미국에서 살모넬라 관리를 위한 가금류 도축장 및 가공장에서의 항미생물제 사용 현황

문진산

농림축산검역본부 조류질병과

문 진 산

Correspondence to

Jin San Moon, Animal and Plant Qurantine Agency, Gimcheon 39660, Republic of Korea.
Tel: +82-10-5419-0821,
Fax: +82-54-912-0759,
E-mail: moonjs727@korea.kr

서론

우리나라를 포함하여 미국, 유럽 등 전 세계적으로 살모넬라에 의한 식중독이 최근에 지속적으로 문제되고 있으며, 살모넬라 식중독의 주요한 오염원으로 가금류가 제기되고 있다. 그리하여 국내에서는 살모넬라 관리 강화를 위하여 2024년에 질병관리청 인수공통감염병의 장관감염증에 살모넬라가 추가 지정되었다. 베트남에서도 2024년에 살모넬라 검사 강화로 국내 산란성계 신선육 및 가공육에서 살모넬라가 검출되어 반송조치되었으며, 향후에도 살모넬라에 대한 검역이 더욱 강화될 것으로 예상되고 있다. 이러한 문제 해결을 위해서는 농장 및 도축단계에서의 살모넬라에 대한 관리대책이 수립되고 실천되어져야 할 것이다.

대부분의 국가에서는 검역기준에 농장 및 도축단계를 포함하여 가공장에서의 살모넬라 관리 프로그램 및 살모넬라에 대한 검사와 실행지침을 운영하고 있다. 닭 도체 및 가공품에서의 살모넬라 균을 관리하는 것은 전 세계 도축장 및 가공장의 지속적인 과제이다. 특히 가금류 육류의 수요가 지속적으로 증가함에 따라 살모넬라 관리는 더욱 중요해 지고 있으며, 살모넬라균으로 인한 식품 매개 질병은 여전히 공중 보건에 심각한 위험을 초래하고 있다. 닭고기는 살모넬라균의 좋은 서식처이기 때문에 닭고기 가공 공장의 제품에서 살모넬라균 발병률을 줄이기 위한 항미생물제 사용 방법에 대한 연구가 수행되고 있다.

미국에서는 식품안전검사국(Food Safety Inspection Service; FSIS) 지침

서 Directive 7120.1에 따라서 승인되어진 항미생물제만을 사용할 수 있다. 항미생물제는 가공 전, 부분육, 분쇄 또는 혼합 과정, 또는 분쇄된 제품의 혼합 과정에서 사용할 수 있다. 승인되지 않은 물질을 사용하려면 FSIS 프로토콜을 제출하여 검토를 받아야 한다. 이에 이번호에서는 미국에서 살모넬라 관리를 위해 가금류 도체에 승인되어진 항미생물제의 종류 및 사용 방법에 대해서 소개하고자 한다.

본론

1. 사람에서의 살모넬라증 발생 현황 및 살모넬라균의 특징

살모넬라증은 *Salmonella enterica* serovar Typhimurium 및 *Salmonella* Paratyphi 이외의 살모넬라균의 혈청형에 의해 발생한다. 가금류와 관련된 대부분의 발병을 일으키는 일반적인 혈청형은 살모넬라 엔테리카 혈청형(*Salmonella enterica* serotype)이다. 살모넬라증은 섭취 후 최대 72시간까지 잠복기를 갖으며, 발열, 설사, 심한 경련 등의 임상증상을 나타낸다. 사람에서 살모넬라균은 매년 전 세계적으로 930억 건의 질병과 약 155,000명의 사망을 초래한 것으로 보고되고 있다.

사람에게 이러한 피해를 주는 살모넬라균은 약 2 μm 크기의 막대 모양으로서 peririchous 편모의 존재로 인해 운동성이 있으며, 포도당 발효, 포자를 형성하지 않는 통성 혐기성 미생물이다. 살모넬라균은 유제품, 육류 제품(특히 생 가금류) 및 신선 농산물에서 주로 발견된다. 살모넬라균이 생존할 수 있는 다양한 매개 변수와 조건은 Table 1과 같다. 살모넬라균은 포자를 형성하지 않기 때문에 열에 쉽게 파괴될 수 있으며, 특히 수분 활성이 높은 식품의 경우 더욱 그렇다. 60℃에서 15~20분의 온도-시간 조합이 식품에 존재하는 모든 살모넬라균의 사멸을 보장하기에 충분하다, 또한, 대부분의 살모넬라균 혈청형의 성장이 7℃ 및 pH 4.5 이하에서 억제될 수 있다.

