

육가공 작업장에서 발생하는 바이오에어로졸 저감을 위한 살균제 효능 실증 평가

황주영¹ · 최 원¹ · 김두영¹ · 안우주¹ · 이우제² · 김기연^{1,2*}

¹서울과학기술대학교 일반대학원 안전공학과, ²서울과학기술대학교 안전공학과

Efficacy Evaluation of Disinfectant for Reducing Bioaerosols Generated in a Meat Processing Workplace

Ju-Young Hwang¹ · Won Choi¹ · Doo-Young Kim¹ · Woo-Ju An¹ · Woo-Je Lee² · Ki-Youn Kim^{1,2*}

¹Department of Safety Engineering at the Graduate School of Seoul National University of Science and Technology

²Department of Safety Engineering, Seoul national University of Science and Technology

ABSTRACT

Objectives: This study aims to compare and evaluate the reduction efficiency of disinfectants used in the domestic meat processing industry to reduce bioaerosol exposure of meat industry workers and to use this as basic data for establishing work environment management measures.

Methods: Thirteen disinfectants sold in South Korea were selected for evaluation and the bacterial reduction effect of the disinfectants was investigated. Bacterial suspension and surface disinfection tests were conducted to compare and analyze the antibacterial strength of the disinfectants. Pork carcasses, cutting boards, benches, and conveyor belts were selected for surface sterilization tests.

Results: As a result of the bacterial suspension experiment test, all disinfectants had a bacterial reduction efficiency of more than 86%. Among them, the bacterial reduction efficiency of chlorine disinfectants was 99.93% on average. In the results of the pork carcass surface sterilization test, the rate of reduction of disinfectants made of quaternary ammonium compounds (QACs) was the highest. Tests of plastic cutting boards showed that chlorine disinfectants had the best sterilization effect. Experiments on stainless steel benches showed the best bacterial reduction efficiency for chlorine dioxide and QACs disinfectants. In the conveyor belt made of urethane, QACs disinfectants showed excellent sterilization effects.

Conclusions: The study evaluated the disinfection power of disinfectants against bacteria occurring in domestic meat processing plants. All disinfectants were found to be effective in bacterial suspension experiments, and chlorine disinfectants were particularly effective. In surface sterilization experiments, sterilizing agents with QACs as the main ingredient were excellent.

Key words: bioaerosol, disinfectant, meat processing, sterilization efficacy


I. 서 론


육가공은 소, 돼지 등의 가축을 도축하여 부위별로 분할하는 작업으로 '생고기를 보다 맛있고 먹기 좋게 하거나 가공'이라는 사전적 정의를 지니고 있다. 또한 통계청에서 분류한 전국 사업체 중 도축, 육류 가공 및 저


장 처리업은 식품 산업 중에서 수렵물을 포함한 각종 육지동물을 도축 및 가공하여 신선·냉장·냉동한 고기를 생산하거나 육류를 건조·훈연·염장·염수장 및 기타 방법으로 가공 및 저장처리한 고기 가공품, 소시지 및 유사제품, 식용 또는 비식용의 짐승고기 분말 등을 생산하는 산업활동을 말한다. 따라서 육가공은 도축, 육

*Corresponding author: Ki-Youn Kim, Tel: 02-970-6376, E-mail: kky5@seoultech.ac.kr
232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811


Received: May 7, 2021, Revised: May 27, 2021, Accepted: June 20, 2021


 Ju-Young Hwang <http://orcid.org/0000-0001-8245-1027>

 Doo-Young Kim <http://orcid.org/0000-0001-7509-1556>

 Woo-Je Lee <http://orcid.org/0000-0001-8227-3281>

 Won Choi <http://orcid.org/0000-0001-7308-5204>

 Woo-Ju An <http://orcid.org/0000-0001-7237-2524>

 Ki-Youn Kim <http://orcid.org/0000-0001-6889-8548>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

류 가공 및 저장 처리업에 속한다.

농업, 식품 산업 등 많은 양의 유기물이 존재하는 특정 산업 분야에서는 바이오에어로졸(bioaerosol)이 다량으로 방출될 수 있다(Theisinger & Smidt, 2017). 육류는 영양 및 단백질이 풍부하여 미생물이 성장하기 좋은 기질이며, 생육은 미생물에 의해 콜로니 형성이 쉽게 될 수 있다(Shilenge et al., 2017). 소 도살장에서 대부분의 공정은 바이오에어로졸의 생성과 관련이 있고 (Jericho et al., 2000) 도살된 가축이 도살장 내 부유하는 박테리아의 발생원이 되어 도살 작업장 표면 및 장비에 가라앉을 가능성이 있다(Sutton, 2004). Sutton (2004)은 식품 가공장 내 비위생적인 환경 조건으로 공기 중 부유하는 박테리아를 하나의 원인으로 보고하였다. 식품 가공에 있어 바이오에어로졸로 인해 식품이 오염될 가능성이 있고 이는 도축, 발골 등의 행위를 하는 동안 공기 중에 부유할 수 있다(Shale & Lues, 2007). 식품 가공업에서 공기 중에 부유하는 박테리아, 효모, 곰팡이와 같은 바이오에어로졸을 완벽하게 제거하여 유지하는 것은 거의 불가능하기 때문에(Brandi et al., 2014) 이를 최대한 저감시킴으로써 해당 작업 종사자들이 바이오에어로졸에 노출되는 환경을 개선할 필요가 있다.

통계청에 따르면 2019년 기준 국내 도축, 육류 가공 및 저장 처리업은 전국 3,029개소로 총 51,332명의 근로자가 종사하고 있다. 국외 선행연구 자료 결과들에 근거하면 지육 자체에서 바이오에어로졸이 발생하고 이러한 지육을 다루는 도축업이나 육가공업 종사자들은 바이오에어로졸에 무방비로 노출되어 있다고 볼 수 있다.

