

국내 식품가공공장 현장에서의 살균소독제 유효성 평가

박희경 · 박병규 · 신혜원 · 박대우 · 김용수¹ · 조양희¹
이광호² · 강길진² · 전대훈² · 박기환³ · 하상도^{3,*}

CJ(주), ¹한국보건산업진흥원, ²식품의약품안전청, ³중앙대학교 식품공학과

Evaluation of Effectiveness of Sanitizers and Disinfectants used in Domestic Food Processing Plants

Hee Kyung Park, Byung Kyu Park, Hye Won Shin, Dae Woo Park,
Yong-Su Kim¹, Yang Hee Cho¹, Kwang-Ho Lee², Kil-Jin Kang²,
Dae-Hoon Jeon², Ki-Hwan Park³, and Sang-Do Ha^{3,*}

CJ Corp.

¹Korea Health Industry Development Institute,

²Korea Food & Drug Administration

³Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University

Effects of sanitizers and disinfectants on microorganisms in food-processing plants were investigated. Chlorine and hydrogen peroxide were most effective, showing approximately 2-3 log reductions, among products tested, whereas alcohol showed less than 1 log reduction. Before using sanitizer and disinfectant in food processing plants, aerobic plate, coliforms, and *E. coli* counts were about 10¹-10⁵, 10¹-10², and below 10 CFU/cm², respectively. After use of sanitizer, APC decreased to 10¹-10². The result to confirm sanitizing effectiveness for 2 months using showed that Alcohol compound, QAC, hydrogen peroxide compound were effective against *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *E. coli* ATCC 10536 at recommended usage concentrations, whereas effectiveness of chlorine compound decreased from 8 to 4 log 2 weeks after opening of product. Although sanitizers and disinfectants approved by law showed 5 log reduction in vitro for *S. aureus* ATCC 6538 and *E. coli* ATCC 10536, sanitizing effectiveness in food processing plants was very low, and effectiveness decreased once used product was stored.

Key words: sanitizer, disinfectant, *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, effectiveness

서 론

최근 생활수준의 향상과 국민 소득의 증가로 외식 기회와 학교 등에서의 단체급식이 증가하면서 식중독 사고 발생이 대형화되고 있다. 우리나라의 식중독 사고 발생은 2003년에 135건, 7,909명이었으나 2004년에는 165건 10,388명으로 건수는 22.2%, 환자 수는 31.3% 증가하였고, 건당 환자수도 58.6명에서 63.0명으로 증가하였다. 특히 집단급식소와 음식점에서의 식중독이 107건 8,790명으로 전체 발생건수의 64.8%와 환자수의 84.6%를 차지하였다(1). 식중독균에 의해 식품이 오염될 수 있는 원인 중 하나는 오염된 식품제조기구 및 설비 등의 접촉에 의한 것이므로 이러한 기구와 설비들을 규칙적으로 충분히 살균, 소독하

는 것이 무엇보다 중요하다(2,3). 식중독을 발생시키는 식품위해 미생물을 제어하기 위하여 sodium hypochlorite, chlorine dioxide, iodophor, ozone, hydrogen peroxide, acid/alkali, quaternary ammonium compounds(QACs), alcohol, 천연물 등의 살균소독제 원료 성분을 이용한 연구들이 다수 보고되고 있다(2-11). 국내에서는 2002년 8월에 식품위생법이 개정됨으로서 제2조 식품첨가물의 정의에 살균소독제 항목이 신설되어졌고, 2003년 12월 8일 “기구 등 살균소독제 한시적 기준 및 규격”이 고시되면서 실질적인 살균소독제 제품인증의 기반이 마련되었다(12). 국내 살균소독제의 주요 원료 성분은 QACs, glutaraldehyde, alcohol, ammonium bicarbonate, sodium hypochlorite, sodium dichloroisocyanurate, peracetic acid 등으로 대부분 chlorine, alcohol 계통의 살균소독제가 많이 사용되고 있다. 살균소독제의 효과는 미생물과의 접촉시간과 농도, 살균소독제를 사용할 때의 온도와 pH, 유기물질, 미생물의 종류 등에 의해서 영향을 받는다(13). 따라서, 식품가공공장에서 작업특성을 고려한 효과적인 살균소독제를 선택, 사용해야 미생물 증식과 식중독 발생을 예방할 수 있으므로 효과적인 살균소독제의 선택이 무엇보다 중요하다.

