J. Fd Hyg. Safety
Vol. 26, No. 4, pp. 336~341 (2011)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

Stainless steel에 접종된 식중독 미생물에 대한 천연항균제 및 유기산 분무 살균효과

하수정 · 양승국 · 박현주 · 김충환[1] · 오세욱*
국민대학교 식품영양학과, [1]주식회사 서울식연

Efficacy of Aerosolized Natural Antimicrobial and Organic Acids as a Sanitizer against Foodborne Pathogens on Stainless Steel

Su-Jeong Ha, Seung-Kuk Yang, Hyeon-Ju Park, Chung-Hwan Kim[1], and Se-Wook Oh*
Department of Food and Nutrition, Kookmin University
[1]Seoul Food R&D Corporation
(Received August 5, 2011/Revised August 23, 2011/Accepted September 7, 2011)

ABSTRACT - This study was carried out to investigate efficacy of aerosol sanitizer with natural antimicrobial and organic acids against *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes*. The artificially inoculated pathogens on stainless steel coupon were treated with grapefruit seed extract (GFE), acetic acid, citric acid and lactic acid in model cabinet for 5 min. The number of three foodborne pathogens with individual treatment was reduced by 0.34-3.77 log units, treatment with GEF + organic acid was reduced by 1.72-3.89 log units and treatment with GEF + organic acid + alcohol was reduced by 1.46-5.05 log units. By treatment with GEF + lactic acid + alcohol in scale-up model system for 10 min. Populations of *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium and *L. monocytogenes* were reduced by 3.42, 2.72 and 2.30 log units from the untreated control respectively. From the above result, aerosol sanitizer with natural antimicrobial agents and organic acid can be used as an environmental sanitation method with satisfying the consumer demand on safe food.

Key words: sanitation, aerosolization, natural antimicrobial, air sampler, stainless steel coupon

사회가 급속하게 발달하면서 식생활 패턴이 변화되며 또한, 지구 온난화의 영향으로 실내온도 상승 등 환경이 변화되어 국내·외 가공식품과 즉석식품에서 다양한 식중독 미생물이 검출되고 있다. 이에 따라 식중독 발생이 증가하고 있으며 규모면에서도 집단화·대형화되고 있다[1]. 2010년 우리나라 식중독 발생건수는 271건으로 총 7,218명의 환자가 발생하였고, 원인균으로는 병원성 대장균, 살모넬라, 황색포도상구균, 장염비브리오 등이었으며 특히 병원성 대장균이 가장 높은 환자 수를 발생시켰다. 식중독은 주로 미생물에 오염된 육류, 어패류를 섭취하거나 2차 오염된 주방기구가 원인인 것으로 분석되었다[2]. 이와 같은 병원성 미생물에 의해 발생하는 질병과 그에 따른 경제적 손실을 방지하기 위해 식품 자체뿐 아니라 식품을 취급하는 공간에 대한 미생물 관리가 중요시되고 있으며 그 결과 작업장의 공기, 조리 기구, 식품 제조기기 및 설비에 대한 사용되는 살균 소독제의 사용이 증가하고 있다[3].

작업환경에 대한 위생은 식품에 2차 오염되는 미생물을 대폭으로 낮출 수 있다는 점에서 식중독 예방을 위해 반드시 필요한 공정이다. 주로 작업환경에 대한 살균은 식품가공 공장에서 청소가 끝난 후 70~80% 알코올을 골고루 분무하여 공기 및 환경에 오염되어 있는 미생물을 살균하는 방법을 사용한다. 그러나 이때 사용되는 알코올은 분무에 의해 비교적 입자가 크게 뿌려지기 때문에 균일한 살균이 어려우며 또한 폭발 위험도 있어 사용이 제한될 수 있다. 알코올을 하기위해 사용되는 화학적 살균제로는 염소계, 요오드계 및 4급 암모늄계 살균제가 있다[4]. 그러나 최근 소비자의 건강 지향적 요구와 식품 첨가물의 안전성에 대한 인식이 증대되어 화학적 살균제에 대한 기피현상이 일어나고 있다.