그러나 도축업이나 육가공장에서 발생하는 바이오에어로졸에 대한 근로자 노출평가 및 저감기술 등에 대한 연구들은 아직까지 국내외적으로 수행된 바 없다.

따라서 본 연구는 도축 및 육가공업에서 유래하는 바이오에어로졸의 발생을 저감하기 위해 현재 국내 육가공업에서 상용화되고 있는 살균소독제 13종에 대해 미생물 중 세균의 제어 효율을 비교 평가하여 육가공업 종사자들의 바이오에어로졸 노출 저감을 위한 작업환경 관리 방안 설정의 기초 자료로 활용하는 데 목적을 두고 있다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

살균소독제의 세균 저감 효과를 조사하기 위해 국내에서 판매되고 있는 13개의 소독제들을 평가 대상으로 선정하였으며, 각각의 소독제의 주성분은 <Table 1>에 제시하였다. 살균 소독력 시험 중 표면 세균 시험은 지육(돈피), 작업용 도마(플라스틱), 작업대(스테인리스 강판), 컨베이어벨트(우레탄)를 대상으로 선정하였다.

2. 연구 방법

13가지 살균소독제의 제균력을 비교·분석하기 위해 식품 및 식품첨가물공전에 공시된 ‘살균소독력시험법’ 중 세균현탁액시험법과 표면 직접 분사 시험을 통해 측정하였다. 세균 측정에 이용된 장비는 ATP 측정기(3M, 70200788068, USA)와 일반세균용 페트리필름(Aerobic Count)(3M, 70200572157, USA)으로 표면시험을 통

Table 1. The main ingredient of the 13 disinfectants subjected to experiment

Disinfectant	Main ingredients	In-use concentration
A	Alcohol	75.00%
B	Alcohol	75.00%
C	Quaternary ammonium compounds(QACs)	250 multiples dilution of undiluted solution
D	Sodium hypochlorite(Chlorine)	250 multiples dilution of undiluted solution
E	Quaternary ammonium compounds(QACs)	Less than 200 ppm
F	Alkaline water	Undiluted solution
G	Peracetic acid	1.00%
H	Peracetic acid	0.18%
I	Quaternary ammonium compounds(QACs)	2.00%
J	Quaternary ammonium compounds(QACs)	4.00%
K	Quaternary ammonium compounds(QACs)	0.04%
L	Quaternary ammonium compounds(QACs)	0.04%
M	Chlorine dioxide(ClO ₂)	0.05%

한 즉각적인 세균 저감 수치를 확인하였다. 시료 채취를 위해 사용된 시약봉은 ATP 측정기용 3M Clean-trace Surface ATP test(3M, GH620522827, USA)와 페트리필름 접종용 3M Pipette Swab(3M, WH400066780, USA)으로 설비 및 지육 각각의 표면을 샘플링하여 실험에 사용하였다.

ATP 측정기는 미생물의 ATP를 측정하여 미생물의 수가 아닌 오염도를 수치로 표시하여 값으로 나타낸 것으로, 단위는 집락형성단위(Colony Forming Units, CFU)가 아닌 상대발광단위(Relative Light Units, RLU)를 적용한다. 살아있는 세포는 모두 ATP(Adenosine triphosphate)를 가지고 있고, 식품의 저장기간이 경과함에 따라 오염된 미생물이 증가한다. 따라서 상대적으로 ATP 함량도 증가하므로 ATP 측정기를 통해 상대발광단위(RLU)를 얻음으로써 오염도를 측정한다.

일반세균용 페트리필름(AC)은 그람 양성 및 음성균 등의 일반세균을 검출함으로써 식품에서 미생물의 총수 측정 시 사용한다. 샘플 채취 후 페트리필름에 1 mL 접종하여 35(±1)°C의 온도로 설정된 인큐베이터에서 48(±2)시간 동안 배양하여 성장한 붉은색 콜로니(colony)를 계수하여 균수를 판독한다. 페트리필름의 균수 판독은 300 미만의 경우 붉은색 집락을 세고, 300 이상의 경우 한 격자(1 × 1 cm²)에서 발생한 균락에 20(페트리필름 판독면적 : 20 cm²)을 곱해 판독하였다.

본 실험에 사용된 균주는 육가공장 내 대표적으로 생성되는 *Pseudomonas azotoformans*, *Staphylococcus warneri*, *Neisseria+Paenibacillus favisporus*를 혼합하여 사용하였다.

1) 세균 현탁액 시험

세균 현탁액 시험을 위해 실험용 종균 배양액을 각 1 mL씩 시험관에 분주하고 각 살균소독제별로 농도를 희석하여 준비하였다. 멸균희석액 9 mL에 배양액 1 mL를 넣어 제조한 1 : 10 희석액 1 mL를 다시 멸균희석액 9 mL에 넣어 1 : 100 희석액을 제조하였다. 본 실험에서는 같은 방법으로 1 : 1000 희석액을 제조하여 10³배 희석액을 사용하였다.

희석한 배양액에 살균제 1 mL를 분주하고 20초간 균질화시킨 후 10분 이상 정치하였다. 균질화된 현탁액은 피펫을 이용하여 페트리필름에 1 mL 접종하였다. 배양액의 초기농도는 10배수부터 측정이 가능한 배수

까지 희석하여 페트리필름에 접종하고 32°C로 설정된 인큐베이터에서 24시간 배양하였다. 그 후 균수를 판독하여 평균 농도를 산출하였다.