*Corresponding author: Sang-Do Ha, Dept. of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1 Nae-ri, Daeduk-myun, Ansung, Gyunggido 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4831
Fax: 82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@cau.ac.kr

Table 1. Sanitizers and disinfectants used in 8 food processing plants

Sanitizers and disinfectants		Active ingredients	Standards concentration (v/v)
P-1	Chlorine compound	Sodium dichloroisocyanurate 64%	0.02%
P-2	Chlorine compound	Sodium hypochlorite 4%	0.3%-0.5%
P-3	Chlorine compound	Sodium hypochlorite 4%	1%
P-4	Alcoholic compound	Ethyl alcohol 70%	0% (No dilution)
P-5	Alcoholic compound	Ethyl alcohol 95%	70%
P-6	Hydrogen peroxide compound	Hydrogen peroxide 27%, acetic acid 7%	0.33%
P-7	Iodine compound	Iodine 2%, Phosphoric acid 10%	0.33%
P-8	Quaternary ammonium compound	N-alkyl dimethyl ethylbenzyl ammonium chloride	0.13%

본 연구는 실제 식품가공공장에서 직접 사용하는 있는 살균소독제의 살균효과를 알아 보고자 식품을 제조한 후 살균소독제를 적용하여 작업현장에서의 살균효과를 파악하였다. 또한 살균소독제의 저장기간 동안 유효성과 안정성이 유지되는지 확인하기 위해 2개월간 보관하면서 살균소독제 부합 기준인 99.999%, 즉 5 log 이상의 미생물이 감소하는지 확인하여 현재 사용하고 있는 살균소독제의 문제점을 파악하여 식품가공공장 현장에서의 미생물적 안전성을 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

제품생산공장현장에서의 유효성 평가

살균소독제는 Table 1에 나타난 국내 유통되는 chlorine compound 3종, alcoholic compound 2종, iodine compound 1종, hydrogen compound 1종, Quaternary ammonium compound 1종 등 총 8종을 실험에 사용하였다.

샘플링 방법(swab)

식품가공공장에서 사용하는 살균소독제의 살균효과를 파악하기 위해 각 공장에서 작업이 끝난 후 작업공정 중 임의의 5군데를 정해 10 cm×10 cm의 면적을 swab test kit(Pro-media ST-25, 9 mL, ELMEX, Japan)를 이용하여 swab을 실시하였다. 이 후 각 업체에서 사용하는 살균소독제를 이용하여 살균, 소독을 실시한 후 swab을 다시 실시하고 검체를 아이스박스로 운반하여 신속히 실험에 사용하였다.

일반세균수

Swab test 봉을 kit채로 vortex하여 희석액과 잘 혼합되도록 한 후, 1 mL를 취하여 9 mL의 멸균생리식염수로 단계별로 희석하였다. 각 단계의 희석액 1 mL를 petrifilm(Petrifilm™ Aerobic plate count, 3M Microbiology Products, St. Louis, MO, USA)에 무균적으로 35°C, 24-48 hr 배양한 후 생성된 집락수를 계산하였다.

대장균군/대장균

Swab test kit에서 1 mL를 취하여 9 mL의 멸균생리식염수에 넣고 단계별로 희석하였다. 각 단계의 희석액 1 mL를 petrifilm(Petrifilm™ *E. coli*-Coliform count, 3M Microbiology Products, St. Louis, MO, USA) 2매에 무균적으로 취하여 35°C, 24-48 hr 배양한 후, 파란색 균체와 CO₂ 가스방울이 함께 존재하는 균체를 대장균 양성 집락으로 계수하였다. 대장균군은 대장균을 포함하여 붉은색 균체와 CO₂ 가스방울이 함께 존재하는 균체를 대장균군 양성으로 판정하였다.

살균소독제의 저장중 유효성 및 안정성 평가

시험균 현탁액: *E. coli* ATCC 10536과 *Staphylococcus aureus* ATCC 6538을 nutrient agar배지에 계대하여 35°C, 24 hr 배양한 후 단독 집락을 취해 10 mL의 tryptic soy broth(TSB, Difco Laboratories, USA) 용액에 집중하고 35°C, 24 hr 배양한 후 현탁액의 생균수를 10⁸ CFU/mL수준으로 만들어 시험균 용액으로 사용하였다.

