 완전하게 멸균된 것을 확인한다. 세균번식이 없는 것으로 확인된 멸균 생리식염수에 *Salmonella typhimurium*을 각각  $1 \times 10^9$ 개 넣어 균질화시킨다. 균질화시킨 삼각 플라스크 중 1개의 삼각 플라스크에 E-ball 50 g을 넣어 50회 이상 흔들어 준다. 2시간 동안 감작시킨 후 2개의 삼각 플라스크에서 각각 1 mL를 채취하여 영양배지에 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 동안 배양하여 그 결과를 관찰하였다.

### E-ball 사용 수에 따른 살균 능력

E-ball의 살균 능력 원리 및 살균 능력을 알아보기 위한 실험으로 멸균 생리식염수 10 mL를 준비한 시험관에 넣고 배양된 *Salmonella typhimurium*으로 세균수가  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^4$ 개로 조정하였다. 각 세균수 별로 맞춘 시험관에 E-ball을 각각 1개, 2개씩을 넣어 50회 이상 흔들어 준다. E-ball이 포함된 시험관을 흔들 후 실온에서 20분, 24시간 세워둔 후 각각 1 mL를 채취하여 영양배지에 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 동안 배양하여 그 결과를 관찰하였다.

### 토양 세균에 대한 일반 세균 살균 능력 실험

주변에 있는 흙 30 g을 채취하여 Square petridish에 담아 소독제를 500배 희석하여 25 mL를 분사하여 흙과 고르게 섞었으며 E-ball로 처리한 물 25 mL를 분사하여 고르게 섞은 후 화학성 소독제 및 E-ball 처리 시료 모두 1시간 동안 실온에서 방치한 후 3M 일반 세균용 건조 펠트리 필름(3M, USA)을 이용하여 표준

평판법으로 세균 수를 측정하였다.

## 결 과

### 소독제 희석배율에 따른 살균효과

세균에 대한 소독제 효력시험에서 희석배율별 살균력은 Table 1에 나타난 바와 같다. A 제품과 B 제품은 50배 희석 배율에서 5개 시료 모두에서 살균 효력을 보였으나 100배 희석배율에서는 5개의 시료중 2개만 살균 효력을 보여 50배 희석배율에서만 살균력을 나타냈다. C 제품은 100배 희석배율에서 5개중 5개, 200배 희석배율에서는 5개 중 2개만 살균 효능을 보였으며 D 제품은 50배 희석배율에서 5개중 5개, 100배 희석배율에서는 5개 중 3개가 살균력을 보여 C, D 제품 모두 100배 희석배율에서 살균력이 있는 것으로 나타났다. E 제품은 50배, F 제품은 200배, G 제품은 200배, H 제품은 100배 희석배율에서 살균력을 보이는 것으로 나타났다. 또한 비교대상인 알콜은 70% 이상의 농도에서 살균력이 있는 것으로 나타났다.

### E-ball 살균 능력

Fig. 2에서 보여주는 결과는 E-ball의 일반적인 살균 능력에 대한 결과로 멸균 생리식염수에 *Salmonella typhimurium*을 각각  $1 \times 10^9$ 개 넣어 균질화시켜 각각 1 mL를 채취하여 영양배지에 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 동안 배양시 E-ball을 이용한 경우 *Salmonella typhimurium*이 전혀 자라지 않는 것으로 나타났다.

**Table 1.** Effects of disinfection by products according to dilution ratio (No. of no growth/test tube)

Dilution ratio	Products								Alcohol (%)
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1 ×	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5 (100)
50 ×	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5 (90)
100 ×	2/5	2/5	5/5	3/5	2/5	5/5	5/5	4/5	5/5 (80)
200 ×	0/5	0/5	2/5	0/5	0/5	5/5	4/5	1/5	5/5 (70)
400 ×	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	1/5	0/5	0/5	0/5 (60)
800 ×	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5 (50)
1,600 ×	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5 (40)
3,200 ×	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5 (30)

1× : Liquid : Original solution, Powder: Dissolved 1 kg of powder into 1 L of D.W.

