육계와 육용오리 생산공정 및 도계공정에서의 살모넬라균 오염 위해요소

Hazard analysis of *Salmonella* contamination in the broiler and duck farms and their slaughtering processing

이준봉, 윤장원*

Jun Bong Lee, Jang Won Yoon*

강원대학교 수의과대학 & 동물의학종합연구소

College of Veterinary Medicine & Institute of Veterinary Science, Kangwon National University, Korea

I. 서론

최근 전 세계적으로 닭고기 소비량이 증가하면서 닭고기 섭취로 인한 식중독 발병이 늘어나고 있다. CDC(The Centers for Disease Control and Prevention)에 따르면 미국에서 2009년부터 2015년 사이에 식중독을 가장 많이 일으켰던 식품이 바로 닭고기로, 이 기간 동안 약 3천명이 세균에 감염된 닭고기를 먹고 식중독에 걸린 것으로 집계되었다(Daniel Dewey-Mattia et al, 2018). CDC가 닭고기를 통해 발병한 149건의 집단 식중독을 대상으로 원인균을 조사한 결과, 64건의 식중독을 일으킨 Salmonella enterica종이 가장 중요한 원인균으로 확인되었다(Chai et al, 2017).

Salmonella enterica중에서는 S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. Infantis, S. Hadar등의 비장티푸스성 살모넬라균(non-typhoidal Salmonella)이 식중독을 일으킨다. 이들은 닭, 오리, 소, 돼지 등 가축의 장관 내에 상존하다가 주로 오염된 음식을 통해서 사람으로 전파되어 위장관증상을 일으키는 인수공통전염병 원인체이다. 살모넬라균은 매우 적은 양 (100 to 1000 CFU)이 감염되어도 식중독을 일으킬 수 있다(Alice Whiley et al, 2016). 따라서 농장의 가축이 식육으로 상품화되어 소비자의 식탁에 올라가기까지의 모든 공정단계에서 살모넬라균 오염을 철저히 방지해야 한다. 현재 국내에서는 식품공전에 따라 단순히 5개 식육 시료를 선별해 검사했을 때 살모넬라균이 모두 음성이면 적합하다고 판정한다(식품의약품안전처, 2018). 그러나 최근 4년간 국내 살모넬라균 감염증은 연중 평균 1300여건이나 발생하였으며, 이를 개선하기 위해선 원재료 또는 식품에 살모넬라균 오염 위험이 높은 공정단계를 분석하여 좀 더 구체적인 검사기준을 설정할 필요가 있다(질병관리본부, 2018). 따라서 본 고에서는, 살모넬라 식중독을 일으키는 육계와 육용오리의 생산 및 도계공정을 조사하였고, 국내 · 외에서 보고된 관련문헌들을 바탕으로 각 공정 단계에서의 살모넬라

* Correspondence to: Jang Won Yoon, D.V.M., Ph.D.
College of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chuncheon, Gangwon 24341, Republic of Korea.
Tel: +82-33-250-8791 Fax: +82-33-259-5625 E-mail: jwy706@kangwon.ac.kr.

균 오염 위해요소들을 정리하였다.

II. 본론

1. 육계 · 육용오리 농장 생산공정 조사 및 살모넬라균 오염 위해요소 확인

육계 · 육용오리는 생산, 도계, 가공, 유통공정을 순서를 거쳐 완성된 식품으로 소비자들에게 판매된다. 모든 공정에서의 위생 관리가 다 중요하지만, 생산 공정는 다른 공정에 비해 육계 · 육용오리를 살모넬라로부터 완전히 차단하기가 더욱 어려움에도 불구하고 위생 관리가 제대로 지켜지지 않는 경우가 많다. 육계 · 육용오리의 핵심적인 생산공정 단계는 병아리가 농장에 입추되면서부터 도계 · 도압장으로 출하될 때까지이다. [표 1]에서는 농장 내에 살모넬라균 오염 가능성이 큰 생산공정 단계에서 균이 개체에 직접 접촉하는 인자(분석항목)와 균의 오염 및 증식에 영향을 미칠 수 있는 인자(조사항목)을 정리하였다. [표 2]는 국내 · 외 연구들에서 보고되었던 농장 내 살모넬라균 오염 위해요소들을 정리하였다.