이에 대한 대안으로 제시되고 있는 것이 천연항균제를 이용한 살균기술이다. 천연항균제는 천연소재를 이용하여 제조되며 현재 식품의 변질을 방지하거나 가공식품의 저장과 유통기한을 연장하기 위해 식품첨가물 등급으로 사

*Correspondence to: Se-Wook Oh, Department of Food and Nutrition, Kookmin University, Jeongneung-Ro 77 Seongbuk-Gu, Seoul 136-702, Korea
Tel: 82-2-910-5778, Fax: 82-2-910-4799
E-mail: swoh@kookmin.ac.kr

용되고 있다[5,6]. 특히 자몽종자추출물은 건강에 해롭지 않고, 폭발위험이 없는 안전한 천연항균제의 대표물질로 알려졌으며 미생물 세포벽 기능을 약화시키고, 부패 미생물 및 병원성 미생물에 대한 강력한 항균 작용을 나타낼 뿐만 아니라 다량의 토코페롤을 함유하고 있어 항산화 효과가 높으며 고유의 방취력이 있어 악취와 부패취를 없애는 데에도 유용한 물질로 잘 알려졌다[7]. 또한 유기산은 다양한 과일과 발효 산물로 식품에서 자연적으로 발견되는 천연물질이며 식중독 균에 대하여 항균력을 가지고 있고, 식품첨가물에 대한 미국 식품 의약국(FDA)의 안정성인 GRAS (Generally Recognized As Safe)로 입증되었다[8]. 유기산의 살균기작으로는 비해리된 분자가 이온화되면 세포막의 투과성이 변하여 기질이동이 방해되고, 세포내의 pH를 변화시켜 NADH 산화를 억제하여 전자 전달계의 영향을 미친다고 알려져 있다[9]. 안[10] 등은 유기산 종류와 미생물 종류에 따라 항균 효과도 다르다고 보고하였다. Profe[11] 등은 항균제 분무에 의한 양계장 살균은 가금육 생산을 증진시키는 효과적인 방법이라고 하였으며 또한 Fiser[12]는 양계장에서의 젖산 분무는 사육하는 닭의 건강을 증진시킬 수 있다고 하기도 하였다.

항균물질을 이용하여 미생물을 살균하는 방법으로는 오래전부터 침지법이 가장 보편적으로 사용되고 있으며 또한, 식품 위해 미생물을 줄이는데 비교적 효율적인 방법이지만 급식시설·공장 등 규모가 큰 장소에서의 적용이 어려운 단점이 있다. 이와 같은 단점은 보완하고자 수용액 살균제를 미세한 입자 형태로 전환시켜 식품과 환경 살균에 이용하려는 연구가 진행되고 있다[13]. 미세한 입자로 전환된 살균제(aerosol sanitizer)는 수용액 살균제가 가지는 단점인 표면장력이 없기 때문에 작은 틈, 격막, hydrophobic pocket 등에 침투 할 수 있어 효과적인 살균이 가능한 것으로 알려져 있다. 물에 녹는 살균제는 모두 에어로졸 상태로 전달 될 수 있어 미세한 틈 사이에도 원활하게 침투할 수 있다[14,15].

본 연구는 식품가공 공장 환경에 대한 위생관리기술로서 천연항균제 및 유기산으로 aerosol sanitizer를 제조하여 식품가공 공장 공기 살균 및 기기, 기구 살균을 위한 가능성을 타진하고자 하였다. 또한 기계와 기구 표면으로 쓰이는 stainless steel coupon을 이용하여 효율적인 위생과 식중독 미생물에 대한 살균효과를 검토하였다.

재료 및 방법

사용균주

Escherichia coli O157:H7 (ATCC 43895, ATCC 43899, ATCC 35150), *Salmonella* Typhimurium (DT 104, ATCC 6994, ATCC 14028), *Listeria monocytogenes* (ATCC 19114, ATCC 19115, ATCC 19116)를 tryptic soya broth (TSB; Oxoid, Hampshire, England)를 이용하여 37°C에서 18~24시간 배양하였다. 배양 균주는 4°C에서 4,000 × g의 조건으로 2분간 원심 분리하여 균을 수거한 뒤 0.85%(w/v) 생리식염수로 2회 washing 하였다. 이 후 3종의 균을 cocktail 하여 접종균주로 사용하였다.