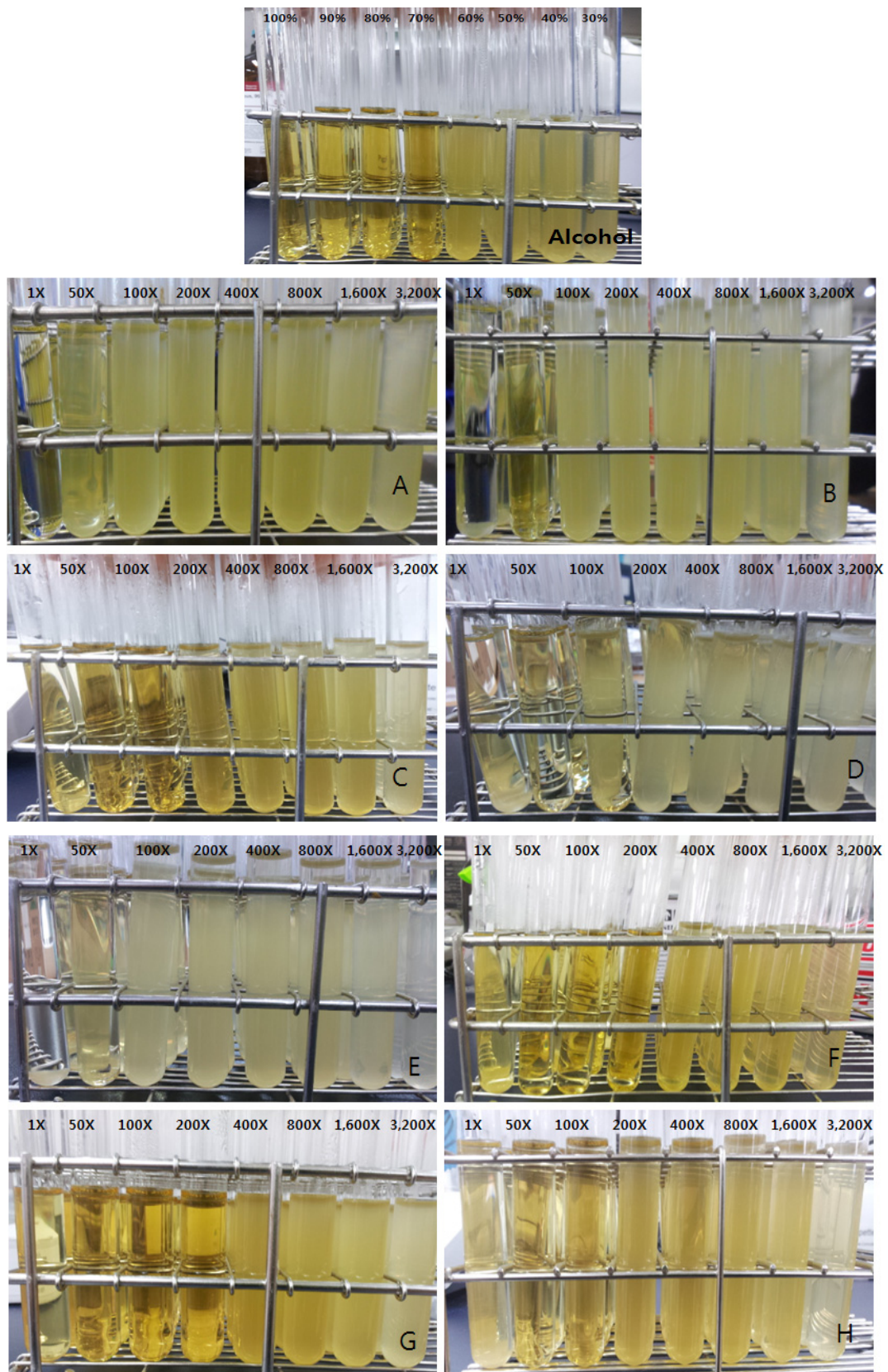


Fig. 1. Results of disinfection according to dilution ratio by each disinfectants.