2. 항미생물제 처리 방법

가금류 도축장에서 살모넬라를 줄이기 위한 항미생물제 처리 방법으로는 스프레이(spray) 또는 침지(immersion) 방식이 있다. 일반적으로 스프레이 방식보다 더 긴 접촉시간과 더 나은 항균범위를 제공하는 침지방식이 권장되고 있다. 예를 들면 고산화초산을 4℃에서 20 ppm을 스프레이(분무) 방식으로 사용한 경우는 살모넬라균이 0.8 log 정도 감소되지만 침지방식은 1.4 log 정도 감소하였다. 하지만, 침지방식의 경우에는 유기물(지방, 단백질)에 의한 화학물질 흡수 및 중화, 화학반응, 열, 빛 등으로 인한 화합물 분해로 활성농도를 유지하기 어려우며, 화학물질 추가 또는 용액 교체를 통해 효과가 유지되므로 주기적인 검증이 필요하다. 그리하여 항미생물제는 FSIS Directive 7120.1 및 9 CFR 424.21 지침에 명시된 사용조건을 준수해야 한다.

3. 항미생물제의 종류 및 장단점

① 무기 및 유기 염소 기반 처리(inorganic and organic chlorine-based treatment)

물에 염소제제를 첨가하면 차아염소산(HOCl)과 차아

Table 1. 살모넬라균이 생존할 수 있는 다양한 매개변수와 조건

매개변수	적절한 성장 법위
– 온도 (temperature)	5 – 46℃ (optimum = 38℃)
– 물 활성도 (water activity)	0.94 – 0.99
– 산도 (pH)	3.8 – 9.5

염소산염 이온(OCl−) 형태의 유리 염소를 생성하여 미생물을 살균한다. 염소제제는 비용이 비교적 저렴하고, 미생물에 대한 항균 효과 범위가 넓고, 신속한 효과를 보이는 장점이 있다. 이에 반하여 낮은 산도(pH)에서는 장비에 부식성을 나타내며, 높은 pH에서는 미생물 사멸 효과가 상실되며, 유기물 증가 시 효과가 감소하고, 다른 항미생물제 처리 방법에 비하여 긴 접촉시간이 필요하다는 단점이 있다. 액체 염소, 차아염소산염(hypochlorite), 무기 및 유기 염소 등이 염소제제에 해당하며, pH 6.0~7.5에서 사용된다. 차아염소산이 가장 강력한 살균 효과를 나타낸다.

② 산성화된 차아염소산 나트륨(acidified sodium chlorite; ASC)

산성화된 차아염소산 나트륨은 염소화합물로서 강력한 산화제이며, 세포 내부의 pH를 낮춰 세균을 약화시키거나 사멸시킨다. 500~1200 ppm의 농도에서 pH 2.3~2.7에서 사용하며, 젖산, 구연산, 또는 아세트산 등의 유기산으로 산성화된다. 염소에 비해 유기물 존재 시에도 효과가 유지된다는 장점이 있다.

③ 삼인산나트륨(trisodium phosphate;TSP)

삼인산나트륨은 비염소 함유 화합물로서 높은 pH(11~13)를 나타내며, 8~12% 농도에서 사용되며, 세정제와 같은 작용을 하여 살균효과가 증가한다. 하지만, 폐수 처리 시 인산염 배출로 인해 환경 규제 위반 가능성이 있다는 단점이 있다

④ 4급 암모늄 화합물(quaternary ammonium compounds; QAC)

4급 암모늄 화합물은 양전하를 띠는 유기 화합물로서 살균력과 세정력이 있으며, 사용조건은 pH 6~10, 농도 1% 이하이다. 세틸피리디늄 염화물(cetylpyridinium chloride;CPC)은 4급 암모늄 화합물의 한 예로서 무색, 무취를 나타내며, 유기물에 영향을 받지 않고 안정적이며, 용액 내에서 장시간 효과가 지속된다는 장점이 있다. 이에 반하여 비누나 음이온 계면활성제와 호환되지 않으며, 경수(500 mg/L 이상)에서 효과가 감소되는 단점이 있다.