입추 전 단계. 입추 전 병아리를 선별하는 과정이 매우 중요하다. 만약 부화장에서 병원균에 이미 감염된 병아리가 농장에 유입되었을 경우, 함께 들어온 다른 병아리들이 모두 병원균에 노출된다(Namata et al, 2009). 따라서 병아리는 가급적 한 곳의 부화장을 선택해 구입하여 농장 내 병원균의 유입이 있을 경우 역추적 할 수 있도록 대비해야 한다. 그리고 부화장 내 정기적인 살모넬라균 검사 성적서를 반드시 확인하고 농장에서 보관하도록 한다. 입추 전 계사환경의 세척 및 소독은 필수적이다. 계사가 비어있는 상태에서 바닥을 세척 · 소독한 뒤 완전히 건조되도록 환기시킨다. 소독불량일 경우, 계사 내부에 병원균이 잔류할 수 있다(Donado-Godoy et al, 2012). 또한 급이 · 급수기, 급수탱크의 소독불량은 음수오염의 원인이 된다(Le Bouquin et al, 2010). 계사 외부의 주변 쓰레기 역시 오염원이 될 수 있다(Volkova et al, 2011). 환기 후 계사 바닥에는 새 깔짚을 깔아주어야 하는데, 오염된 깔짚을 소독하지 않고 재사용하는 경우 문제를 일으킬 수 있다(Marin et al, 2011). 입추 전 미리 준비하는 사료, 사료첨가제, 음수, 동물용의약품도 병원균의 주요 오염원이 될 수 있다(Marin et al, 2011). 때문에 사료는 반드시 HACCP 지정 사료공장에서 구입해야 하고, 음수는 사람이 먹는 물 수질기준에 준해서 관리하며, 동물의약품 선정은 농장 담당수의사와 협의해야한다. 발판 소독조는 계사 입구와 격리실 등에 설치하며 주당 3~4회 교체해준다.

표 1. 육계 · 육용오리농장 생산공정 단계별 분석항목 및 조사항목

생산공정	분석항목	조사항목
입추 전 계사 세척 · 소독	토양, 계분 주변쓰레기 급수탱크 발판소독조	계사의 세척 및 소독불량 오염된 쓰레기의 잔존 급수탱크의 세척 및 소독불량 발판소독조의 미교체
입추 전 깔짚 반입	깔짚	오염된 깔짚의 재사용
입추 전 사료, 동물용 의약품 반입	사료 사료첨가제	사료 및 사료 첨가제의 오염
병아리 선별	병아리	부화장으로부터의 병원체 유입
입추	운반차량, 상자 외부 관계자	운반차량, 상자의 세척 및 소독불량 외부 관계자의 계사 내 출입
환기 관리	계사 내 공기	먼지 오염
급이 및 급수 관리	사료, 음수 급이기, 급수기	사료 및 음수의 오염 급이기 및 급수기 세척 및 소독불량
온도 및 습도 관리	계사 구조물의 습기	주령별 계사 내 온도 계사 내 상대 습도
질병 관리	토양, 계분	항생제 처치에 의한 장내 미생물총 변화로 증가된 병원균 전파
폐사계 처리	폐사계 농장 관리자 작업복	폐사계 잔존 계사 내 출입 시 관리자의 위생불량
출하	운반차량, 상자 외부 관계자	운반차량, 상자의 세척 및 소독불량 외부 관계자의 계사 내 출입