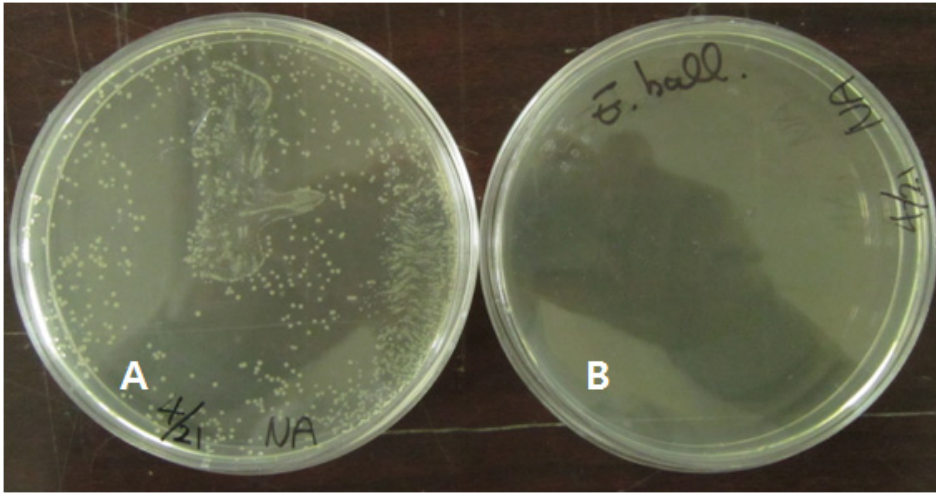


Fig. 2. Disinfection of E-ball. (A) *Salmonella typhimurium* (B) *Salmonella typhimurium* + E-ball.