시약 및 재료

천연항균제로 사용한 자몽종자추출물(grapefruit seed extract)은 서울식연(Seoul Food R&D, Seongnam, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 유기산 및 알코올 포함한 기타 모든 시약은 시그마(Sigma-Aldrich, Mo, USA)에서 구입하여 사용하였다. 유기산은 acetic acid, ascorbic acid, citric acid, fomic acid, fumaric acid, lactic acid, malic acid, propionic acid에 대하여 minimal inhibitory concentration을 측정하여 acetic acid, citric acid, lactic acid를 선발하여 사용하였다.

식품가공공장 표면 simulation

식품생산 공장 기기, 기구의 주요 구성물질인 stainless steel에 대한 simulation으로서 stainless steel coupon을 이용하여 항균효과를 측정하였다. 시험균을 stainless steel coupon (50 × 20 mm, 1 mm thick)에 10 µl 씩 총 100 µl을 점 접종 (spot inoculation) 하였으며, clean bench에서 2~3시간 건조한 후 실험에 사용하였다.

Cabinet 모델 실험

Model cabinet (28 × 28 × 28 cm)에 시험균이 접종된 stainless steel coupon을 놓고, 항균제를 aerosol 형태로(MH-150B, Mtec, Gimhae, Korea) 분무하여 상온에서 5분간 처리하였다. 처리가 끝난 후 0.2%(w/v) peptone water (Oxoid) 100 ml에 stainless steel coupon을 넣고, 200 rpm으로 60초간 stomacher (Bagmixer 400W; Interscience, St. Nom, France) 하고 10진 희석한 후 tryptic soya agar (TSA; Oxoid, Hampshire, England)에 도말하여 37°C에서 24시간 배양 후 잔존 균수를 계수하였다.

Scale-up 모델 실험

Scale-up 실험은 7.2 × 9.0 × 2.7 m 규모의 공간에서 실시하였다. 시험균이 접종된 stainless steel coupon을 지정 위치에 위치시켰으며 항균제는 대용량 분무장치인 Clenacide gold (Ultra Low Volume, Kukboscience, Cheongju, Korea)를 이용하여 발생시켰으며 상온에서 10분간 처리하였다. 처리 후 0.2%(w/v) peptone water (Oxoid) 100 ml과 수거한 stainless steel coupon을 넣고 200 rpm으로 60초간 stomacher 하였으며 10진 희석 후에 TSA에 도말하여 37°C에서 24시간 배양 후 잔존 균수를 계수하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였다. 얻어진 결과는 SPSS software (version 19.00, IBM, New York, USA)를 이용하여 ANOVA 실시 후 Tukey's test에 의하여 5%의 유의수준($p < 0.05$)에서 검정하였다.

결과 및 고찰

천연항균제, 유기산 개별 분무에 의한 항균효과

Escherichia coli O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes* 를 stainless steel coupon에 인위적으로 접종한 후 자몽종자추출물(GFE)과 유기산을 분무하여 살균효과를 측정하였다. 0.5%(w/w) GFE과 1%(w/w) 유기산을 독립적으로 cabinet 모델(28 × 28 × 28 cm)에서 5분간 처리하였을 때의 결과를 Table 1에 나타내었다. *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium, *L. monocytogenes*는 분무처리하지 않은 대조구에 비하여 GFE은 2.00, 1.62, 1.04 log로 수준의 유의적인 차이가 있는 저감이 발생하였으며($p < 0.05$). 유기산의 경우, acetic acid는 1.31, 2.92, 1.39 log, citric acid는 0.34, 3.54, 2.85 log, 그리고 lactic acid는 2.92, 3.77, 2.98 log 수준의 저감효과가 있는 것으로 측정되었지만 모두 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 따라서 사용된 농도에서 유기산 보다는 자몽종자추출물에 의한 저감효과가 큼을 알 수 있었다. 실험에 사용된 항균제 중에서 lactic acid가 가장 높은 살균력을 보였으며, 3가지 균주에 대하여 GFE와 유기산간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