⑤ 유기산 및 유기산화제

과산화초산 제제에는 과산화초산, 과산화수소, 하이드록시에틸리덴 비스포스포닉산(1−hydroxyethyli−dene−1, 1diphosphonic acid; HEDP) 등이 있다. 식품첨가물로서 가장 널리 사용되고 있는 과산화초산은 과산화수소와 초산을 혼합한 제제로서 유효성분으로 과산화초산, 과산화수소 및 초산을 함유하고 있다. 과산화초산은 산화반응을 통하여 미생물의 세포막을 손상시키고, 내부 구조를 파괴하여 짧은 시간에 사멸하거나 성장을 억제할 수 있다. 광범위한 온도범위(0~40℃)와 pH 3.0~7.5의 넓은 범위에서 사용이 가능하고, 염소에 비하여 단백질이나 기타 유기물의 영향을 덜 받는 장점이 있다.

Table 2. 닭다리에 대한 항미생물제의 살모넬라 감소 효과

항미생물제	사용 농도	살모넬라균 감소효과
· 산성아염소산나트륨	· 1200 ppm, pH를 2.7로 맞추기 위해 구연산 추가	· 2.05 log 감소
· 삼인산나트륨	· 12% (최종 pH 13.03)	· 1.86 log 감소
· 과산화초산	· 200 ppm (Inspexx 100, Ecolab, St. Paul, MN; 최종 pH 3.75)	· 0.93 log 감소

* 출처: J. Food Prot. 2007, 79(9): 2063–2071.79.

4. 가금류에 대한 항미생물제의 효과 비교

① Del Rio (2007) 연구

이 연구에서는 살모넬라가 존재하는 닭 다리에 대해 산화염소산나트륨(ASC), 삼중인산나트륨(TSP), 구연산, 과산화초산(PAA)의 효과를 평가하였다. 항미생물제의 사용 온도는 18°C였으며, 약 9 log CFU/ml의 살모넬라가 포함된 닭 다리를 소독 용액에 15분 동안 담갔다가 20°C에서 15분 동안 배수한 이후 세균수 감소 효과를 측정한 결과, 모든 처리 방법이 살모넬라를 감소시켰으나, 항미생물제의 살모넬라 감소 효과에 있어서는 농도별로 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 2).

② Chen 등(2014)의 연구

이 연구에서는 살모넬라로 오염된 닭 부위(뼈 포함, 껍질 포함)를 냉각 침지 시스템에서 다양한 농도의 염소, 과산화초산, 세틸피리디늄 염화물(CPC)로 25초 동안 처리하였다. 과산화초산과 세틸피리디늄 클로라이드는 농도에 따라 살모넬라를 유의미하게 감소시켰으나, 물과 염소는 살모넬라 감소에 거의 효과가 없었다.

③ McKee 등(2013)의 연구

이 연구에서는 분쇄 제품에 사용되는 닭 부위의 세틸피리디늄 염화물 0.35% 및 0.60%, 과산화초산 0.07% 및 0.10%, 염소 0.003%를 침지하여 병원균 감소 효과를 비교하였다. 그 결과 과산화초산이 살모넬라 감소에 가장 효과적이었고, 그다음이 세틸피리디늄 염화물이었으며, 염소는 가장 효과가 낮았다. 염소가 가장 효과가 낮은 것은 20초 이하의 짧은 접촉 시간 때문일 것으로 보고 있다. 이 연구는 부위를 처리할 때 단일 분무 시스템보다 침지/담금 방식이 더 긴 접촉시간과 균일한 적용 범위로 인하여 더 효과가 있었다.

5. 박테리오파지 (Bacteriaphage)

박테리오파지는 특정 세균만 감염시키는 바이러스로서 인간에게는 감염되지 않으며, 물, 토양, 사람이 섭취하는 음식 등 환경 곳곳에 존재한다. 살모넬라균을 감염시키는 것으로 입증된 여러 가지 파지 응용 프로그램은 가금류에 사용하기 위한 지침 7120.1에 언급되어 있다. 닭 껍질이 있는 가슴살에 3가지 종류의 유기 항균 화합물을 4°C에서 20초간 각각 담근 다음에 살모넬라균을 사멸할 수 있는 박테리오파지(anti-Salmonella phage) 10^8~10^9 PFU/g 농도를 적용하여 살모넬라 감소효과를 조사하였다.