간섭물질의 제조

오염상태의 경우, 3g의 albumin(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 물 100 mL에 녹이고 0.45 µm filter를 사용하여 제조한 다음 4°C에 보관하였다. 또한 실험을 위한 최종농도는 3g/L로 하였다.

기본 중화제의 제조

레시틴(lecithin) 3 g, 폴리솔베이트 80(polysorbate 80) 30 g, 티오설파이트염(sodium thiosulfate) 5 g, 히스티딘(L-histidine) 1 g, 사포닌(saponin) 30 g을 1% 멸균인산완충액을 가하여 1,000 mL로 희석하고 121°C, 15분간 가압 멸균하여 기본중화제로 사용하였다.

희석액(Tryptone Sodium Chloride Solution, TSCS)의 제조

Tryptone 1 g, NaCl 8.5 g를 1,000 mL로 희석하여 121°C, 15분간 가압 멸균하여 사용하였다.

살균소독제의 희석에 사용하는 경수의 제조

19.48 g의 무수 MgCl₂와 46.24 g의 무수 CaCl₂를 물에 용해하여 1,000 mL로 맞춘 용액 A와 35.02 g의 NaHCO₃를 물로 용해하여 1,000 mL로 맞춘 용액 B를 제조한 다음 1,000 mL의 용적 플라스크에 최소 600 mL의 용액 A를 첨가하고, 8 mL의 용액 B를 첨가 한 후 물을 첨가하여 1,000 mL로 만들었다. 그런 후, pore size가 0.45 µm인 filter를 사용하여 제조하고 4°C에 보관하면서 사용하였다.

살균소독제 시험용액의 준비

보관기간에 따른 살균소독제의 살균소독력을 평가하기 위해 원액을 25°C에서 8주간 보관하고 매일 뚜껑을 10분씩 열어 방치하면서 0, 2, 4, 8주간 유효성평가를 진행하였다. 매주 실험을 진행할 때마다 살균소독제의 사용방법을 고려해서 경수를 사용해 alcohol계는 0, 50, 75%(v/v), chlorine계와 hydrogen peroxide계는 0.20, 0.33, 0.50%(v/v), QAC계는 0.10, 0.12, 0.20%(v/v)희석하여 시험용액을 만들어 사용하였다. 또한, 살균소독제의 유통기한 중 살균소독력 지속 여부를 확인하기 위해 뚜껑을 열지 않고 8주간 보관한 샘플(control)에 대해서도 살균소독력을 평가하였다.

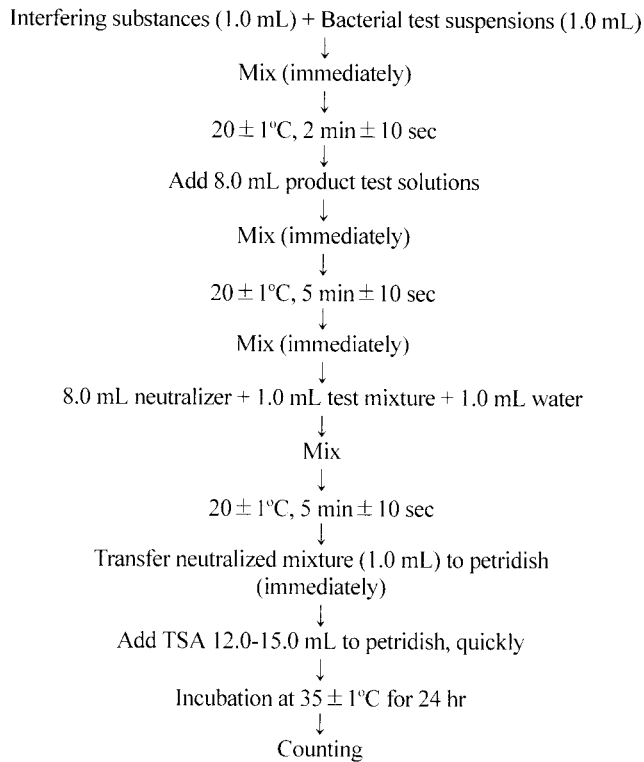


Fig. 1. Dilution-neutralization method.