표 2. 국내 · 외 육계 · 육용오리농장 생산공정단계에서의 병원균 오염 사례

육계 생산공정	위해요소	참고문헌
입추 전 계사의 세척 · 소독	세척 및 소독 불량으로 인한 계사 내 병원균의 잔류	Donado-Godoy P. et al. 2012. J Food Prot. 75:874-883.
	주변 쓰레기 오염	Volkova VV. et al. 2011. Zoonoses Public Health. 58:158-168.
	급수탱크 오염	Le Bouquin S. et al. 2010. Prev Vet Med. 97:245-251.
입추 전 깔짚 반입	깔짚 오염	Marin C. et al. 2011. Prev Vet Med. 98:39-45.
입추 전 사료 반입	사료 오염	Marin C. et al. 2011. Prev Vet Med. 98:39-45.
초생추 선별	병원균에 이미 감염된 초생추의 계사 유입	Namata N. et al. 2009. Prev Vet Med. 90:211-222.
입추	운반상자 오염	Marin C. et al. 2011. Prev Vet Med. 98:39-45.
질병 관리	항생제 처치에 의한 장내 미생물총 변화로 증가된 병원균 전파	Berghaus RD. et al. 2012. Zoonoses Public Health 59:365-374.
급수 관리	음수 오염	Le Bouquin S. et al. 2010. Prev Vet Med. 97:245-251.
환기 관리	먼지 오염	Berghaus RD. et al. 2012. Zoonoses Public Health 59:365-374.
습도 관리	계사 내 구조물의 습기부족	Berghaus RD. et al. 2012. Zoonoses Public Health 59:365-374.
폐사계 처리	폐사계의 처리 지연	Donado-Godoy P. et al. 2012. J Food Prot. 75:874-883.
	농장 관리자의 계사 내 출입 및 작업복 위생 불량	Berghaus RD. et al. 2012. Zoonoses Public Health 59:365-374.
입추 및 출하단계에서의 외부 노출	외부 관계자의 계사 내 출입	Namata N. et al. 2009. Prev Vet Med. 90:211-222.
육용오리 생산공정	**위해요소**	**참고문헌**
입추 전 계사의 세척 및 소독	세척 및 소독 불량으로 인한 계사 내 병원균의 잔류	Martelli F. et al. 2017. Avian Pathol. 46:131-137.
	급수탱크 오염	Adzitey F. et al. 2012. Food Research International. 45:947-952.
입추 전 사료 반입	사료 오염	Adzitey F. et al. 2012. Food Research International. 45:947-952.
입추	운반상자 오염	McCrea BA. et al. 2006. Poult Sci. 85:136-143.
급수 관리	음수 오염	Adzitey F. et al. 2012. Food Research International. 45:947-952.
오리 방목	주변 환경 (연못)의 오염	Adzitey F. et al. 2012. Food Research International. 45:947-952.

입추 단계. 입추 당일에 운반차량은 농장입구에 설치한 소독시설을 통과해 차량의 밑면과 바퀴 부분을 충분히 적셔서 소독한다. 운반 관계자는 농장 출입 24시간 이전에 다른 농장을 출입하지 않았어야 한다. 이를 지키지 않을 경우, 다른 농장의 병원균을 계사 내에 옮길 수 있다 (McCrea et al, 2006). 또한, 운반차량에 병아리를 싣는 어리장이 오염되어 병아리를 감염시킬 수 있다 (Marin et al,2011). 입추 직후에는 병아리의 상태를 바로 확인하고 매일 건강상태를 관찰해야 한다. 병아리의 호흡이 빨라지거나 입을 벌려 호흡하는 경우, 온도 및 환기상태를 점검

하고 병아리 울타리 거리 등을 조절한다.