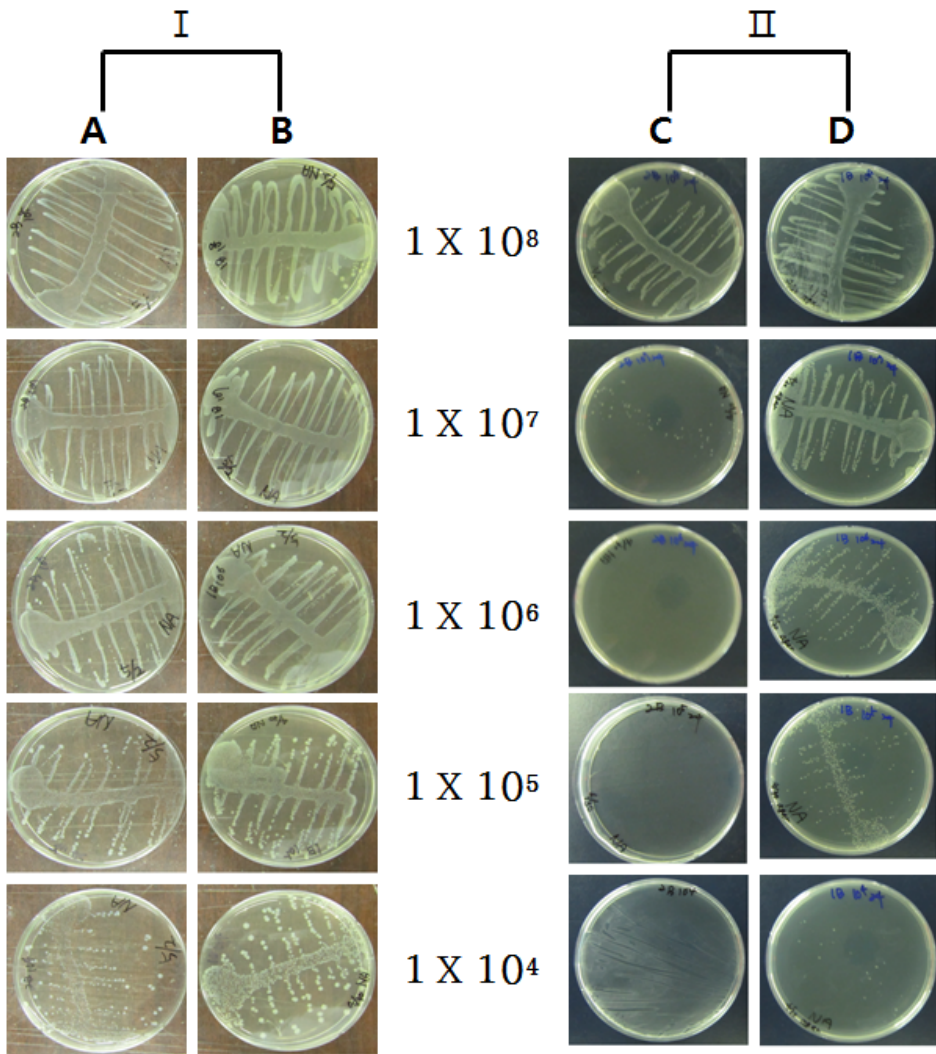


Fig. 3. The results of the disinfection effects of E-ball according to the numbers of E-ball used and applied time. (A, C) 2 balls of E-ball (B, D) 1 ball of E-ball (I) stayed for 20 mins after shaking with E-ball (II) stayed for 24 hrs after shaking with E-ball.

**E-ball 사용 수에 따른 살균 능력**

E-ball 사용 개수와 감작 시간에 따른 살균 능력 결과는 Fig. 3.에서 나타난 바와 같다. E-ball과 *Salmonella typhimurium*를 섞어서 20분간 실온에 감작한 경우 세균 수  $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^4$  농도에서 *Salmonella typhimurium*이 모두 배양되어 살균 효과가 없었다. E-ball의 사용 숫자에 따른 변화에서 E-ball 2개를 사용한 경우 E-ball 1개를 사용한 경우에 비하여 육안으로 식별이 가능할 정도로 *Salmonella typhimurium*의 수가 줄어들었음을 알 수 있었으며, 특히  $1 \times 10^4$  농도에서는 E-ball 2개를 사용한 경우  $1 \times 10^4$  농도 세균수가 현저하게 감소하였다. 24시간 동안 감작한 경우  $1 \times 10^8$  농도에서는 E-ball의 사용 숫자에 다른 차이를 발견할 없었다. 그러나 E-ball 2개를 사용한 경우  $1 \times 10^7$  농도에서 E-ball을 1개 사용한 경우 보다 현저하게 세균수가 감소하였으며  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^4$  농도에서는 *Salmonella typhimurium*이 전혀 관찰되지 않는 살균력을 보여주고 있다. 또한 Fig. 3의 결과는

E-ball 2개를 사용할 경우 E-ball 1개를 사용한 경우 보다 높은 살균력을 보여주고 있다.

**토양 세균에 대한 일반 세균 살균 능력**

토양내 일반세균에 대한 화학적 소독제와 E-ball 처리수의 살균 효능에 대한 결과는 Table 2와 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 화학적 소독제는 토양 내 일반세균에 대한 살균 효능을 기대할 수 없었으나 E-ball 처리수에서 1시간 동안 토양을 감작한 경우 현저하게 세균수가 감소하는 것을 관찰 할 수 있었다. 산성제 소독제인 A, B, G, H 제품에서는 세균 수에서도 소독제를 처리하지 않은 토양과 차이를 보이지 않았다.