천연항균제와 유기산 혼합 분무에 의한 항균효과

0.5%(w/w) GFE와 1%(w/w) 유기산 혼합물을 제조하여 분무하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium, *L. monocytogenes*를 처리하지 않은 대조구에 비하여 GFE과 병행 처리된 acetic acid는 1.72, 2.20, 1.55 log, GFE과 병행 처리된 citric acid는 2.68, 3.87, 2.99 log, 그리고 GFE과 병행 처리된 lactic acid는 3.39, 3.89, 4.44 log의 균 감소 효과를 보였지만 모두 유의적인 차이를 나타나지 않았다($p > 0.05$). GFE와 유기산을 병행 처리시는 단독 처리 시 보다 acetic acid에서 *E. coli* O157:H7은 0.41 log, *L. monocytogenes*는 0.16 log 균 감소 효과의 증가를 나타내었지만, *S.* Typhimurium는 균의 감소량이 적은 것으로 나타내었다. Citric acid에서 *E. coli* O157:H7은 2.34 log, *S.* Typhimurium는 0.33 log, *L. monocytogenes*는 0.14 log 균 감소 효과의 증가를 나타내었고, lactic acid에서 *E. coli* O157:H7는 0.47 log, *S.* Typhimurium는 0.12 log, *L. monocytogenes*는 0.67 log의 증가를 나타내었다. GFE와 유기산을 병행 처리하였을 때에도 3가지 미생물에 대하여 lactic acid를 혼합한 처리구가 가장 높은 살균력을 보였으나 각기 다른 미생물에 대하여 GFE와 유기산의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 따라서 전반적으로 GFE

Table 1. Population (log_{10} CFU/10 cm^2)[1)] of *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium and *L. monocytogenes* on stainless steel surface treated with grapefruit seed extract aerosol and organic acid aerosols in cabinet model system

Antimicrobials	Strains		
	E. coli O157:H7	*S.* Typhimurium	*L. monocytogenes*
Untreated	6.39 ± 0.20^{ax}	6.54 ± 0.41^{ax}	6.18 ± 0.07^{ax}
Grapefruit seed extract	4.39 ± 0.28^{ax}	4.92 ± 0.08^{abx}	5.14 ± 0.85^{bx}
Acetic acid	5.08 ± 0.88^{ax}	3.62 ± 3.16^{ax}	4.79 ± 0.28^{ax}
Citric acid	6.05 ± 0.33^{ax}	3.00 ± 2.65^{ax}	3.33 ± 2.89^{ax}
Lactic acid	3.47 ± 3.01^{ax}	2.77 ± 2.40^{ax}	3.20 ± 2.82^{ax}

[1)]Data represents means ± standard deviations of three measurements.
[a-c]Mean with the same letter within a row (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)
[x-z]Mean with the same letter within a column (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 2. Population (log_{10} CFU/10 cm^2)[1)] of *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium and *L. monocytogenes* on stainless steel surface treated with combined grapefruit seed extract aerosol and organic acid aerosols in cabinet model system

Antimicrobials	Strains		
	E. coli O157:H7	*S.* Typhimurium	*L. monocytogenes*
Untreated	7.01 ± 0.56^{ax}	6.87 ± 0.37^{ax}	6.42 ± 0.26^{ax}
GFE + acetic acid	5.29 ± 0.61^{ax}	4.67 ± 0.66^{ax}	4.87 ± 0.85^{ax}
GFE + citric acid	4.33 ± 0.58^{ax}	3.00 ± 2.65^{ax}	3.43 ± 2.98^{ax}
GFE + lactic acid	3.62 ± 3.16^{ax}	2.98 ± 2.58^{ax}	2.77 ± 2.40^{ax}

[1)]Data represents means ± standard deviations of three measurements.
[a-c]Mean with the same letter within a row (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)
[x-z]Mean with the same letter within a column (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)

Table 3. Population (log_{10} CFU/10 cm^2)[1)] of *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium and *L. monocytogenes* on stainless steel surface treated with combined grapefruit seed extract aerosol, organic acid and alcohol aerosols in cabinet model system

Antimicrobials	Strains		
	E. coli O157:H7	*S.* Typhimurium	*L. monocytogenes*
Untreated	8.20 ± 0.48^{ax}	7.92 ± 0.69^{ax}	6.93 ± 0.36^{ax}
GFE + acetic acid + alcohol	5.96 ± 0.58^{ayz}	5.18 ± 0.58^{abxy}	4.20 ± 0.35^{bx}
GFE + citric acid + alcohol	6.74 ± 0.14^{axy}	4.40 ± 0.35^{aby}	2.87 ± 2.50^{bx}
GFE + lactic acid + alcohol	4.94 ± 0.96^{az}	2.87 ± 2.50^{ay}	2.67 ± 2.31^{ax}

[1)]Data represents means ± standard deviations of three measurements.
[a-c]Mean with the same letter within a row (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)
[x-z]Mean with the same letter within a column (following the values) are not significantly different ($p < 0.05$)

와 유기산을 혼합함으로서 항균력이 증진되는 것으로 생각되었다.