육추 단계. 병아리가 육계 · 육용오리로 성장하는 육추 기간에 계사 내 온도는 처음 29~32℃에서 시작해 매주 3℃ 정도씩 낮추어 21℃를 유지한다. 상대습도는 처음 1주 동안 60~70%를 반드시 유지한다. 습도가 부족할 경우 탈수증이 생기고 우모 발생이 불량해지며, 반대로 습도가 지나치게 높을 경우 질병 발생률이 높아진다(Berghaus et al, 2012). 계사 내 열기와 습기를 제거하고 공기 내 유해성분을 제거하기 위해 환기를 수시로 한다. 환기 불량일 경우 공기 중 먼지와 병원균이 외부로 배출되지 않아 감염 위험이 높아진다(Berghaus et al, 2012). 급수 온도는 15~20℃가 적당하며 급수기는 매일 청소한다. 급수기 내 오염된 음수는 큰 문제가 되므로 철저히 관리해야 한다(Adzitey et al, 2011).계사 내 폐사계가 나타났을 때 처리가 지연되면 폐사계 자체가 병원균 감염원이 될 수 있다(Donado-Godoy et al, 2012).그리고 폐사계 처리를 위해 출입한 농장 관리자의 위생 불량이 문제가 될 수도 있다. 농장 관리자의 잘못된 항생제 처치로 인해 병원균이 확산되는 경우가 있으므로, 농장 담당 수의사의 확인이 반드시 필요하다(Berhaus et al, 2012).

출하 단계. 출하 전에는 수송 스트레스를 줄이기 위해 육계 · 육용오리를 10시간 동안 절식 시킨다. 출하 당일에 어리장 하나에 싣을 육계 수는 체중 및 기온, 운송시간 등을 고려하여 결정하며, 운반 차량은 농장 간 교차오염을 방지하기 위해 가급적 다른 농장을 방문하지 않는다. 출하 후에는 계사의 모든 전원을 차단한 뒤, 먼지를 제거하기 위해 분부소독을 실시하고 바닥의 계분과 깔짚을 반출한다. 급수탱크와 급수 파이프 내 물은 완전히 빼내어 남은 오물이나 침전물 등을 제거시킨 후 세척 · 소독 한다. 급이 · 급수기 내 남은 사료와 음수를 제거하고 기계는 세척 · 소독한다. 세척 후에는 모든 개구부를 막아 재오염을 막는다. 계사 주변 환경에 존재하는 해충 및 설치류는 완전히 구제하여 방목 시 육계 · 육용오리가 병원균에 노출되는 것을 예방한다(Adzitey et al, 2011).

2. 도계 · 도압장 공정 조사 및 살모넬라균 오염 위해 요소 확인

육계 · 육용오리에 감염된 살모넬라균이 도계장 내부로 유입되면, 공정라인을 따라 전파되어 도계장 전체를 오염시킬 수 있다. 도계공정에는 열처리단계가 없기 때문에 한번 오염된 살모넬라균이 작업환경에 상존하면서 도체에 계속 접촉될 위험이 높다. 또한, 도계는 육계 · 육용오리가 식품으로 상품화되는 시작단계로 그 위생 관리는 다음 단계인 가공, 유통, 판매 및 소비 공정에 직접적으로 영향을 미친다. 도계공정은 육계반입, 계류, 방혈, 탕적 · 탈모, 두부 · 내장제거, 세척, 냉각, 선별 · 포장, 보관, 도체 반출 순서대로 이루어진다. 위 공정에 맞추어 현대식 도계장 건물내부는 생계 입고부, 방혈 탈모부, 내장 적출부, 냉각부, 도체등급 포장부로 구분된다. [표 3]에서는 도계장 내에 살모넬라균 오염 가능성이 큰 도계공정 단계에서 균이 도체에 직접 접촉하는 인자(분석항목)와 균의 오염 및 증식에 영향을 미칠 수 있는 인자(조사항목)을 정리하였다. [표 4]는 국내 · 외 연구들에서 보고되었던 도계 · 도압장 내 살모넬라균 오염 위해요소들을 정리하였다.