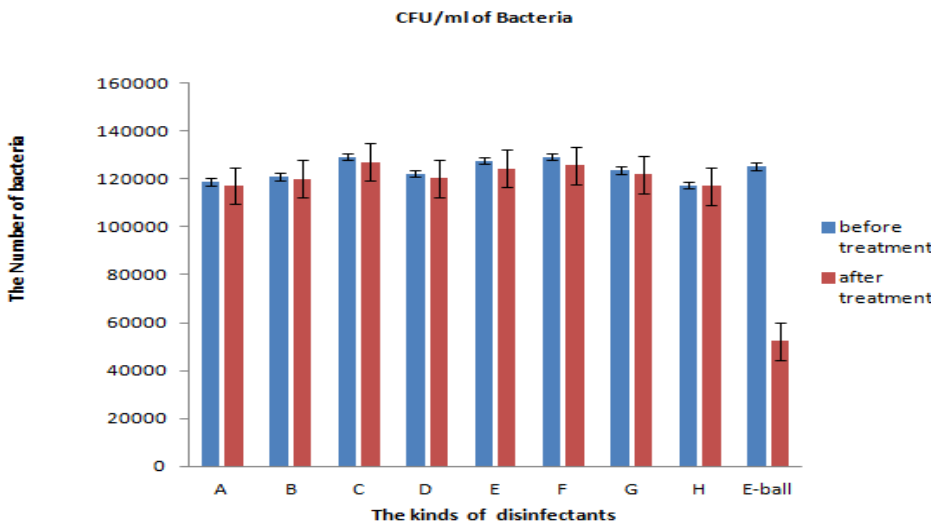
**고 찰**

현재 우리나라의 농업 및 축산 현장에서는 수 많은 종류의 항균제, 소독제, 살균제, 농약 등이 사용되어

**Table 2.** The results of disinfection effects in soil by commercialized disinfectants and the solution of treated E-ball (No. of bacteria, Mean±SE).

Classification	The Kinds of Products (Chemical disinfectants)								E-ball
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Before treatment	118,800	121,000	129,200	122,200	127,600	129,200	123,600	117,400	125,400
	±2,583	±3,475	±1,775	±1,797	±1,971	±1,109	±3,027	±1,951	±3,234
After treatment	117,200	120,000	127,000	120,200	124,400	125,600	122,000	117,000	52,320
	±2,922 <sup>†</sup>	±4,183 <sup>§</sup>	±1,816 <sup>*</sup>	±1,496 <sup>†</sup>	±1,630 <sup>*</sup>	±2,767 <sup>§</sup>	±3,741 <sup>§</sup>	±2,213 <sup>§</sup>	±3,276 <sup>‡</sup>

\*P<0.01, †P<0.05, §P>0.05, ‡P>1.



**Fig. 4.** The results of disinfection effects in soil by commercialized disinfectants and the solution of treated E-ball. Acidulant (A, B, G, H), Aldehyde (C, D, F), Oxidizer (E).

지고 있다. 특히 축산현장에서는 2000년, 2002년의 구제역 발생 및 2010년, 2011년의 전국적 발생이라고 할 만큼의 대규모 구제역 발생으로 인한 국고 손실로 그 어느 때 보다 소독을 통한 구제역 예방에 심혈을 기울이고 있으며 이에 따라 소독제의 소모량이 현저하게 증가하고 있는 추세이다. 그러나 이러한 소독제 사용의 증가에도 불구하고 축산현장에서의 전염병 및 일반 질병의 발생빈도는 줄어들지 않고 있는 실정인바 시중에 유통되고 있는 소독제에 대한 살균 능력에 대한 검토가 필요하다고 생각되어 농림축산검역본부 고시 제2013-34호에 따라 세균 등의 소독제 효력시험 규정에 따라 시중에서 널리 판매되는 제품 중에서 산성제 4종류, 알데하이드계 3종, 산소계 산화제 1종에 대하여 소독제 효력 시험을 수행한바 제조사에서 제시한 희석 농도에서 제품들이 살균력을 가지고 있는지를 알기 위하여 1배에서 3,200배까지의 희석 농도에 따른 살균력에서 산성제는 200배에서 살균력을 보이는 제품이 1 종류, 100배에서 살균력을 보이는 제품이 1 종류, 50배 희석 농도에서 살균력을 가지는 제품이 2 종류였다. 알데하이드계 제품 중에서는 200배에서 살균력을 가지는 것이 1 제품, 100배에서 살균력을 가지는 것이 2 종류였으며 산소계 산화제는 50배에서 살균력을 가지고 있는 것으로 나타났는데 이는 모두 제조사에서 제시한 희석 농도에는 미치지 못하는 살균력이었다. 살균력에서 약간의 우위를 보이고 있는 제품들은 알데하이드계열인데 이러한 계열은 주성분으로 4급 암모늄염화합물과 글루타알데하이드를 포함하고 있었다. 그러나 4급 암모늄염화합물은 소독력이 뛰어나고 부작용이 적다고 알려졌으나 Seymour (2001)가 10% 이상의 농도에서는 사람의 피부에도 부정적인 영향을 미친다는 보고 이후 Frank (2006)은 여러 종류의 포유류에서도 부정적인 영향을 미치며 특히 수생생물에 대한 독성을 보고한 바가 있어 환경측면에서의 사용이 자제되어야 할 것으로 보인다. 글루타알데하이드 역시 사람에게서 발작 및 중추신경계 억제 등의 신경독성(Stonehill 등, 1963), 피부염 등 피부독성(Bingham 등, 2001; Jworsky 등, 1987), 장출혈을 동반한 소화기 독성 및 울혈성 폐를 형성하는 호흡기 독성(Durante 등, 1992) 등 아주 많이 보고되어 있는 실정이며 지금도 그 독성에 대하여 연구 중에 있다. 은의 경우 오래전부터 사람들이 장신구로 많이 사용하였으며 현재는 장신구 보다는 산업적으로 많이 사용하고 있으며 독성은 단백질과 염화은 침전물 결합에 의해 일어나므로 전신성