살균소독제의 유효성 평가

살균소독제의 유효성 평가는 Fig. 1의 희석중화법을 사용하였다. 간접물질 1 mL를 멸균 시험관에 넣고 *E. coli*와 *S. aureus* 시험균 현탁액을 각각 1.0 mL씩 첨가하여 즉시 혼합했다. 시험관을 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 항온조건에 두고 시험관에 미리 만들어 놓은 살균소독제 시험용액 8 mL을 각각 첨가하여 혼합하고 $5 \text{ min} \pm 10 \text{ sec}$ 동안 반응시켰다. 반응시간 경과 후 다시 혼합하고 8 mL의 중화제와 1 mL의 물이 들어있는 멸균시험관에 반응혼합액 1 mL를 첨가하여 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 항온수조에서 $5 \text{ min} \pm 10 \text{ sec}$ 간 중화시킨다. 중화시간이 종료되면, TSCS로 serial dilution을 실시하고 각 희석배수의 중화반응혼합액 1 mL을 2개의 petri-dish에 분주하고 $45 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 보존된 멸균 TSA를 약 20 mL을 무균적으로 분주하여 검액과 배지를 잘 혼합하여 냉각, 응고시킨 후, 35°C , 24-48 hr 배양하고 생성된 집락수를 계수하였다.

결과 및 고찰

제품생산공장 현장에서의 살균소독제 유효성 평가

8개 식품가공공장의 식품가공용 기구 등에 대하여 살균소독제 처리 전후의 미생물분포는 Table 1와 같다. *E. coli*는 8개 공장 모두 검출이 되지 않았지만 coliforms은 어육, 과자(빵류), 김치절임, 조미식품 등 4개 공장에서 검출되었다. 일반세균수는 식육가공공장을 제외한 7개 공장에서 $10\text{-}10^5 \text{ cells}/100 \text{ cm}^2$ 수준으로 검출되었으나 식육가공공장은 무균실에서 해당 살균소독제를 사용하기 때문에 작업 전후 모두 일반세균이 검출되지 않았다. 일반세균수가 $10^3 \text{ cells}/100 \text{ cm}^2$ 이하로 오염된 경우는 거의 검출한계($<10 \text{ cells}$) 수준까지 제어가 잘 되었으나 $10^3 \text{ cells}/100 \text{ cm}^2$ 이상 오염도가 높은 경우에는 90-99% 정도만 제어가 가능하였다. 본 실험에서는 염소계, 과산화수소계의 살균효과가 높았고 알코올계의 경우 살균효과가 낮았다. 물론 사용농

도, 사용량은 제품에 따라 다를 수 있다. Jessen 등(14)에 의하면 청소, 소독방법에 따라서 미생물 검출수준이 달라지며 육가공 생산라인에서 일반적인 살균소독 후에 일반세균수가 $1\text{-}3.7 \times 10^4 \text{ cfu}/\text{cm}^2$ 수준으로 검출되며 chlorine 계의 살균소독제가 peracetic acid계보다 우수한 효과를 나타냈다고 보고하였으나 Carpentier 등(22)은 hydrogen peroxide계와 peracetic acid계가 chlorine계 살균소독제보다 효과가 우수한 것으로 보고하였다. Rossoni 등(24)은 식품가공공장의 stainless steel에 고착된 *E. coli*, *Pseudomonas fluorescens*와 *S. aureus*에 대한 살균효과를 테스트한 결과, sodium hypochlorite가 peracetic acid보다 전반적으로 좋은 효과를 나타낸 것으로 보고하였고 Jacquet 등(23)은 *L. monocytogenes*를 제어하는데 QAC가 우수한 것으로 보고하였다. 따라서, 살균소독제의 효과를 높이기 위해서는 작업환경, 살균소독제의 특징, 사용방법을 고려하여 살균소독제를 선택, 사용해야 될 것으로 사료된다.