생계 입고부. 생계입고부의 계류장에서는 도계장에 도착한 육계 · 육용오리를 공정에 투입되기 전 최소 24시간 동안 충분히 휴식시킨다. 긴 이송과정에서 발생한 스트레스 및 긴장은 개체의 병원균 감염 감수성을 높인다(Mainali et al, 2009). 수의사는 어리장에 보관된 육계 · 육용오리의 건강상태를 육안적으로 판단해야 하며, 이상호흡기음, 설사 폐사 등 임상증상이 관찰된 개체는 부검해 원인을 파악한다. 계류장에는 세척 · 소독 시설이 있어 어리장과 운반차량을 세척 · 소독하고 이때 발생하는 닭털, 닭똥, 먼지 등 오염물질은 집진장치에 모아 처리한다. 계류 이후 육계 · 육용오리를 실은 어리장은 지게차를 이용하여 전용 오버헤드 콘베어(Overhead conveyor)로 이동한다. 오버헤드 콘베어에 부착된 섀클(Shackle)에 다리를

표 3. 도계 · 도압장 공정 단계별 분석항목 및 조사항목

도계 · 도압공정	분석항목	조사항목
생계반입	운반차량, 상자	운반차량, 상자의 세척 및 소독불량 총 이동시간
계류	생계	체표면 및 장관 내 병원균 오염 계류 및 절식 시간
현수 라인이양	도체 컨베이어, 샤클 표면 바닥	도체 간 교차오염 도체의 이양기 접촉 낙하도체 재현수 과정에서의 오염
기절	도체	전기 자극으로 유도되는 배변 오염
방혈	도체 칼 표면	도체의 기도 및 식도 손상 칼 소독 시간, 온도
탕적	도체 탕적수	탕적 시간, 온도, 탕적수 오염
탈모	도체	탈모기 내 도체 간 교차오염 탈모기 접촉
항문제거	도체 종사자의 작업복 도체해체기구	항문제거 시 누출되는 분변 오염 종사자 및 해체기구의 위생불량
복강절개	도체 종사자의 작업복 도체해체기구	내장 파열 종사자 및 해체기구의 위생불량
내장적출	도체 종사자의 작업복 내장적출 기구	내장 파열 종사자 및 적출기구의 위생불량 소낭 잔존
세척	도체 세척수	도계 세척불량 세척수 오염
냉각	도체 냉각수	냉각시간, 온도 냉각수 오염
계량/구분 포장	컨베이어, 계량기 포장박스	도체의 이양기 및 계량기 접촉 포장박스 위생불량
냉장보관	도체	냉장시간, 온도

걸어 거꾸로 현수시킨 육계 · 육용오리는 방혈탈모부의 전기실신기로 이동한다.

방혈 탈모부. 현수된 육계 · 육용오리는 30~200V의 전기 자극에 의해 기절된다. 이 때 전기 자극으로 유도되는 배변에 의해 병원균이 오염될 수 있다(Seliwiorstow et al, 2016). 아직 심장박동이 멈추지 않은 실신한 개체의 경동맥을 절단해 방혈하는데, 이 과정에서 기도와 식도를 손상시킬 경우 병원균이 도체에 전파될 수 있다(Rivera-Perez et al, 2014). 방혈이 끝난 도체는 탕적조로 이동해 60℃에서 60초간 중온 탕적한다. 탕적수는 병원균이 증식할 수 있기 때문에 오염을 주의한다(Rasschaert et al, 2007). 탕적된 도체는 바로 옆의 탈모기로 이동하는데, 탈모기 내에서 도체 간 교차오염이 일어날 수 있다(Rasschaert et al, 2007). 육용오리 도체의 경우, 탈모 후 잔모 제거를 위해 왁스 처리를 하는데, 처리 설비 및 기구로부터 병원균 오염사례가 보고되었다(McCrea et al, 2006). 탈모가 완료된 도체는 머리와 다리가 제거되고, 도체 이양 라인 내 shackle에 다시 현수되어 내장적출부로 이동한다. 이때, 라인 옆 바닥에 떨어진 낙하도체를 재현수하는 과정에서 병원균이 오염될 수 있으니 주의한다(Corry et al, 2002).