그 결과 0.6% 세틸피리디늄 염소(CPC)에서는 2.1 log의 살모넬라 감소 효과를 보였고, 200 ppm의 라우르산 아르기네이트(라우라미드 아르기닌 에틸 에스테르라고도 함; LAE)는 2.4 log 감소하였고, 과산화초산 50 및 400 ppm에서는 1.7 log과 0.9 log 수준으로 각각 감소하였다. 닭 껍질이 있는 가슴살에 적용하였을때

Table 3. 닭가슴살에 박테리오파지와 함께 적용된 항미생물제의 살모넬라 감소효과

항미생물제	사용 농도	실험 시료	살모넬라균 감소효과
· 세틸피리디늄 염소	· 0.6%	닭 껍질 있는것	· 2.1 log 감소
· 세틸피리디늄 염소	· 0.6%	닭 껍질 없는것	· 2.2 log 감소
· 라우르산 아르기네이트	· 200 ppm	닭 껍질 있는것	· 2.4 log 감소
· 라우르산 아르기네이트	· 200 ppm	닭 껍질 없는것	· 2.6 log 감소
· 과산화초산	· 50 ppm	닭 껍질 있는것	· 1.7 log 감소
· 과산화초산	· 400 ppm	닭 껍질 있는것	· 0.9 log 감소

* 출처: Sukumaran 등 Int. J. Food Micro. 2015, 207: 8–15.

는 0.6% 세틸피리디늄 염소(CPC)에서는 2.2 log의 살모넬라 감소 효과를 보였고, 200 ppm의 라우르산 아르기네이트(LAE)에서는 2.6 log의 살모넬라 감소 효과를 보였다. 과산화초산의 경우는 닭 껍질이 있는 가슴살에 연구되지 않았다(Table 3).

6. 물리적 조치 (Physical Interventions)

① 전기 분해 산화수 처리 (Electrolyzed Oxidizing Water Treatment)

전문 장비에 희석된 염화나트륨(소금; NaCl) 용액에 직류 전압을 통과시켜 현장에서 차아염소산(HOCl) 및 차아염소산나트륨(NaOCl) 두가지 유형으로 생성되는 전기 분해 산화수는 염소 가스를 사용하지 않고도 살균 효과를 발휘하며, 상대적으로 비용이 저렴하며, 강력한 살균 효과를 가지지만 염소 잔류성의 문제는 거의 없다. 또한, 산도(pH)는 산성(2.3~2.7)이며, 높은 산화-환원 전위(〉1000 mV)와 높은 용존 산소를 갖는다. 전기 분해 산화수는 강한 산성이지만 염산이나 황산과 같은 강산과는 달리 피부, 코와 폐의 점막, 가금류 도체 부위에 부식성이 없다. 긴 접촉시간이 필요하므로 스프레이(분무) 방식보다는 침지 방식이 적합하며, 차아염소산(HOCl)은 호흡기 자극을 일으킬 수 있어 적절한 환기가 필요하다.

② 고압 살균 (High Pressure Inactivation)

일반적인 고압 살균 시스템은 압력 용기, 압력 전달 유체(일반적으로 물), 압력 생성 펌프로 구성되어 있다. 고압 살균은 제품을 매우 높은 압력으로 처리하는 기술이다. 고압 살균에는 특수 장비가 필요하며 일반적으로 해당 장비가 있는 곳의 외부 장소에서 적용된다. 다진 닭고기와 닭고기 부위에서 병원균을 줄이는 데 있어서 그 효과를 조사하였다. 그 결과 고압 살균은 미생물을 죽이거나 성장을 억제하며, 고압 살균을 사용하는 이점 중 또 한 가지 이유는 고압 살균에 노출되지 않은 세균에 비해 살아남은 미생물이 다른 유형의 항미생물제 처리 시 더 좋은 효과를 보이는 것으로 나타났다. 400 MPa에서 20℃에서 2분 처리 시 살모넬라균이 3.26~4.35 log 감소 효과를, Tananuwong(2012)는 300 MPa에서 35℃에서 1분 처리 시 살모넬라균이 약 2 log 감소하였다.