살균소독제의 저장 중 유효성 및 안정성 평가

Chlorine계 살균소독제: Chlorine계 살균소독제의 유효성 및 안정성 평가 결과는 Table 3과 같다. 개봉초기 chlorine계 살균소독제는 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 0.33, 0.50%(v/v)의 희석농도에서 $8 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 의 감소효과를 나타냈고 0.20%(v/v) 희석농도에서는 $3\text{-}4 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 수준 감소하였다. 개봉 2주차에 살균소독효과가 감소하기 시작하였으며 권장사용농도(0.33%)에서 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 $4\text{-}5 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 수준밖에 감소시키지 못하였고 시간이 지나면서 살균소독효과가 계속해서 감소하였다. 그러나, 개봉하지 않은 살균소독제는 초기의 살균소독력이 그대로 유지되었다. Weissinger 등(16)은 상추와 토마토에 *Salmonella baidon*을 약 $3.3 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 수준으로 접종하고 200 ppm의 chlorinated water로 처리하였을 때 약 $1 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 정도 감소시킨바 있다. Peng 등(17)은 *B. cereus*의 planktonic cells을 50 ppm의 hypochlorite로 30초간 처리하였을 때 $5.5 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 감소하였으나 biofilm을 형성한 *B. cereus*는 30초와 300초간 처리하였을 때 $0.94\text{-}1.51 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 수준밖에 감소하지 않았다고 보고 하였다. 또한, Vianna 등(18)은 0.5-5.25%의 sodium hypochlorite를 15초에서 30분 동안 반응시키면 약 $8 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 의 *S. aureus*가 검출되지 않는다고 보고하였다.

Alcohol계 살균소독제: Alcohol계 살균소독제의 유효성 및 안정성 평가 결과는 Table 3과 같다. 개봉초기 alcohol계 살균소독제는 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 원액(0%) 뿐만 아니라 50, 75%(v/v)의 희석농도에서도 $8 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 의 감소효과를 나타냈다. 또한 개봉초기부터 8주간 초기의 살균소독효과를 유지하였다. Wirtanan 등(15)은 alcohol, chlorine, peroxide 등을 주성분으로 하는 살균소독제로 *P. aeruginosa*의 biofilm을 10-30분간 노출시켰을 때 $2.3\text{-}6.2 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 을 감소시켰다고 보고하였고 Kampf 등(19)은 ethanol을 주성분으로 하는 살균소독제를 사용하여 *E. hirae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. coli*와 30초 동안 반응시켰을 때 모두 $5 \log_{10} \text{ CFU}/\text{mL}$ 이상 감소시켰다고 보고하였다.

Hydrogen peroxide계 살균소독제: Hydrogen peroxide계 살균소독제의 유효성 및 안정성 평가 결과는 Table 3와 같다. 개봉초기 hydrogen peroxide계 살균소독제는 *E. coli*와 *S. aureus*에 대해 0.33%(v/v) 뿐만 아니라 0.20, 0.50%(v/v)의 희석농도에서

Table 2. Evaluation of effectiveness of sanitizers and disinfectants used in food processing plants (unit: CFU/100 cm²)