은 중독은 드물다. 제한적 은 독성은 신경장애와 발작을 일으키는 신경독성(Ohbo 등, 1996), 신장독성(Rosenman 등, 1979), 간독성(Trop 등, 2006), 피부독성(Hathaway, 1996) 등이 알려져 있다.

본 실험에 사용되어진 제품은 생산일로부터 1년 정도 된 제품이지만 국내 소독제는 일반적으로 생산일로부터 2년 동안 사용할 수 있는 것으로 규정되어 있어 이 또한 유통 중인 제품들의 살균력 저하에 대한 원인은 아닌 것으로 보인다.

토양세균에 대한 살균 능력에 있어서 화학적 소독제는 별다른 효능을 나타내지 않았으며 특히 산성제 소독제와 산소계 산화제는 제조사에서는 1,000배 희석 농도에서도 살균 능력을 가진다고 하였으나 500배 희석 농도에서도 살균 능력을 전혀 보여주지 못하고 있으며 알데하이드계 소독제는 절대적인 세균 수 측정에서는 약간의 살균 능력을 보이는 것 같으나 질병 예방을 위한 것으로는 부적당하며 알데하이드계 소독제는 어떤 원인인지 정확하게 규명하지 못했지만 유의성 있는 살균 능력을 관찰할 수 없었다. 그러나 E-ball에 처리한 물은 1 시간 후 세균 수 측정에서 약 50% 정도 세균 수 감소가 관찰되어 현저한 살균 능력을 보여주고 있다.

이러한 여러 가지 실험에서 화학적 소독제가 살균 능력을 보여주지 못하는 것은 여러 가지 원인이 존재할 수 있다. 가령 부적절한 유통, 부적절한 보관 등이 문제 될 수가 있다. 또한 본 실험에 사용된 제품이 생산일로부터 약 1년이 경과한 경우로 치부한다면 화학적 소독제의 유통기한을 제한하는 것도 좋은 방법이 될 것으로 생각되어진다.

유통 중인 소독제의 살균력 저하가 유통 과정에서의 문제, 보관상의 문제, 원료 희석에서의 문제 등 여러 가지가 있을 수 있지만 유통 중인 소독제가 살균력에서 문제를 가지고 있다면 이는 가축 질병 있어 대단히 심각한 문제가 아닐 수 없는 현실이다. 또한 현장에서는 소독제의 살균력 저하뿐만 아니라 화학성 소독제 과다사용으로 인한 토양 오염도 머지않아 심각한 문제로 대두될 가능성이 매우 높다.