2) 표면 직접 분사 시험(지육)

설비 시험과 마찬가지로 각각의 살균소독제를 동종의 소분 용기에 500 mL씩 소분하여 준비해 두었다. 지육을 6 × 6 cm²의 넓이로 나누어 직경 9 cm의 페트리 접시 14개(살균소독제 13개, 무처리 1개)에 옮겨 담고 지육 또한 시간별로 ATP 측정기 및 페트리필름을 통한 미생물 측정을 위해 구획당 6개의 구역으로 나누었다. 배양액을 설비 표면의 모든 구획에 각 1 mL씩 접종하고 30분간 방치 후 각각의 지육에 대한 살균소독제 처리 전의 초기농도를 측정하였다. 초기농도 측정 후 각각의 살균소독제를 10 mL 분사하고 5분 후, 10분 후에 각각의 지육에 대한 미생물을 측정하였다.

3) 표면 직접 분사 시험(설비)

각각의 살균소독제는 동종의 소분 용기에 500 mL씩 소분하여 준비해 두었다. 설비 표면 분사 시험에서는 실험 전 설비를 한 번 세척한 후 사용하였다. 세척한 설비는 각각 10 × 10 cm² 넓이의 14개(살균소독제 13개, 무처리 1개) 구획으로 나누고 시간별로 ATP 측정기 및 페트리필름을 통한 미생물 측정을 위해 구획당 6개의 구역으로 나누었다. 배양액을 설비 표면의 모든 구획에 각 1 mL씩 접종하고 30분간 방치하였다. 그동안 멸균 백에 멸균거즈 삽입 후 각각의 살균소독제를 10mL 분사하여 방치 후 각각의 구획에 살균소독제 거즈를 올려 둔 상태로 10분간 방치하였다. 거즈 수거 후 즉시, 1시간 후, 2시간 후에 각각의 구획에 대한 샘플을 채취하여 미생물을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 세균 현탁액 시험 결과

살균제 분주 전후의 세균 저감률을 확인하기 위해 배양액의 초기농도를 산출하였다. 초기농도는 10배수부터 희석하여 페트리필름에 접종 후 측정이 가능한 배수까지 희석하여 균락 측정 후 평균 농도로 설정하였고 산출한 값은 <Table 2>와 같다. 10배수부터 10⁴배수 희석 배양액은 균이 너무 많아 측정이 불가능했다. 10⁵배수 희석 배양액에서 균 800개, 10⁶배수 희석 배양액에서

Table 2. Averaged initial concentration of cultured bacteria (Unit : CFU/mL)

Dilution factor	Colony
10	Not measurable
10 ²	Not measurable
10 ³	Not measurable
10 ⁴	Not measurable
10 ⁵	800
10 ⁶	68
Avg	74,000,000

균 68개가 검출되어 평균값인 74,000,000 CFU/mL의 초기농도를 산출하였다. 세균 현탁액 시험의 살균소독제별 저감률은 <Figure. 1>에 제시하였다.

표면에 부착되어 있는 세포가 현탁액에 있는 세포보

다 살균제에 대한 내성이 더 높고(Wirtanen et al., 2001) 모든 균주는 현탁액 시험에서 살균제에 민감하다(Fagerlund et al., 2017). 본 연구의 현탁액 시험 결과 또한 모든 살균소독제의 세균 저감 효율이 86% 이상으로 대체적으로 우수했다. Wirtanen et al. (2001)의 연구 결과에 따르면 Pseudomonas 종균에서의 소독제 효율은 염소계 소독제가 살균작용에 가장 효과적인 것으로 나타났다. 본 실험에서도 주성분이 차아염소산나트륨으로 염소계 소독제인 “D” 소독제의 세균 저감 효율이 평균 99.93%로 가장 효과가 좋았다.

2. 표면 직접 분사 시험(지육) 결과

지육은 설비와는 다르게 유기물이므로 같은 지육이라 하더라도 위치 및 부위별로 세균의 오염 정도가 다를

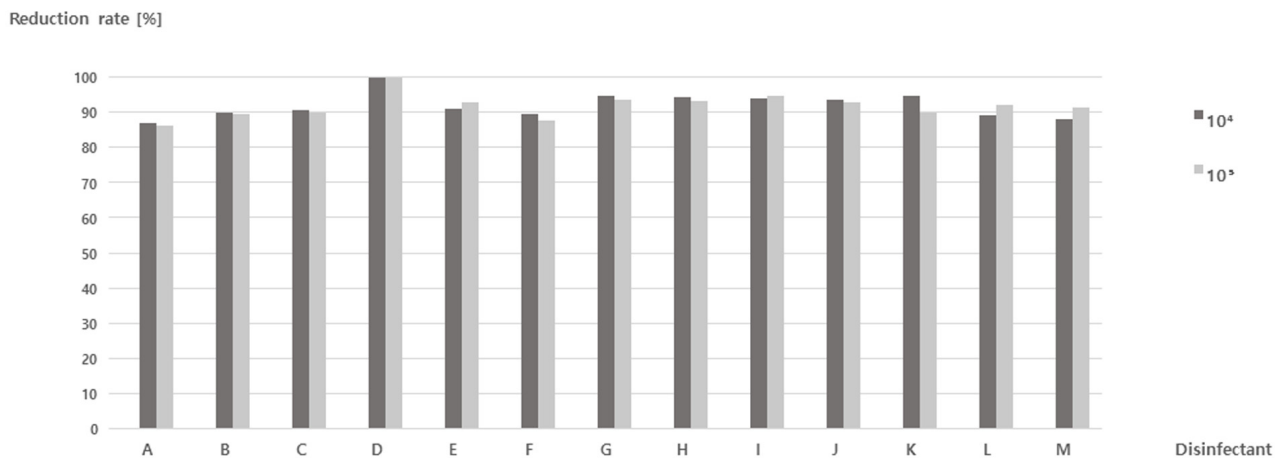


Figure 1. Reduction effect of 13 disinfectants in bacterial suspension experiment