알코올 첨가에 의한 항균력 증진

알코올은 일반적인 미생물, 곰팡이 등에 살균력을 가지고 있으며 삼투능력이 크기 때문에 세포 표면막을 파괴하여 단백질 변성작용을 유발하는 것으로 알려져 있다[16]. 김[17] 등에 의하면 알코올은 60~80% 농도에서 *E. coli*를 60초 안에 불활성화 시킨다고 하였다. 알코올 함량이 60% 이상 되어야 항균력이 높으나 식품첨가물에 알코올이 40% 이상 함유되어 있으면 소비자의 기호도가 저하되는 문제점이 있다고 하였다[18].

따라서 저농도의 알코올을 0.5% GFE + 1% 유기산 혼합용액에 첨가하여 항균력을 증진시키고자 하였다. Table 3은 20%(w/w) 알코올 첨가에 따른 *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium, *L. monocytogenes*에 대하여 처리하였을 때의 결과를 보여주고 있다. 처리하지 않은 대조구에 비하여 GFE와 알코올을 병용 처리한 유기산 중 acetic acid는 2.25, 2.75, 2.73 log의 균 감소효과를 보였고, 미생물에 대하여 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). GFE와 알코올을 병용 처리한 citric acid는 1.46, 3.52, 4.06 log의 균 감소효과를 보였고, 미생물에 대하여 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 그리고 GFE와 알코올을 병용 처리한 lactic acid는 3.27, 5.06, 4.26 log의 균 감소 효과를 보였지만 미생물에 대하여 유의적인 차이를 나타나지 않았다($p > 0.05$). 알코올 + GFE + 유기산 처리구는 GFE + 유기산 처리구 보다 acetic acid 첨가시 *E. coli* O157:H7는 0.52 log, *S.* Typhimurium는 0.54 log, *L. monocytogenes*는 1.18 log로 균 감소 효과의 증가를 나타내었다. Citric acid 첨가시 *L. monocytogenes*는 1.07 log로 균 감소 효과의 증가를 나타내었지만, *E. coli* O157:H7과 *S.* Typhimurium는 균의 감소량이 적은 것으로 나타내었다. Lactic acid 첨가시 *S.* Typhimurium는 1.16 log, *L. monoytogenes*는 0.61 log로 균 감소 효과의 증가를 나타내었지만, *E. coli* O157:H7은 균의 감소량이 적은 것으로 나타내었다. 3가지 미생물에 대하여 알코올 + GFE + lactic acid가 가장 높은 살균력을 나타내었으며, 각기 다른 미생물에 대하여 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$). 서로 다른 3가지 유기산에 대하여 *E. coli* O157:H7과 *S.* Typhimurium은 유의적인 차이가 나타났지만($p < 0.05$), *L. monoytogenes*는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 따라서 전반적으로 저농도의 알코올을 첨가함으로서 항균력이 증진되는 것으로 생각되었다.

Scale-up 모델에서 항균력 검정

세 종류의 유기산 중 항균력이 가장 높은 것으로 측정된 lactic acid를 이용하여 0.5%(w/w) GFE + 1%(w/w) lactic acid + 20%(w/w) alcohol로 구성되어 있는 항균제 조성물을 이용하여 Scale-up 모델(7.2 × 9.0 × 2.7 m) 공간에서 10분 동안 분무하여 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium, *L. monocytogenes*에 대하여 처리하지 않은 대조구와 비교하여 3.42, 2.72, 2.30 log 수준으로 미생물이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 서로 다른 미생물간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