내장 적출부. 2차 현수되어 내장적출부에 도착한 도체는 항문과 배설강을 절단하고 복강을 넓게 절개하여 안의 내장을 적출한다. 내장을 끌어낼 때는 폐와 소낭까지 함께 꺼내며, 동시에 내장을 식용 가능한 것과 가능하지 않은 것으로 구분한다. 이 과정에서 분변 오염, 내장 파열, 종사자 및 적출기구의 위생 불량, 도체 내 소낭 장존은 병원균 오염의 주원인이 된다(Seliwiorstow et al, 2016; Park et al, 2015; Chambers et al, 1998). 내장을 모두 빼낸 도체는 세척하여 도체 내외의 불순물을 모두 제거하고 냉각부로 이동한다. 오염된 세척수 사용은 문제가 될 수 있다(Rivera-Perez et al, 2014).

냉각부. 내장을 제거한 도체는 세균의 증식을 막기 위해

표 4. 국내 · 외 도계 · 도압장 공정 단계에서의 병원균 오염 사례

도계공정	위해요소	참고문헌
생계반입 계류	긴 이송 및 계류시간	Mainali C. et al. 2009. J Food Prot. 10:2202-2207.
기절	전기자극으로 유도되는 배변 오염	Seliwiorstow T. et al. 2016. Int J Food Microbiol. 226:26-32.
방혈	손상된 기도 및 식도를 통한 병원균의 전파	Rivera-Perez W. et al. 2014. J Food Prot. 12:2031-2034.
탕적	탕적수에 의한 병원균 오염 및 증식	Rasschaert G. et al. 2007. J Appl Microbiol. 103:333-341.
탈모	탈모기 내에서의 도체간의 교차요염, 도체의 탈모기 접촉	Rasschaert G. et al. 2007. J Appl Microbiol. 103:333-341.
라인이양 재현수	도체간 교차오염, 도체의 이양기 접촉, 낙하 도체 재현수 과정에서의 오염	Corry JE. et al. 2002. J Appl Microbiol. 92:424-432.
항문제거	항문제거 시 누출되는 분변 오염	Seliwiorstow T. et al. 2016. Int J Food Microbiol. 226:26-32.
복강절개 내장적출	내장 파열, 종사자 및 적출기구의 위생불량	Park HJ et al. 2015. J Food Sci. 12:2822-2826.
소낭제거	소낭잔존에 따른 병원균의 증식	Chambers JR. et al. 1998. Poult Sci. 10:1497-1501.
세척	도계 세척불량, 세척수 오염	Rivera-Perez W. et al. 2014. J Food Prot. 12:2031-2034.
냉각	냉각수에 의한 병원균 오염 및 증식	Zhu Y et al. 2017. Int J Food Microbiol. 259:43-51.
계량 구분	도체의 이양기 및 계량기 접촉	Zhu Y et al. 2017. Int J Food Microbiol. 259:43-51.
도압공정	**위해요소**	**참고문헌**
생계반입 계류	감염 오리의 유입, 운반상자 오염	McCrea BA et al. 2006. Poult Sci. 85:136-143.
탈모	탈모기 내에서 도체간의 교차오염, 도체의 탈모기 접촉	McCrea BA et al. 2006. Poult Sci. 85:136-143.
왁스처리	설비 및 기구로 부터의 병원균 오염	McCrea BA et al. 2006. Poult Sci. 85:136-143.
내장적출	내장 파열, 종사자 및 적출기구의 위생불량	McCrea BA et al. 2006. Poult Sci. 85:136-143.
냉각	냉각수에 의한 병원균 오염 및 증식	Kidie DH et al. 2013. Jpn J Vet Res. 61:129-136.

중심온도를 35℃에서 5℃로 낮추어 유지한다. 도체의 냉각방법에는 수냉각과 공기냉각이 있다. 수냉각은 얼음을 넣은 냉각수(2~3℃)에 도체를 45분 동안 넣으며, 공기냉각은 영하 -5~-2℃의 냉기를 약 1시간 동안 도체에 직접 닿게 한다. 오염된 냉각수 사용 역시 문제가 될 수 있다(Zhu et al, 2017; Kidie et al, 2013). 냉각이 끝난 도체는 다시 현수하여 도체등급 포장부로 이동한다.