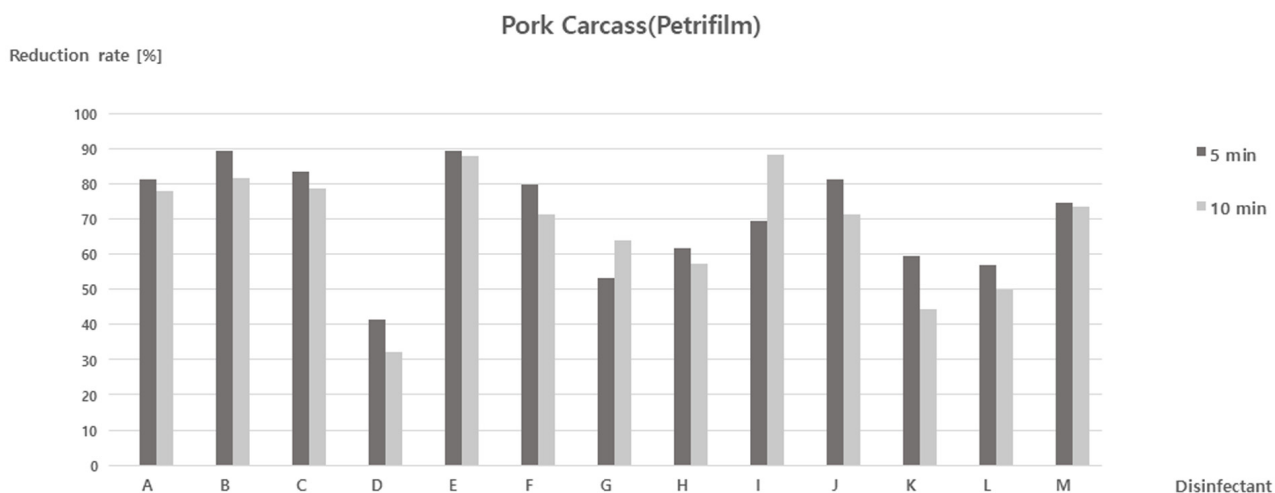


Figure 2. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in pork carcass by petrifilm

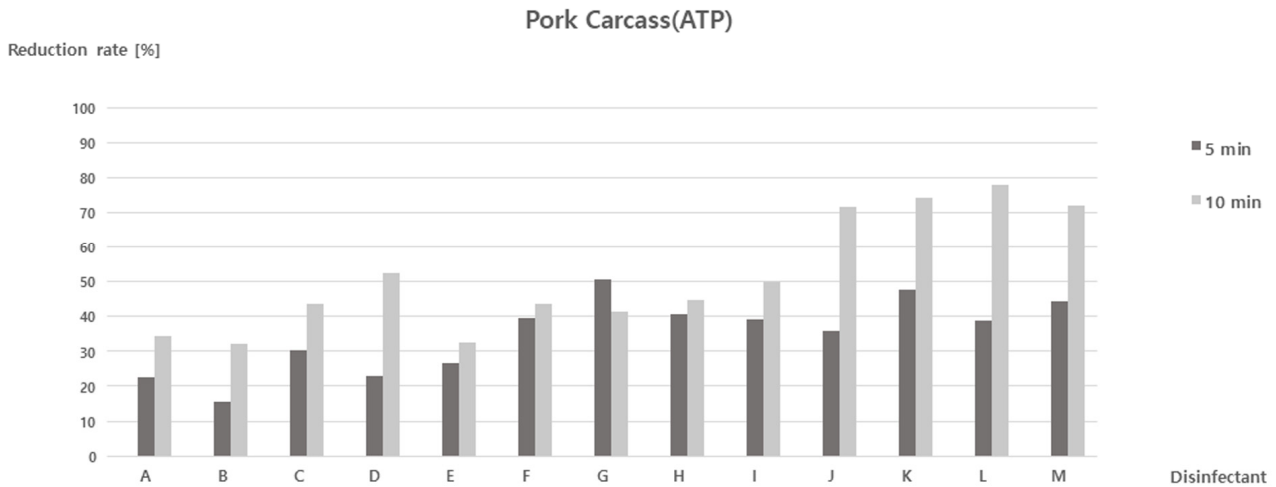


Figure 3. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in pork carcass by ATP measuring instrument

수 있다. 또한 빠른 시간 내에 지육 표면에 유기물이 번식할 가능성이 있으므로 살균 지속 시간을 5분 간격으로 설정하여 샘플링하였다. 따라서 지육에 대한 표면 직접 분사 시험은 소분한 지육별로 초기농도를 측정하였고 살균소독제 도포 후 농도와 비교한 저감률을 확인하였다. 지육 표면 살균 시험 결과는 <Figure. 2> 및 <Figure. 3>과 같다. 페트리필름을 이용한 분석 결과에서는 “E” 소독제, ATP 측정기를 이용한 분석 결과에서는 “L” 소독제가 평균적으로 우수한 살균 효과를 나타내었다. “E” 소독제와 “L” 소독제는 주성분이 모두 4급 암모늄이었다. 식품의약품안전처 「기구 등의 살균·소독제 현장 가이드라인」(2020)에 따르면 4급 암모늄 계열 살균소독제는 친수기와 소수기를 동시에 함유하고 있어 미생물의 세포막에 작용하고 세포 내 물질을 유출시켜 미생물을 제거하는 원리를 가지고 있다. 따라서 4급 암모늄 소독제가 유기물인 지육의 세포막에 작용함으로써 살균제 분포 전에 접촉했던 배양액의 균주뿐만 아니라 지육 자체의 유기물까지 제거하여 저감률이 가장 높았던 것으로 판단된다.