Products	Sanitizers and disinfectants	Swab point	<i>E. coli</i>		coliform		APC	
			before	after	before	after	before	after
Fishery	P-1	SUS conveyor	ND	ND	ND	ND	3.0×10 ²	ND
		Cutting board 1	ND	ND	ND	ND	1.2×10 ²	ND
		Cutting board 2	ND	ND	ND	ND	1.5×10 ²	ND
		Knife	ND	ND	ND	ND	4.0×10 ²	ND
		Worktable	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fishery Sausage	P-2	Scraper	ND	ND	70	10	7.2×10 ⁴	2.7×10 ³
		Plate cover	ND	ND	ND	ND	8.7×10 ³	ND
		Plate	ND	ND	10	ND	8.9×10 ⁴	ND
		Blade cover	ND	ND	50	ND	4.5×10 ⁴	1.3×10 ³
		Blade	ND	ND	40	ND	4.2×10 ⁴	2.0×10 ³
Noodle	P-3	Blender	ND	ND	ND	ND	1.9×10 ⁴	8.0×10 ¹
		SUS conveyor 1	ND	ND	ND	ND	1.3×10 ³	5.0×10 ¹
		Roller	ND	ND	ND	ND	6.1×10 ³	4.9×10 ²
		Cutter (bottom)	ND	ND	10	ND	7.2×10 ⁴	2.0×10 ¹
		SUS conveyor 2	ND	ND	ND	ND	1.8×10 ³	2.0×10 ¹
Bakery	P-4	Cutter	ND	ND	ND	ND	3.2×10 ⁴	6.4×10 ³
		Cutter conveyor	ND	ND	ND	ND	1.7×10 ⁴	1.5×10 ⁴
		Round	ND	ND	ND	ND	7.8×10 ³	2.5×10 ²
		Round conveyor	ND	ND	ND	ND	2.8×10 ³	ND
		Freezing conveyor	ND	ND	40	40	3.1×10 ³	4.5×10 ³
Kimchi souse food	P-5	Worktable	ND	ND	155	ND	3.1×10 ⁴	ND
		SUS conveyor	ND	ND	60	20	7.3×10 ²	1.2×10 ²
		Frame	ND	ND	ND	ND	1.4×10 ²	6.0×10 ¹
		Hopper	ND	ND	ND	ND	7.0×10 ¹	ND
		Bowl	ND	ND	175	ND	1.0×10 ⁵	ND
Seasoning food	P-6	Hopper	ND	ND	225	ND	2.6×10 ⁴	4.0×10 ¹
		Roller	ND	ND	10	ND	5.9×10 ²	4.0×10 ¹
		SUS conveyor	ND	ND	110	ND	1.1×10 ⁴	2.7×10 ²
		Conveyor 1	ND	ND	ND	ND	1.3×10 ⁴	1.6×10 ²
		Conveyor 2	ND	ND	ND	ND	1.9×10 ⁴	1.8×10 ³
Beverage	P-7	Hopper 1 (lid)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Hopper drain outlet	ND	ND	ND	ND	3.3×10 ²	1.0×10 ¹
		Hopper 2 (lid)	ND	ND	ND	ND	1.0×10 ¹	ND
		Hopper 2 (wall)	ND	ND	ND	ND	2.0×10 ²	ND
		Filler	ND	ND	ND	ND	3.0×10 ²	ND
Meat	P-8	Spray conveyor 1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Spray conveyor 1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Tunnel freeze (inlet)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		Tunnel freeze (outlet)	ND	ND	ND	ND	ND	1.0×10 ¹
		Tunnel freeze (shut)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND = < 10 CFU/100 cm².

도 8 log₁₀ CFU/mL의 감소효과를 나타냈다. 또한 개봉초기부터 8주간 초기의 살균소독효과를 유지하였다. Brinez 등(3)은 peracetic acid와 hydrogen peroxide 혼합제 0.05%로 *S. aureus*을 10분간 처리하였을 때 간섭물질의 존재 하에서 5-6 log₁₀ CFU/mL 수준 감소하였다고 보고하였으며 Koivunen 등(20)은 3 mg/L의 peracetic acid와 3-150 mg/L의 hydrogen peroxide로 enteric bacteria에 처리하였을 때 각각 2-3 log₁₀ CFU/mL, 0.3-1 log₁₀ CFU/mL 수준 정도 감소하였다고 보고하였다.

Quaternary ammonium계 살균소독제: QAC계 살균소독제의 유효성 및 안정성 평가 결과는 Table 3와 같다. 개봉초기 QAC계 살균소독제는 *S. aureus*에 대해 0.12%(v/v)와 0.20%(v/v)의 희석농도에서도 8 log₁₀ CFU/mL의 감소효과를 나타냈고 0.10%(v/v)의 희석농도에서는 5 log₁₀ CFU/mL 감소하였다. 그러나, *E. coli*에 대해서는 0.12%(v/v) 뿐만 아니라 0.10, 0.20%(v/v)의 희석농도에서 살균소독효과가 전혀 나타나지 않았다. Peng 등(17)은 *B. cereus*의 planktonic cells을 100 ppm의 QACs

Table 3. Evaluation of effectiveness and stability of sanitizers and disinfectants used in dirty condition

(unit: CFU/mL)