연[4] 등은 stainless steel에 오염시켜 식품 제조시설에서

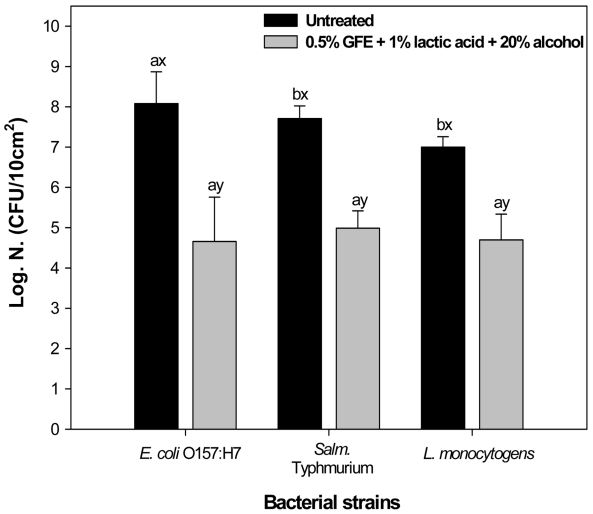

Fig. 1. Inhibitory effects of sanitizer (Developed sanitizer; 0.5% (w/w) GFE + 1%(w/w) lactic acid + 20%(w/w) alcohol) on stainless steel surface in scale-up model system. Values with different letters indicate significant difference ($p < 0.05$).

주로 이용되고 있는 차아염소산나트륨을 포함한 화학적 살균제 5종으로 5분간 처리했을 때 약 1.72~3.46 log 만큼의 감소가 있다고 하여 본 연구 결과와 유사한 것으로 생각되었다. 공[9] 등은 *S.* Typhimurium, *E. coli* O157:H7에 대하여 acetic acid가 비교적 높은 효과를 보였다고 하였으며 *L. monocytogenes*에 대해서는 lactic acid가 효과를 보였다고 하여 본 연구결과와 일부 유사하였다. 이[19] 등은 국내에서 유통되고 있는 5종류의 살균소독제를 aerosol 형태로 model cabinet (50 × 25 × 30 cm)에서 1시간 처리하였을 때, *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium, L. monocytogenes*에 대하여 과산화수소계가 세 가지의 미생물에서 4 log reduction 이상의 살균력을 나타내었다고 하여 화학적 항균제가 본 실험에 사용된 천연항균제 보다는 항균력이 다소 높다고 생각되었다.

천연항균제를 에어로졸로 전환시켜 작업공간의 공기나 기기, 설비를 살균하는 기술은 현재 사용되고 있는 화학적 살균제를 대체할 수 있는 새로운 기술이며 또한 천연항균제를 사용하기 때문에 소비자의 눈높이를 맞춘 실용적인 기술이라고 할 수 있다. 향후 살균효율을 증진하기 위하여 공기살균 전용 천연항균제 및 기기, 설비 전용 천연항균제 개발 및 평가가 이루어진다면 보다 효과적인 현장 위생관리가 가능할 것으로 생각되었다.

요 약

본 연구는 *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium 그리고 *Listeria monocytogenes*에 대하여 천연항균제와 유기산을 이용한 분무 살균제(aerosol sanitizer)의 살균효과를 검토하였다. 실제 가공공장의 주요 기계나 기구로 사용하는 stainless steel을 coupon으로 이용하여 인위적으로 접종한 식중독 미생물을 model cabinet에서 5분 동안 자몽종자추출물(grapefruit seed extract), acetic acid, citric acid 그리고 lactic acid로 처리 하였다. 3가지 식중독 미생물의 수는 GEF와 유기산 단독 처리시 0.34-3.77 log의 균 감소를 나타내었고, 병행 처리시 1.72-3.89 log의 균 감소를 나타내었고 GEF, 유기산 그리고 알코올을 병행 처리시 1.46-5.05 log의 균 감소효과를 나타냈다. 세 종류의 유기산 중 항균력이 가장 높은 것으로 측정된 lactic acid를 이용하여 scale-up 모델에서 10분 동안 처리 한 결과는 *E. coli* O157:H7, *S.* Typhimurium 그리고 *L. monocytogenes*는 각각 3.42, 2.72, 2.30 log의 균 감소를 나타내었다. 따라서 천연항균제와 유기산을 이용한 분무 살균제는 안전한 식품에 대한 소비자의 수요를 충족시키고, 환경 위생 방법으로 사용할 수 있다고 생각되었다.