지육의 표면 직접 분사 시험의 경우 데이터의 변동이 심했지만 이는 지육이 유기물이라는 점을 감안하여야 한다. 지육이 유기물이기 때문에 살균제를 도포하였더라도 지육 표면 조직 자체에서 유기물이 새로이 생성될 가능성이 있어 시간 경과 후 세균 수치가 감소하지 않고 오히려 증가하는 경향을 보였던 것으로 사료된다. 또한 표면 검사 시 표면이 매끄럽지 않아 같은 위치를 샘플링 했더라도 시약봉에 일정하게 시료가 채취되지 않

았을 개연성이 있다. 따라서 시료 채취 시 시약봉에 배양액이 제대로 채취되지 않았을 수도 있다는 점 또한 본 연구의 제한점으로 볼 수 있다.

3. 표면 직접 분사 시험(설비) 결과

설비(작업용 도마, 작업대, 컨베이어벨트)에 대한 표면 직접 분사 시험에서는 분할한 14개 구획 중 살균소독제 무처리 구획의 농도를 초기농도로 보았다. 나머지 13개 구획은 각각의 살균소독제 처리 후 농도를 측정하여 초기농도 대비 처리 후 농도의 저감률을 계산하여 세균 저감 효과를 확인하였다. 설비의 샘플링 시간은 거즈 수거 후 즉시, 거즈 수거 후 1시간 간격으로 설정하여 살균소독제의 효과가 가장 좋은 지속 시간대를 알아보기 위해 다양하게 설정하였다.

1) 작업용 도마

작업용 도마에 대한 표면 직접 분사 시험 결과는 <Figure. 4> 및 <Figure. 5>와 같다. 페트리필름과 ATP 측정기를 이용한 분석 결과에서 공통적으로 “D” 소독제의 살균 효과가 가장 우수한 것으로 평가되었다. 실험에 사용한 플라스틱 재질의 작업용 도마이다. 플라스틱 재질의 물건을 살균·소독하는 방법 중 굵은 소금으로 문질러 물로 씻어내는 방법이 있다. “D” 소독제는 주성분이 차아염소산나트륨으로 소금을 전기분해하여 생성된 수산화나트륨과 염소를 합성시켜 제조한다. 따라서 굵은 소금이 플라스틱 도마에 대해 살균 효과가 있기 때문에 소금을 활용하여 제조한 차아염소산나트륨

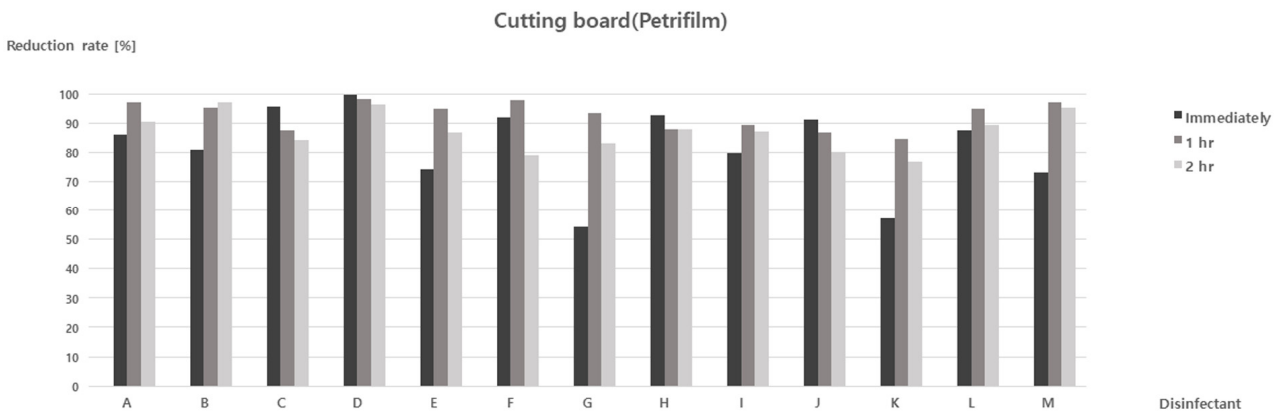


Figure 4. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in cutting board by petrifilm

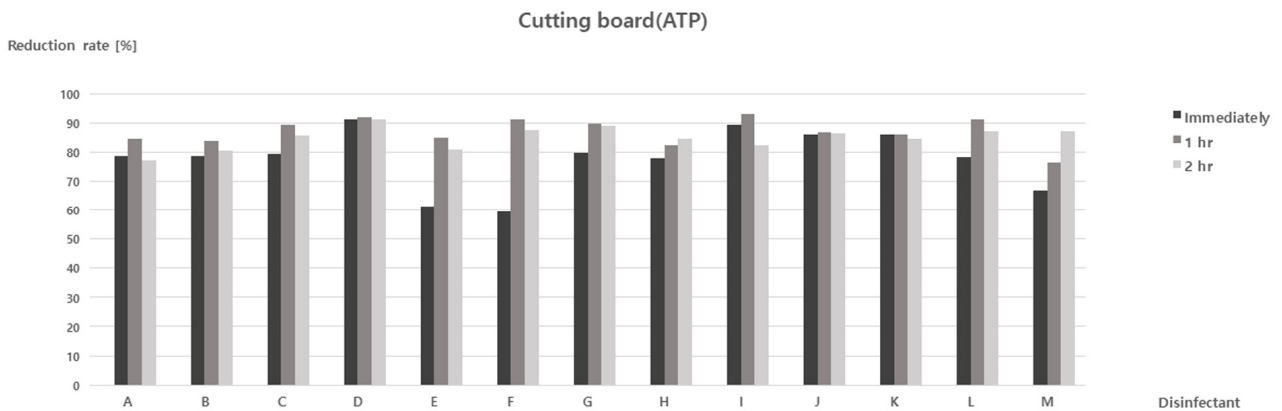


Figure 5. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in cutting board by ATP measuring instrument

이 도마의 살균작용에 기여한 것으로 판단된다.