도체등급 포장부. All-In-All-Out 사육방식으로 생산된 육계 · 육용오리라 할지라도 개체간의 체중 차이가 크다. 때문에 각 도체는 체중에 따라 등급을 100 mg단위로 구분하여 분류 한다. 이 과정에서 오염된 이양기와 계량기에 도체가 접촉하여 문제가 되기도 한다(Zhu et al, 2017). 포장부에서는 박스에 얼음을 넣고 비닐을 덮어 개별 포장을 마무리한 뒤 적재한다. 마지막으로 -1~0℃ 의 냉장실에서 냉풍으로 2시간 정도 보관한 뒤 외부에 반출시킨다.

III. 결론 및 요약

닭고기에 의한 살모넬라균 식중독을 예방하기 위해서는 원재료를 사육하는 농장에서부터 철저한 위생관리가 필요하다. 농장 생산공정에서는 먼저 외부(부화장, 운반차량, 농장 관계자, 계사 주변 오염원)로부터 살모넬라균이 계

사 내에 유입되는 것을 차단해야 한다. 그리고 육계 · 육용오리 사육에 필요한 재료(깔짚, 사료, 음수)가 살모넬라균에 오염되지 않도록 주의해야 한다. 계사 내 적정 환경(온도, 습도, 환기)를 유지하며, 담당 수의사와 상의해서 올바른 질병관리를 해야한다. 다음 단계인 도계공정에서는 우선 도계 설비 및 기구(칼, 탕적수, 탈모기, 세척수, 냉각수, 이양기, 계량기)들을 철저히 소독해야한다. 특히, 내장 적출부는 살모넬라균 오염 위험이 가장 높은 단계로 도체의 분변과 내부 장기에 상존해 있던 살모넬라균이 공정라인에 전파되지 않도록 주의해야 한다.

관련 문헌 조사 결과, 외국에 비해 우리나라에서는 닭고기의 생산 · 도계 공정 내 살모넬라균 오염 위해요소를 분석한 연구가 부족했다. 때문에, 국내 시판되는 닭고기의 살모넬라균 오염 위험순위를 결정하기 위한 위해평가 연구가 시급하다. 위해평가를 통해 우선적인 관리가 필요한 위해요소들을 설정하여 닭고기의 미생물 검사 기준에 반영되도록 해야 할 것이다.

IV. 감사의 글

본 연구는 2018년도 식품의약품안전처 용역연구개발과제(18162축산선525)의 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Dewey-Mattia D, Manikonda K, Hall AJ, Wise ME, and Crowe SJ. 2018. Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks - United States, 2009-2015. MMWR Surveill Summ. 67(10):1-11.

2. Chai SJ, Cole D, Nisler A, and Mahon BE. 2017. Poultry: the most common food in outbreaks with known pathogens, United States, 1998-2012. Epidemiol Infect. 145(2):316-325.

3. Whiley A, Fallowfield H, Ross K, McEvoy V, and Whiley H. 2016. Higher storage temperature causes greater Salmonella enterica serovar Typhimurium internal penetration of artificially contaminated, commercially available, washed free range eggs. J Food Prot. 79(7):1247-51.

4. 식품의약품안전처. 2018. 식품공전-제 2. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격.

5. 질병관리본부. 2018. 표본감시감염병 통계 - 장관감염증, 세균(살모넬라균).

6. Donado-Godoy P, Gardner I, Byrne BA, Leon M, Perez-Gutierrez E, Ovalle MV, Tafur MA, and Miller W. 2012. Prevalence, risk factors, and antimicrobial resistance profiles of Salmonella from commercial broiler farms in two important poultry-producing regions of Colombia. J Food Prot. 75(5):874-83.

7. Volkova VV, Bailey RH, Hubbard SA, Magee DL, Byrd JA, and Robert WW. 2011. Risk factors associated with detection of Salmonella in broiler litter at the time of new flock placement. Zoonoses Public Health. 58(3):158-68.