참고문헌

1. Choi, T.Y.: Biocidal effect of a sanitizer/disinfectant, foodsafe, against bacteria, yeast, and mycobacteria. *Korean J. Clin. Microbiol*, **11**, 117-122 (2008).
2. Korea Food and Drug Administration: Trends in foodborne illness occurred [Online]. Available from http://www.kfda.go.kr/fm/index.do?nMenuCode=67. Accessed June 26, 2011.
3. Park, H.K., Park, B.K., Shin, H.W., Park, D.W., Kim, Y.S., Cho, Y.H., Lee, K.H., Kang, K.J., Jeon, D.H., Park, K.H. and Ha, S.D.: Evaluation of effectiveness of sanitizers and disinfectants used in domestic food processing plants. *Korean J. Food Sci. Techonol*, **37**, 1042-1047 (2005).
4. Yeon, J.H., Kim, I.J., Park, K.H., Park, B.K., Park, K.H., Park, D.W., Kim, Y.S., Kim, H.I., Jeon, D.H., Lee, Y.J. and Ha, S.D.: Treatment and effect of sanitizers and disinfectants in animal food manufacturing plant. *Korean J. Food Sci. Technol*, **38**, 599-603 (2006).
5. Cho, K.H. and Park, S.G.: Antibacterial effects on *Bacillus Stearothermophilus* by adding natural grapefruit seed extracts in soymilk. *J. Korean Ind. Eng. Chem*, **16**, 139-143 (2005).
6. Jang, M.R., Lee, J.H., Seo, J.E. and Kim, G.H.: Antibacterial activities of essential oil from *Zanthoxylum schinifolium* against food-borne pathogens. *Korean J. Food Cookery Sci*, **26**, 206-213 (2010).
7. Lee, H.A., Nam, E.S. and Park, S.I.: Antimicrobial activity of Maesil(*Prunus mume*) juice against selected pathogenic microorganisms. *Korean J. Food & Nutr*, **16**, 29-34 (2003).
8. Akbas, M.Y. and ölmez, H.: Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Lett. Appl. Microbiol*, **44**, 619-624 (2007).
9. Kong, Y.J., Park, B.K. and Oh, D.H.: Antimicribial activity of *Quercus mongolica* leaf ethanol extract and organic acids against food-borne microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol*, **33**, 178-183 (2001).
10. Ahn, Y.S. and Shin, D.H.: Antimicribial effects of organic acids and ethanol on several foodborne microorganisms. *Korean J. Food Sci. Technol*, **31**, 1315-1323 (1999).
11. Profe, D. and Steiger, A.: Aerosol distribution in the air on surfaces of the animal house. *Taguingsbericht,* **197**, 113-120 (1982).
12. Fiser, A.: Disinfection of air and dust in fattening houses for chickens by lactic acid aerosol. *ACTA VET. BRNO*, **47**, 173-183 (1978).
13. Kim, Y.H., Jo, Y.J., Kim, Y.J., Koo, M.S., Lee, J.K. and Oh, S.W.: Effects of aerosolized sanitizers of different droplet sizes on foodborne pathogen reduction. *Food Sci. Biotechnol,* **17**, 664-668 (2008).
14. Oh, S.W., Gray, P.M., Dougherty, R.H. and Kang, D.H.: Aerosolization as novel sanitizer delivery system to reduce food-borne pathogens. *Lett. Appl. Microbiol*, **41**, 56-60 (2005).
15. Oh, S.W., Dancer, G.I. and Kang, D.H.: Efficacy of aerosolized peroxyacetic acid as a sanitizer of lettuce leaves. *J. Food Prot*, **68**, 1743-1747 (2005).
16. Lee, J.S., Oum, B,S., Lim, D.W. and Chang, C.H.: The minimum concentration and preservation time of ethanol for sterilization of donor sclera : In vitro study. *J. Korean Ophthalmol.*

Soc, **42**, 495-500 (2001).
17. Kim, H.I., Jeon, D.H., Yoon, H.J., Choi, H.C., Eom, M.O., Sung, J.H., Park, N.Y., Won, S.A., Kim, N.Y. and Lee, Y.J.: Evaluation of the efficacy of sanitizers on food contact surfaces using a surface test method. *J. Fd. Hyg. Safety*, **23**, 291-296 (2008).
18. Jeong, E.J., Park, L.Y., Park, H.J. and Lee, S.H.: Antibacterial effect of chitosan and grape seeds extracts against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli. J. Chitin Chitosan*, **16**, 27-32 (2011).
19. Lee, S.Y., Jung, J.H., Jin, H.H., Kim, Y.H. and Oh, S.W.: Inhibitory effect of aerosolized commercial sanitizers against foodborne pathogens. *J. Fd. Hyg. Safety*, **22**, 235-242 (2007).