2) 작업대

작업대에 대한 표면 직접 분사 시험 결과는 <Figure. 6> 및 <Figure. 7>과 같다. 페트리필름을 이용한 분석

결과에서는 세균 저감률을 살펴볼 때 “M” 소독제의 살균 효과가 평균적으로 가장 우수했다. ATP 측정기를 이용한 분석 결과에서는 “K” 소독제의 살균 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다.

Frank & Chmielewski(1997)의 연구 결과에 따르

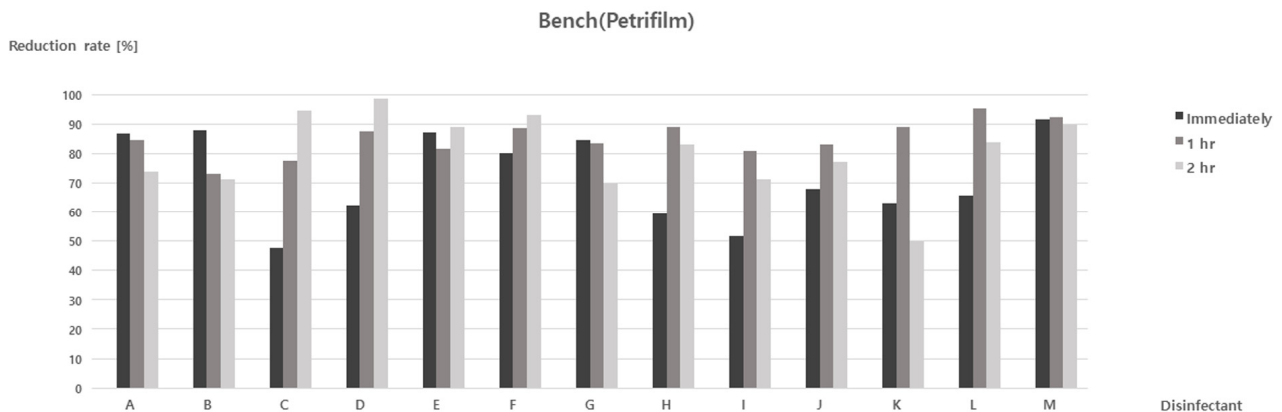


Figure 6. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in bench by petrifilm

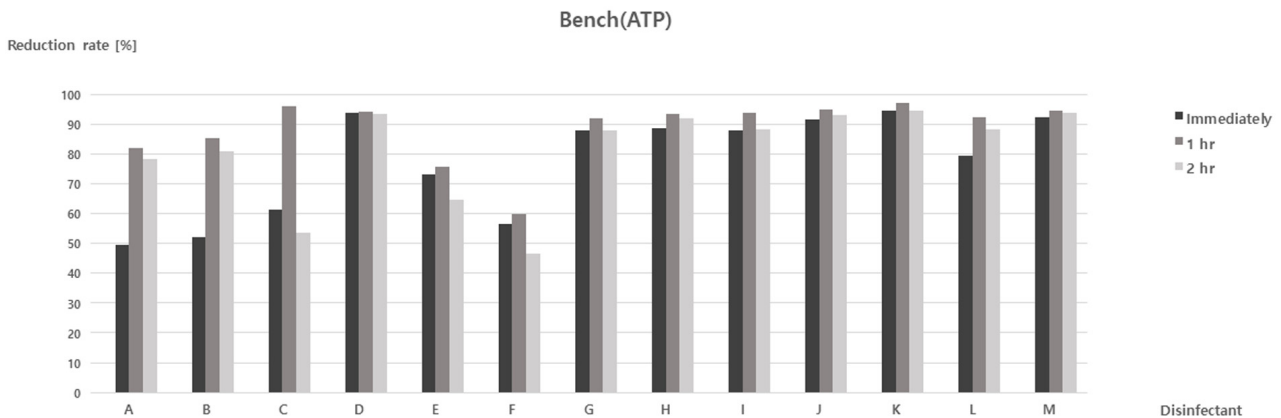


Figure 7. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in bench by ATP measuring instrument

면 싱크대 및 작업대 표면의 소독 실험에서 스테인리스 강에 잔류하는 포도상구균(*Staphylococci*)이 4차 암모늄 화합물 및 염소에 의해 쉽게 소독된다. 본 실험에 사용된 작업대의 재질은 스테인리스 강판이고 이 작업대에 접종된 종균 포도상구균(*Staphylococcus warneri*) 이 이산화염소 성분의 “M” 소독제와 4급 암모늄 성분의 “K” 소독제에 소독됨으로써 세균 저감 효율이 우수했던 것으로 판단된다.

3) 컨베이어벨트

컨베이어벨트에 대한 표면 직접 분사 시험 결과는 <Figure. 8> 및 <Figure. 9>와 같다. 페트리필름을 이용한 분석 결과에서는 대체적으로 알코올 성분의 “B” 소독제와 4급 암모늄 성분의 “E” 또는 “K” 소독제의 살균 효과가 우수했다.