유통 중인 소독제의 살균력 저하와 토양오염이 문제가 될 수 있다면 다가을 악성 가축전염병뿐만 아니라 평상시 가축질병 예방을 위해서도 새로운 소독, 살균제의 선택은 필수적인 것으로 보인다. 이에 현재 화학성 소독제를 대체할 물질로 금속성 이온을 지닌 E-ball을 이용하여 농림축산검역본부 고시 제2013-34호 소독제 효력시험 지침에서 명시한 세균 소독제 효



능 시험의 대표 세균인 *Salmonella typhimurium*을 이용하여 살균력을 관찰 한 바 멸균 생리식염수에 1 L에 *Salmonella typhimurium*  $1 \times 10^9$ 개를 E-ball 50 g과 함께 섞어 50회 이상 흔들어 2시간 동안 잠작시킨 후 37°C에서 *Salmonella typhimurium* 24시간 배양한 바 *Salmonella typhimurium*의 성장이 전혀 관찰되지 않아 매우 좋은 살균력을 나타냈다. 이러한 살균력은 *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *E.Coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus spp* 등에서도 효과를 보였다는 박(2012)의 보고서와도 일치하고 있었다. E-ball 살균력의 원리를 알아보고자 수행한 실험에서 2개의 E-ball을 흔들어 사용할 경우 1개의 E-ball을 사용한 경우 보다 매우 높은 살균력을 보여주고 있을 뿐만 아니라 잠작시간이 경과할수록 높은 살균력을 보여 E-ball을 섞어 흔들고 24시간 동안 잠작시킨 경우  $1 \times 10^6$ /mL 개의 세균도 살균하는 것으로 나타났는데 이는 E-ball의 살균 능력이 E-ball 끼리 서로 부딪히면서 나오는 그 어떤 금속성 이온에 의한 것으로 추정된다. 토양세균에 대한 실질적인 실험에서도 E-ball 처리 수는 아주 뛰어난 살균 능력을 보여주고 있어 이는 앞으로의 화학적 소독제를 대체할 수 있는 소독제로 생각되어진다.

## 결 론

*Salmonella typhimurium*을 이용한 유통 중인 화학적 소독제와 그 대체 물질의 하나인 E-ball에 대한 소독 효능검사를 수행한 결과를 얻을 수 있었다.

현재 유통 중인 화학적 소독제는 희석 농도 200배 이상에서 살균 능력을 가진 소독제는 한 제품도 없었으며 특히 산성계 소독제와 산소계 산화제 소독제는 매우 낮은 농도에서만 살균 능력을 보이고 있었다. 화학적 소독약품이 소독 및 살균 효능은 가지고 있으나 제조사에서 제시한 희석 농도에서는 동물 질병 방어를 위한 살균 능력을 기대할 수 없었으며 제조사에서 제시한 농도로 소독할 경우 가축 질병 예방은 불가능하다는 결론을 얻었다. 그러나 대체물로 생각되어지는 E-ball 처리 수로 살균 능력을 실험한바 실험적 살균 능력뿐만 아니라 토양에서도 화학적 소독약품에 비하여 살균 능력이 탁월함을 확인할 수 있었다. E-ball 처리수가 현재 사용 중인 화학적 소독제의 대체가 가능하다는 결론을 얻었다.