③ 이온화 방사선을 이용한 조사 (Irradiation using Ionizing Radiation)

이온화 방사선은 식품에 깊숙이 침투하여 식품의 온도를 크게 높이지 않고도 해충과 미생물을 죽일 수 있다. 이온화 방사선은 핵산(DNA)을 손상시켜 세균의 세포와 해충을 죽인다. 이온화 방사선은 코발트(Covalt)-60, 세슘(Cesium)-137, X선, 전자빔으로 인해 발생한다. 코발트-60은 감마선 조사라고 불리는 이온화 방사선의 일반적인 공급원이다. 높은 침투력으로 다양한 크기, 모양, 밀도(냉동 및 냉동되지 않은 것 포함)의 가금류를 처리할 수 있다. 엑스선도 이온화 방사선을 생성하는 데 사용된다. 엑스선은 높은 침투력을 가지고 있지만 일반적으로 효율적인 공정이 아니기 때문에 식품 처리에는 사용되지 않는다. 이온화 방사선을 생성하는 또 다른 방법은 전자빔을 적용하는 것이다. 이 방법에서는 고에너지 전자 흐름이 제품에 적용된다. 방사선이 몇 센티미터만 침투하기 때문에 얇은 식품 층을 처리하는 데 유용하다. 전자빔은 다른 이온화 방사선 공급원과 달리 컨베이어에서 움직이는 식품 위에 적용될 수 있다. 전자빔 시스템은 장비에서 높은 열을 발생시키기 때문에 정기적인 유지관리와 높은 전력, 냉각이 필요하다.

이온화 방사선의 조사량은 가금류 생고기(신선 및 냉동)에 흡수되는 3kGy이다. 가금류에 허용되는 최대 조사량 한도는 FDA에서 내린 안전 결정에 따라 결정된다. FDA가 방사선 조사에 적용한 요건 중 하나는 방사선 조사된 가금류의 포장은 공기가 통과할 수 있어야 하고, 습기와 미생물이 포장 장벽을 통과하지 못하도록

하고 있다. 신선하고 냉동되지 않은 닭 날개에 살모넬라 티피뮤리움을 접종하고 5°C의 공기 중에서 감마선 조사량을 5회(0, 0.90, 1.80, 2.70, 3.60 kGy) 사용한 결과, 모든 살모넬라는 10 또는 100 CFU/날개로 접종한 시료에서 사멸하였다. 1.8 kGy로 조사한 후 1,000 또는 10,000 CFU/날개로 접종한 닭 날개에서 살아남은 살모넬라가 감지되었지만, 그 수는 매우 낮았다. 2.7 또는 3.6kGy의 감마선 조사량 후에는 살모넬라가 감지되지 않았다. 가금류에 방사선을 조사하면 닭 날개에서 살모넬라가 상당히 감소할 수 있음을 보여주었다. 또 다른 연구에서는 자연적으로 발생하는 세균을 함유한 뼈와 가죽이 없는 닭 가슴살에 전자빔을 조사한 결과 약 5%의 세균 감소 효과가 나타났다. 살모넬라균과 캄필로박터의 세균수 감소와 적용된 선량은 주변 온도에서 1.0 및 1.8kGy였으며 두 선량 모두 살모넬라균과 캄필로박터의 비슷한 감소를 나타내었다.