Fagerlund et al.(2017)의 연구에서 육가공 환경의 온습도 조건으로 식품 산업에서 적용하는 세척 및 소독

과정을 적용하였을 때 컨베이어벨트에 형성되었던 균주는 *Pseudomonas*와 *Acinetobacter*가 우세했다. 살균제에 내성이 높다고 알려진 *Pseudomonas* 균종 중 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*)의 생물막은 4급 암모늄에 의해 효과적으로 제거되었다(Harisson et al., 2008). 따라서 본 실험에 사용된 균주 중 *Pseudomonas azotoformans*가 4급 암모늄을 주성분으로 하는 “E” 소독제와 “K” 소독제에 제거됨으로써 저감률이 높았던 것으로 판단된다.

실험에 사용된 균주 중 하나인 *Staphylococcus*종의 황색 포도상 구균은 도살 환경에서 광범위하게 발견되는(Lues et al., 2007) 균주이다. Shale et al.(2006)의 연구 결과에서는 붉은 고기 도살장에서의 바이오에어로졸 내 포도상구균(*Staphylococci*)이 정부에서 제시한 바이오에어로졸의 최대 권장 한도보다는 낮지만 조사한 도살장에서 모두 다양한 농도로 검출되었다. Jessen & Lammert(2003)는 육가공장에서 소독제를 사용하는

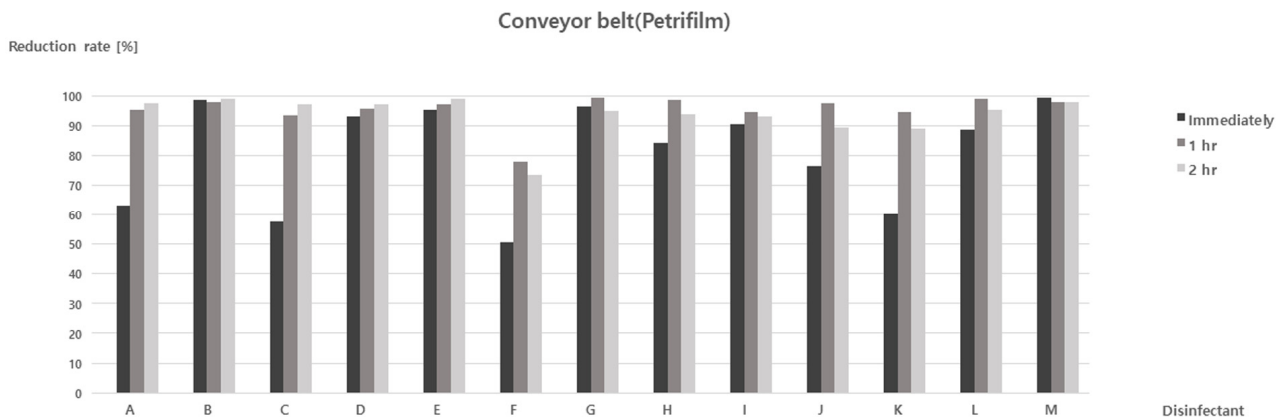


Figure 8. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in conveyor belt by petrifilm

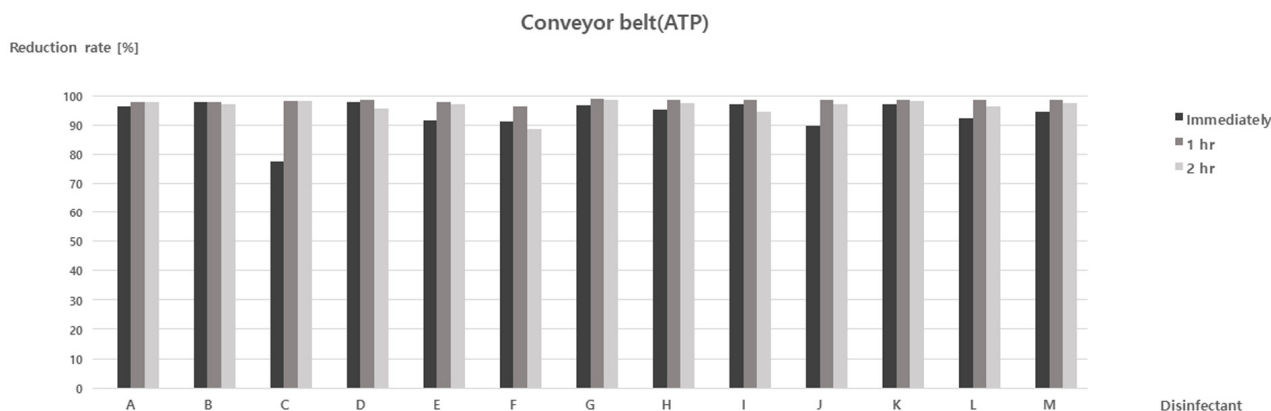


Figure 9. Bacterial reduction rate of 13 disinfectants in conveyor by ATP measuring instrument

방법에 따라 바이오에어로졸의 검출 농도가 다양하다고 보고했다. 따라서 작업자의 건강 또는 식품을 취급하는데 있어서 육가공장 내의 바이오에어로졸의 농도를 조절함으로써 살균소독은 매우 중요한 부분을 차지하고 있다고 볼 수 있다.

Wirtanen et al.(1997)의 연구에 따르면 유제품 내 부패의 원인이 되는 *Pseudomonas fragi*는 건조된 설비 표면에서 현탁액보다 살균제에 대한 내성이 더 강하다는 것을 알 수 있다. 같은 종균(*Pseudomonas azotoformans*)을 사용한 본 실험 또한 설비 표면시험보다 현탁액 시험의 살균 효율이 더 우수한 것을 확인할 수 있었다.