## REFERENCES

- 농림축산검역본부. 2013. 소독제 효력시험지침. 농림축산검역본부 고시 제2013-34호.
- 농림축산검역본부. 2015. 구제역효력시험실시 소독제 현황. 농림축산검역본부 고시 제2013-34호.
- 농림축산검역본부. 2015. 조류인플루엔자효력시험실시 소독제 현황. 농림축산검역본부 고시 제2013-34호.
- 박세창. 2012. 이코볼 살균력 시험효과. 서울대학교 산학협력단 최종보고서: 1-10.
- 윤재용, 조민, 김재은. 2003. 이코볼에서 생성되는 은산화물에 대한 소독능 평가. 서울대학교 응용화학부 최종보고서: 1-60.
- Acids. 2013. Malic acid - Health benefits, uses and side effects of the malic acid. [http://acidpedia.org/malic\\_acid/](http://acidpedia.org/malic_acid/)
- Bingham E, Cohn B, Powell CH. 2001. Patty toxicology. 5th ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Doopedia. 2013. <http://www.doopedia.co.kr/search/encyber/total-Search.jsp?WT.ac=search>
- Durante L, Zulty J, Israel E, Power PJ, Russell RG, Qizibash AH, Morris JG Jr. 1992. Investigation of an outbreak of bloody diarrhea: association with endoscopic cleaning solution and demonstration of lesions in an animal model. *Am J Med* 92: 476-480.
- Frank TS. 2006. Reregistration Eligibility Decision for Alkyl Dimethyl Benzyl Ammonium Chloride (ADBAC)(report). U.S. Environmental Protection Agency Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances, report:pp 10-44. Washington, D.C.
- Hathaway GJ, Proctor NH, Hughes JP. 1996. Chemical hazards of the workplace. 4th ed. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Jaworsky C, Taylor JS, Evey P, Handel D. 1987. Allergic contact dermatitis to glutaraldehyde in a hair conditioner. *Cleve Clin J Med* 54: 443-444.
- Kang SJ, Lee J, Yoon J, Cho M. 2003. Multipurpose water treatment in cooling towers: "An optimal method for controlling bacteria, scale, rust and biofilm". Cooling Technology Institute annual conference 2003: TP03-16.
- Kim J, Cho M, Oh B, Choi S, Yoon J. 2004. Control of bacterial growth in water using synthesized inorganic disinfectant. *Chemosphere*. 775-780.
- Marrakchi S, Maibach HI. 2006. Sodium lauryl sulfate-induced irritation in the human face: regional and age-related differences. *Skin Pharmacol Physiol* 19: 177-180.
- NICNAS. 2007. Sodium Lauryl Sulfate. [http://www.nicnas.gov.au/Publications/Information\\_Sheets/Existing\\_Chemical\\_Information\\_Sheets/ECIS\\_SLS\\_PDF.pdf](http://www.nicnas.gov.au/Publications/Information_Sheets/Existing_Chemical_Information_Sheets/ECIS_SLS_PDF.pdf)
- NLM. 2013. Household Products Database of products containing sodium lauryl sulfate. <http://hpd.nlm.nih.gov/cgi-bin/household/ingredients>.
- Ohbo Y, Fukuzako H, Takeshi K, Takigawa M. 1996. Argiria and convulsive seizures caused by ingestion of silver in a patient with schizophrenia. *Psychiatry Clin Neurosci*

- 50: 89-90.
- Piret J, Désormeaux A, Bergeron MG. 2002. Sodium lauryl sulfate, a microbicide effective against enveloped and non-enveloped viruses. *Curr Drug Targets* 3: 17-30.
- Piret J, Lamontagne J, Bestman-Smith J, Roy S, Gourde P, Désormeaux A, Omar RF, Juhász J, Bergeron MG. 2000. In vitro and in vivo evaluations of sodium lauryl sulfate and dextran sulfate as microbicides against herpes simplex and human immunodeficiency viruses. *J Clin Microbiol* 38: 110-119.
- Rosenman KD, Moss A, Kons S. 1979. Argyria: clinical implications of exposure to silver nitrate and silver oxide. *J Occup Med* 21: 430-435.
- Seymour SB. 2001. Disinfection, sterilization, and preservation. 5th ed. pp 185-203. Lippincott Williams & Wilkins. Pennsylvania.
- Stonehill AA, Krop S, Borick PM. 1963. Buffered glutaraldehyde- a new chemical sterilization solution. *Am J Hosp Pharm* 20: 458-465.
- Trop M, Novak M, Rodl S, Hellbom B, Kroell W, Goessler W. 2006. Silver-coated dressing acticoat caused raised liver enzymes and argyria-like symptoms in burn patient. *J Trauma* 60: 648-652.
- UK Food Standards Agency. 2011. Current EU approved additives and their E Numbers. E296. <http://www.food.gov.uk/policy-advice/additivesbranch/enumberlist>.
- Winum JY, Scozzafava A, Montero JL, Supuran CT. 2005. Sulfamates and their therapeutic potential. *Med Res Rev* 25: 186-228.