Sanitizers and disinfectants	Microorganisms	Dilution concentration (% v/v)	Storage period (weeks)				
			0	2	4	8 (opened)	8 (closed)
P-2	<i>E. coli</i>	0.50	ND	ND	ND	ND	ND
		0.33	ND	2.8×10^4	5.0×10^4	1.1×10^4	ND
		0.20	1.7×10^6	1.2×10^7	3.8×10^7	1.3×10^8	4.6×10^6
	<i>S. aureus</i>	0.50	ND	ND	ND	ND	ND
		0.33	ND	3.7×10^3	8.4×10^3	2.8×10^4	ND
		0.20	4.6×10^5	2.0×10^5	1.3×10^5	6.8×10^6	6.0×10^5
P-4	<i>E. coli</i>	0	ND	ND	ND	ND	ND
		50	ND	ND	ND	ND	ND
		75	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>S. aureus</i>	0	ND	ND	ND	ND	ND
		50	ND	ND	ND	ND	ND
		75	ND	ND	ND	ND	ND
P-6	<i>E. coli</i>	0.50	ND	ND	ND	ND	ND
		0.33	ND	ND	ND	ND	ND
		0.20	ND	ND	ND	ND	ND
	<i>S. aureus</i>	0.50	ND	ND	ND	ND	ND
		0.33	ND	ND	ND	ND	ND
		0.20	ND	ND	ND	ND	ND
P-8	<i>E. coli</i>	0.20	1.5×10^8	1.8×10^8	2.0×10^8	1.2×10^8	2.4×10^8
		0.12	3.1×10^8	3.6×10^8	2.6×10^8	3.4×10^8	1.7×10^8
		0.10	4.1×10^8	4.2×10^8	1.6×10^8	2.9×10^8	3.2×10^8
	<i>S. aureus</i>	0.20	ND	ND	ND	ND	ND
		0.12	ND	ND	ND	ND	ND
		0.10	1.5×10^3	3.4×10^3	2.7×10^3	2.7×10^4	8.3×10^3

ND = <10 CFU/100 mL.

로 30초간 처리하였을 때 $5.7 \log_{10}$ CFU/mL 감소하였으나 biofilm을 형성한 *B. cereus*은 30초와 300초간 처리하였을 때 $0.77-1.2 \log_{10}$ CFU/mL수준 밖에 감소하지 않았다고 보고하였고 Thomas 등(9)은 *P. aeruginosa*를 60 ppm의 QACs로 22°C에서 5분간 반응시켰을 때 $4-5 \log_{10}$ CFU/mL 감소하였다고 보고하였다.

요 약

작업 현장에서 사용하는 살균소독제의 유효성을 평가하고 사용되는 제품의 저장기간별 안정성을 조사하였다. 다양한 식품을 생산하는 공장에서 식품가공 시 살균소독제 사용전후 미생물 오염정도를 파악하고 네 가지 대표 살균소독제의 보관기간별 살균력의 안정성을 조사하기 위하여 2개월간 저장성 시험을 실시하였다. 8개 식품가공공장에서 실제 사용 중인 살균소독제를 테스트한 결과, 살균소독제 사용 전 일반세균수는 10^1-10^5 CFU/cm², 대장균군수는 10^1-10^2 CFU/cm², 대장균은 10 CFU/cm² 미만이었으며 살균소독제 사용 후 일반세균수는 10^1-10^3 수준으로 감소하였으나 모두 사멸 시키지는 못하였다. 살균소독력 지속여부를 *S. aureus* 와 *E. coli*를 이용하여 검증한 결과, 권장사용농도에서 alcohol계, hydrogen peroxide계, QAC계 제품은 2개월간 그 효과가 유지되었으나 chlorine계 제품은 개봉 2주 이내에 8 log에서 4 log로 효과가 감소되는 것으로 나타났다. 실제 법적으로 인정을 받은 살균소독제는 *in vitro*에

서 *S. aureus*와 *E. coli*를 5 log 감소시켜 그 살균력을 인정 받았으나 실제 현장에서는 그 정도의 효과를 거두지 못하고 있으며 개봉 후 즉시 사용하지 않고 보관될 경우 그 효력이 현저히 감소되는 것으로 파악되었다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 식품의약품안전청의 지원에 의해 연구되었음(KFDA-04062-DIF-340).