설비의 표면 직접 분사 시험의 경우 살균 처리 전 세균의 초기농도에 비해 살균 처리 후 세균의 농도가 감소하는 추세를 보였지만 시간 경과에 따라 세균의 농도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 살균소독제가 즉각적인 효과만 있거나 살균의 지속성이 2시간 미만인 것으로 해석이 가능하다. 또한 실증 규모의 설비 규모로 인해 클린 벤치(clean-bench)에서의 실험이 불가능하여 외부에서 실험이 수행되었기 때문에 낙하균에 의한 설비 표면 내 세균 농도의 영향을 배제할 수 없고 이러한 현상 역시 실험 중 시간 경과에 따른 살균 효과가 감소된 원인으로 볼 수 있다.

설비 표면시험에서 작업용 도마, 작업대, 컨베이어벨트 각각의 표면 재질 성분이 각기 다르고, 이로 인해 살균소독제의 건조시간 또한 상이했기 때문에 이에 따른 측정 오차가 발생했을 것으로 추정된다. 또한 각 살균소독제의 살균 지속 시간을 정확히 모르기 때문에 설비 표면 시험 디자인 시 샘플링 시간을 분 단위가 아닌 1

시간, 2시간으로 단순하게 디자인했다는 점이 본 연구의 제한점이라고 할 수 있다.

IV. 결 론

본 연구는 국내 육가공장 내 발생하는 박테리아에 대해 실제 가공장에서 사용되고 있는 살균소독제 13종의 소독력을 평가하였다. 현탁액 시험에서는 균주에 대한 모든 살균소독제의 효과가 우수했고 염소계 소독제가 특히 효과가 좋은 것으로 확인되었다. 지육 및 설비의 표면 시험에서는 제일 효과가 있는 살균소독제가 모두 달랐지만 전반적인 관점에서 보았을 때 4급 암모늄을 주성분으로 하는 살균소독제의 효과가 평균적으로 우수한 성적을 보였다. 그러나 설비 재질에 따른 종균액 및 살균제의 건조시간 외부 실험으로 인한 낙하균, 샘플링 시간 등의 여러 오차가 존재했기 때문에 균주에 대한 살균소독제의 세균 저감 수치 결과가 정확하다고 볼 수 없다. 따라서 이러한 오차를 고려한 추가적인 연구가 요구되는 바이다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림기술기 획평가원의 농생명산업기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 : 319115-02-2-SB010)

References

Brandi H, Fricker-Feer C, Ziegler D, Mandal J, Stephan R,

- Lehner A. Distribution and identification of culturable airborne microorganisms in a Swiss milk processing facility. *Journal of dairy science* 2014; 97(1):240–246.(<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7028>)
- Fagerlund A, Møretrø T, Heit E, Briandet R, Langsrud S. Cleaning and disinfection of biofilms composed of *Listeria monocytogenes* and background microbiota from meat processing surfaces. *Applied and environmental microbiology* 2017;83(17) (<http://doi.org/10.1128/AEM.01046-17>)
- Frank JF, Chmielewski RA. Effectiveness of sanitation with quaternary ammonium compound or chlorine on stainless steel and other domestic food-preparation surfaces. *Journal of Food Protection* 1997;60(1):43–47.(<https://doi.org/10.4315/0362-028X-60.1.43>)
- Harrison JJ, Turner RJ, Joo DA, Stan MA, Chan CS, Allan ND, Vrionis HA, Olson ME, Ceri H. Copper and quaternary ammonium cations exert synergistic bactericidal and antibiofilm activity against *Pseudomonas aeruginosa*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2008; 52(8):2870–2881. (<http://doi.org/10.1128/AAC.00203-08>)
- Jericho KWF, Ho J, Kozub GC. Aerobiology of a high-line speed cattle abattoir. *Journal of food protection* 2000;63(11):1523–1528.(<https://doi.org/10.4315/0362-028X-63.11.1523>)
- Jessen B, Lammert L.. Biofilm and disinfection in meat processing plants. *International biodeterioration & biodegradation* 2003;51(4):265–269. ([https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(03\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(03)00046-5))
- Lues JFR, Theron MM, Venter P, Rasephei MHR. Microbial composition in bioaerosols of a high-throughput chicken-slaughtering facility. *Poultry science* 2007;86(1):142–149.(<https://doi.org/10.1093/ps/86.1.142>)
- Shale K, Lues JFR, Venter P, Buys EM. The distribution of staphylococci in bioaerosols from red-meat abattoirs. *Journal of Environmental Health* 2006; 69(4):25–32.
- Shale K, Lues JFR. The etiology of bioaerosols in food environments. *Food Reviews International* 2007; 23(1):73–90.(<https://doi.org/10.1080/87559120600998205>)
- Shilenge LB, Shale K, Matodzi T, Machete F, Tshelane C. A review of microbial hazards associated with meat processing in butcheries. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development* 2017;9(1):1–6. (<https://doi.org/10.1080/20421338.2016.1219485>)
- Sutton GHC. Enumeration of total airborne bacteria, yeast and mold contaminants and identification of *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria* spp., *Salmonella* spp., and *Staphylococcus* spp. in a beef and pork slaughter facility. University of Florida,; 2004.
- Theisinger SM, Smidt OD, S. Bioaerosols in the Food and Beverage Industry. Ideas and applications toward sample preparation for food and beverage analysis.; 2017. p. 51(<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69978>)
- Wirtanen G, Salo S, Maukonen J, Bredholt S, Mattila-Sandholm T. Sanitation in dairies. VTT PUBLICATIONS.; 1997.
- Wirtanen G, Salo S, Helander IM, Mattila-Sandholm T. Microbiological methods for testing disinfectant efficiency on *Pseudomonas* biofilm. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2001;20(1):37–50. ([https://doi.org/10.1016/S0927-7765\(00\)00173-9](https://doi.org/10.1016/S0927-7765(00)00173-9))

<저자정보>

황주영(대학원생), 최원(대학원생), 김두영(대학원생), 안우주(대학원생), 이우제(학부생), 김기연(교수)