8. Le Bouquin S, Allain V, Rouxel S, Petetin I, Picherot M, Michel V, and Chemaly M. 2010. Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. Prev Vet Med. 97(3-4):245-51.

9. Marin C, Balasch S, Vega S, and Lainez M. 2011. Sources of Salmonella contamination during broiler production in Eastern Spain. Prev Vet Med. 98(1):39-45.

10. Namata H, Welby S, Aerts M, Faes C, Abrahantes JC, Imberechts H, Vermeersch K, Hooyberghs J, Meroc E, and Mintiens K. 2009. Identification of risk factors for the prevalence and persistence of Salmonella in Belgian broiler chicken flocks. Prev Vet Med. 90(3-4):211-22.

11. Berghaus RD, Mathis DL, Bramwell RK, Macklin KS, Wilson JL, Wineland MJ, Maurer JJ, and Lee MD. 2012. Multilevel analysis of environmental Salmonella prevalences and management practices on 49 broiler breeder farms in four south-eastern States, USA. Zoonoses Public Health. 59(5):365-74.

12. Martelli F, Gosling RJ, Callaby R, and Davies R. 2017. Observations on Salmonella contamination of commercial duck farms before and after cleaning and disinfection. Avian Pathol. 46(2):131-137.

13. Adzitey F, Rusul G, and Huda N. 2012. Prevalence and antibiotic resistance of Salmonella serovars in ducks, duck rearing and processing environments in Penang, Malaysia. Food Research International. 45(2):947-952.

14. McCrea BA, Tonooka KH, VanWorth C, Boggs CL, Atwill ER, and Schrader JS. 2006. Prevalence of Campylobacter and Salmonella species on farm, after transport, and at processing in specialty market poultry. Poult Sci. 85(1):136-43.

15. Mainali C, Gensler G, McFall M, King R, Irwin R, and Senthilselvan A. 2009. Evaluation of associations between feed withdrawal and other management factors with Salmonella contamination of broiler chickens at slaughter in Alberta. J Food Prot. 72(10):2202-7.

16. Seliwiorstow T, Bare J, Berkvens D, Van Damme I, Uyttendaele M, and De Zutter L. 2016. Identification of risk factors for Campylobacter contamination levels on broiler carcasses during the slaughter process. Int J Food Microbiol. 226:26-32.

17. Rivera-Perez W, Barquero-Calvo E, and Zamora-Sanabria R. 2014. Salmonella contamination risk points in broiler carcasses during slaughter line processing. J Food Prot. 77(12):2031-4.

18. Rasschaert G, Houf K, and De Zutter L. 2007. Impact of the slaughter line contamination on the presence of Salmonella on broiler carcasses. J Appl Microbiol. 103(2):333-41.

19. Corry JE, Allen VM, Hudson WR, Breslin MF, and Davies RH. 2002. Sources of Salmonella on broiler carcasses during transportation and processing: modes of contamination and methods of control. J Appl Microbiol. 92(3):424-32.

20. Park HJ, Chon JW, Lim JS, Seo KH, Kim YJ, Heo EJ, Wee SH, Sung K, and Moon JS. 2015. Prevalence analysis and molecular characterization of Salmonella at different processing steps in broiler slaughter plants in South Korea. J Food Sci. 80(12):M2822-6.

21. Chambers JR, Bisaillon JR, Labbe Y, Poppe C, and Langford CF. 1998. Salmonella prevalence in crops of Ontario and Quebec broiler chickens at slaughter. Poult Sci. 77(10):1497-501.

22. Zhu Y, Lai H, Zou L, Yin S, Wang C, Han X, Xia X, Hu K, He L, Zhou K, Chen S, Ao X, and Liu S. 2017. Antimicrobial resistance and resistance genes in Salmonella strains isolated from broiler chickens along the slaughtering process in China. Int J Food Microbiol. 259:43-51.

23. Kidie DH, Bae DH, and Lee YJ. 2013. Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella isolated from poultry slaughter houses in Korea. Jpn J Vet Res. 61(4):129-36.