문헌

1. KFDA. Korea Food and Drug Administration. Available from: <http://www.kfda.co.kr> Accessed May 22, 2005.
2. Luppens SBI, Reij MW, Van der Heijden RWL, Rombouts FM, Abee T. Development of a standard test to assess the resistance of *Staphylococcus aureus* biofilm cells to disinfectants. Appl. Environ. Microbiol. 68: 4194-4200 (2002)
3. Wilfido JB, Artur X. RS, M Manuela HH, Tomas LP, Buenaventura G. Bactericidal efficacy of peracetic acid in combination with hydrogen peroxide against pathogenic and non pathogenic strains of *Staphylococcus* spp., *Listeria* spp. and *Escherichia coli*. Food Control. Accepted Feb, 22, 2005.
4. Liao CH, Sapers GM. Attachment and growth of *Salmonella chester* on apple fruits and *in vivo* response of attached bacteria to sanitizer treatments. J. Food Prot. 63: 876-883 (2000)
5. Youm HJ, Ko JK, Kim MR, Song KB. Inhibitory effect of aqueous chlorine dioxide on survival of *Escherichia coli* O157:H7,

- Salmonella Typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* in pure cell culture. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 514-517 (2004)
6. Romanova N, Favrin S, Griffith MW. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to sanitizers used in the meat processing industry. Appl. Environ. Microbiol. 68: 6405-6409 (2002)
 7. Khadre MA, Yousef AE. Sporicidal action of ozone and hydrogen peroxide: a comparative study. Int. J. Food Microbiol. 71: 131-138 (2001)
 8. Samelis J, Sofos JN, Kain ML, Scanga JA, Belk KE, Smith GC. Organic acids and their salts as dipping solutions to control *Listeria monocytogenes* inoculated following processing of sliced pork bologna stored at 4°C in vacuum packages. J. Food Prot. 64: 1722-1729 (2001)
 9. Thomas L, Russel AD, Maillard JY. Antimicrobial activity of chlorhexidine diacetate and benzalkonium chloride against *Pseudomonas aeruginosa* and its response to biocide residues. J. Appl. Microbiol. 98: 533-543 (2005)
 10. Jang JH, Jang JS, Lee SY, Kim HS, Kang SM, Park JH. Growth inhibition effects of ethanol and sodium chloride on *Bacillus cereus*. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 998-1002 (2003)
 11. Ra JC, Lee JE, Song DS, Kwon NH, Park BK, Park YH. A study of antimicrobial & antiviral effect of natural product. J. Fd. Hyg. Safety 18: 183-188 (2003)
 12. KFDA. Korean Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2003)
 13. Pertti P, Pentti K, Anna-Lisa P. The effectiveness of some disinfectants and detergents against microbial activity. Bldg. Environ. 32: 281-287 (1997)
 14. Jessen B, Lammert L. Biofilm and disinfection in meat processing plants. Int. Biodeter. Biodegrad. 51: 265-269 (2003)
 15. Wirtanan G, Salo S, Helander IM, Mattila-sandholm T. Microbiological methods for testing disinfectant efficiency on *Pseudomonas biofilm*. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 20: 37-50 (2001)
 16. Weillinger WR, Chantarapanont W, Beuchat LR. Survival and growth of *Salmonella bairdii* in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. Int. J. Food Microbiol. 62: 123-131 (2000)
 17. Peng JS, Tsai WC, Chou CC. Inactivation and removal of *Bacillus cereus* by sanitizer and detergent. Int. J. Food Microbiol. 77: 11-18 (2002)
 18. Vianna ME, Gomes BPFA, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 97: 79-84 (2004)
 19. Kampf G, Rudolf M, Labadie JC, Barrett SP. Spectrum of antimicrobial activity and user acceptability of the hand disinfectant agent Sterillium gel. J. Hosp. Infect. 52: 141-147 (2002)
 20. Koivunen J, Heinonen-Tanski H. Inactivation of enteric microorganisms with chemical disinfectants, UV irradiation and combined chemical/UV treatments. Water Res. 39: 1519-1526 (2005)
 21. KFDA. Evaluation of safety and efficacy of sanitizers and disinfectants(II). Korea Food and Drug Administration, Korea. pp. 1-408 (2003)
 22. Carpentier B, Cerf O. Biofilms and their consequences with particular reference to hygiene in the food industry. J. Appl. Bacteriol. 75: 499-511 (1993)
 23. Jacquet C, Reynaud A. Differences in the sensitivity to eight disinfectants of *Listeria monocytogenes* strain as related to their origin. Int. J. Food Microbiol. 22: 79-83 (1994)
 24. Rossoni EMM, Gaylarde CC. Comparison of sodium hypochlorite and peracetic acid as sanitizing agents for stainless steel food processing surfaces using epifluorescence microscopy. Int. J. Food Microbiol. 61: 81-85 (2000)

(2005년 7월 25일 접수; 2005년 9월 8일 채택)