Table 4. 가금류 도체의 미생물 살균을 위한 항미생물제의 처리방법 비교

살균방법	장점	단점	전형적인 변수	참고문헌
염소 기반 살균제	· 저렴함 · 광범위한 스펙트럼 · 빠른 작용	· 부식성 · 낮은 pH에서 증기 발생 · 높은 pH에서 효과 없음 · 유기물 농도 높을 경우 중화됨 · 유해 트리할로메탄 형성	· pH: 6.0 – 6.5 · 농도: 20 – 50 ppm 유리 염소 · 온도: 4°C · 적용: 침지 또는 분무	· Buncic & Sofos, 2012 · Oh, 2014
유기산	· 다른 화합물질에 비해 독성이 낮음 · 광범위 스펙트럼 · 경수에 영향 없음 · 유기물 존재 시 비교적 안정	· 비용이 높음 · 높은 온도에서 부식 가능	· pH: 2.5 – 5.4 · 농도: 1.5 – 5% · 온도: 4°C · 적용: 침지 또는 분무	· Zhao, 2006
산성 아염소산 나트륨	· 저렴함	· 유기물과 반응해 유해 할로겐화 유기 화합물 생성 가능 · 유기물에 의해 중화됨	· pH: 2.3 – 2.9 · 농도: 500 – 1200 ppm · 온도: 4°C · 적용: 침지 또는 분무	· Wang, 2014 · Alonso-Hernando, 2013
과산화초산	· 넓은 pH 및 온도 범위 · 유기물 영향을 덜 받음 · 헹굼 불필요	· 비용이 높음	· pH: 3.0 – 7.5 · 농도: 100 – 1000 ppm · 온도: 4°C · 적용: 침지 또는 분무	· McKee, 2014 · Chen, 2014
삼인산 나트륨	· 저렴함	· 높은 pH가 닭에 영향을 줄 수 있음	· pH: 11 – 13 · 농도: 8 – 12% · 온도: 20 – 30°C · 적용: 침지 또는 분무	· Capita, 2002 · Del Rio, 2007
전기분해된 산화수	· 장비 및 인체에 부식성 없음 · 운영 비용 저렴	· 전기분해 중단 시 항균 활성이 급격히 소멸됨 · 유기물에 의해 중화됨 · 초기 시스템 설치 비용 높음	· pH: 2.1 – 2.7 · ORP: 〉1000 mV · 자유 염소: 8 – 〉70 mg/L · 적용: 침지	· Huang, 2008 · Park, 2002
고압 살균	· 화학물질 사용 없음 · 헹굼 불필요	· 설치 비용 높음 · 별도 시설에서 처리 필요 · 제품 외형과 질감에 변화 가능	· 압력: 〉100 MPa · 적용: 해당 없음	· Liu, 2012 · Simonin, 2012
방사선 조사	· 화학물질 사용 없음 · 헹굼 불필요	· 설치 비용 높음 · 별도 시설에서 처리 필요 · 라벨링 필요	· ≤3.0 kGy · 포장은 공기 투과가 가능해야 함	· Thayer, 1991 및 1992

* 출처: Food Safety and Inspection Service, 2021.

미국 식품안전국에서 가금류 도체의 미생물 살균을 위한 승인된 방법의 장단점과 사용에 있어서 전형적인 변수(typical parameters)는 Table 4와 같다. 가금류 도체의 미생물 살균을 위한 처리 방법과 일반적인 변수는 도축장에서 해당 공정에 적합한 방법들을 선택하도록 안내하기 위해 제공된 것이다. 표시된 값은 중요한 운영 매개 변수가 아니며, 도축장에서 사용하는 중요한 운영에 영향을 주는 변수(parameters)를 파악하고 선택한 값에 대한 과학적 근거를 제공해야 한다고 미국 식품안전국에서는 권고하고 있다.

결론

미국식품안전검사국에서는 가금류 도체의 미생물 관리를 위하여 본문에서와 같이 다양한 방법을 제시하고 있다. 국내의 경우에 "식품첨가물의 기준 및 규격(식품의약품안전처 고시 제2023-82호)"에 식품의 살균 목적에 사용되는 살균제의 종류 및 사용기준에 차염소산나트륨, 차아염소산수, 차아염소산칼슘 등의 염소계와 과산화수소와 과산화초산 등의 과산화물계 2가지가 있다. 국내의 경우에 미국과 비교시 가금류 도체의 미생물 관리를 위한 살균 방법이 제한되어 있으며, 대부분의 가금류 도축장의 경우에 미생물 관리를 위하여 염소계를 사용하고 있다.

미국의 경우에 가금류 도체의 미생물 관리를 위하여 적용하는 살균 방법은 도축장 시설 및 운용(침지/분무) 상황, 살모넬라 등 미생물 오염 수준, 최종 제품의 특성 등을 고려하여 도축장별로 다양한 항미생물제를 사용하고 있으며, 한 가지 방식만이 아닌 종합적인 다중 장벽 접근법이 권장되고 있다. 국내도 가금류 도체의 살모넬라 관리를 위해서는 선진국 기준을 참조하여 구체적이고 세부적인 항미생물제(살균제)의 사용방법 및 도축장 위생관리 방법을 벤치마킹하여 농장, 도축, 가공 단계에서의 종합적인 위생관리 방안들이 마련되어져야 할 것이다. 이를 위해서는 정부, 농가, 도축장 영업자, 수의사 등 관계자분들이 협력하여 무엇보다도 농장 및 도축단계에서의 살모넬라 저감화를 위한 기술적 및 제도적 보완이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. Alonso-Hernando A, Alonso-Calleja C, and Capita R. 2013. Growth kinetic parameters of Gram-positive and Gram-negative bacteria on poultry treated with various chemical decontaminants. *Food Control*. 33: 429-432.

2. Buncic S and Sofos J. 2012. Interventions to control *Salmonella* contamination during poulty, cattle and pig slaughter. *Food Res. Int.* 45: 641-655.

3. Chen X, Bauermeister, LJ, Hill GN, Singh M, Bilgili SF, and McKee SR. 2014. Efficacy of various antimicrobials on reduction of *Salmonella* and *Campylobacter* and quality 78 attributes of ground chicken obtained from poultry parts treated in a post chill decontamination tank. *J. Food Prot*. 77: 1882-1888.

4. Del Rio E, Muriente R, Prieto M, Alonso-Calleja C, and Capita R. 2007. Effectiveness of trisodium phosphate, acidified sodium chlorite, citric acid, and peroxyacids against pathogenic bacteria on poultry during refrigerated storage. J. *Food Prot.* 79(9): 2063-2071.79

5. Food Safety and Inspection Service (FSIS). 2021. FSIS Guidelinefor Controlling *Salmonella* in Raw Poultry.

6. Huang YR, Hung YC, Hsu SY, Huang YW. Amd Hwang DF. 2008. Application of electrolyzed water in the food industry. *Food Control.* 19:329-345.

7. Liu Y, Betti M, and Gänzle MG. 2012. High pressure inactivation of *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, and spoilage microbiota on poultry meat. *J. Food Prot.* 75: 497-503.

8. McKee S. 2014. Personal communication.Miller C., Fraser A., and Rivers A. June 2012. SA6._Disinfectants_and_Sanitizers. Retrieved September 16, 2014, from http://www.fightbac.org/storage/documents/SA6._

Disinfectants_and_Sanitizers.pdf.

9. McKee, S. 2013. "Pathogen Control for Parts and Ground Product." The Poultry Federation First Regional *Salmonella* Summit. West Siloam Springs, OK. March 28, 2013.

10. Mehyar G, Blank G, Han J, Hydamaka A, Holley R. 2005. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials against pathogenic bacteria on chicken skin. *Food Protection Trends*, 25: 351–362.

11. Oh S, Park SY, and Da S. 2014. Combined effects of chlorine and thiamine dilauryl sulfate on reduction of *Listeria monocytogenes* in chicken breast and development of predictive growth models. *Poultry Science*. 93: 1503–1510.

12. Park H, Hung YC, and Brackett RE. 2002. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int. J. Food Micro*. 72: 77–83.

13. Sukumaran AT, Nannapaneni R, Kiess A, and Sharma CS. 2015. Reduction of Salmonella on chicken meat and chicken skin by combined or sequential application of lytic bacteriophage with chemical antimicrobials. *Int. J. Food Micro*. 207: 8–15.

14. Tananuwong K., Chitsakun T and Tattiyakul J. 2012. Effects of High-Pressure Processing on inactivation of *Salmonella* Typhimurium, eating quality, and microstructure of raw chicken breast fillets. *J. Food Sci*. 77: E321–E327.

15. Thayer DW and Boyd G. 1991. Effect of Ionizing Radiation Dose, Temperature, and Atmosphere on the Survival of *Salmonella* Typhimurium in Sterile, Mechanically Deboned Chicken Meat. *Poultry Science*. 70: 381–388.

16. Thayer DW, Dickerson, CY, Rao R, Boyd G, and Chawan CB. 1992. Destruction of *Salmonella* Typhimurium on Chicken Wings by Gamma Radiation. *Journal of Food Science*. 57: 586–589.

17. Wang HW, Xu X, and Z G. 2014. Optimization of an acidified sodium chlorite solution for reducing pathogenic bacteria and maintaining sensory characteristics of poulty meat in simulation slaughter process. *J Food Proc and Preserv*. 38: 397–405.

18. Zhao T, and Doyle MP. 2006. Reduction of *Campylobacter jejuni* on chicken wings by chemical treatments. *J Food Prot*. 69(4): 762–767.