

우리나라 도계장 수거계육의 미생물학적 위생실태 조사

우용구

한국폴리텍 바이오대학 의생명동물과

제주도를 포함한 전국규모로 15개 시·도에 위치한 도계장에서 직접 수거한 도계육에 대하여 미생물 오염도 조사로서 총세균수, 대장균군수 및 포도상구균수에 대해서 조사를 하였다. 특히 주요 인수공통 병원성 세균들인 *Salmonella* 속균과 *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, 그리고 *E. coli* O157:H7 균에 대해서도 함께 조사를 하였다. 그리고 도계장에서 보다 안전하고 위생적인 처리를 위해서 가장 흔히 사용되는 방법인 염소(20 mg/L 포함)를 첨가한 염소수로써 수세한 처리계육과 그렇지 않은 비처리 도계육 상호간에 대해서도 *Salmonella* 속균의 분리율과 기타 균종의 억제효과에 대해서도 비교조사를 수행하였다. 먼저 예비조사로서 강원지역을 비롯한 전국 6개 시·도의 도계장 유래 계육에 대해서 세균오염도의 비교조사에서는 포도상구균수, 대장균군수 및 총세균수의 순서로 오염도를 나타내었다. 이 성적은 시판계육의 미생물 오염도 수준보다는 10~100 배 이상 낮은 오염도 성적이었다. 그리고 동일계육에 대한 *Salmonella* 속균의 분리율은 63.3%(19/30)였고, *S. enteritidis* (33.3%)가 가장 지배적인 혈청형이었으며, 동시에 *S. typhimurium* (3.3%), *S. muenchen* (30.0%)도 분리되었다. 한편, 염소수로 세척한 도계육은 총세균수와 대장균군수의 비교조사에서 비처리 계육보다도 약 100배 정도로 균수의 억제효과를 보였다. 반면에 포도상구균수에서는 양자간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 또한 *Salmonella* 속균에 대한 억제효과에 비교조사에서도 20 ppm의 염소처리로서는 포도상구균과 마찬가지로 *Salmonella* 속균에 대해서도 뚜렷한 억제효과를 발휘하지 못한 것으로 확인되었다. 한편 보다 확대된 규모의 조사결과에서 제주도를 포함한 부산, 경남, 대구, 경북, 전남, 광주, 전북, 충남, 대전, 충북, 강원, 서울, 인천, 및 경기 지역을 포함하여 총 15개 시·도의 도계장 수거계육에서 *Salmonella*속균은 58.3%(67/115)에서 분리되었고, *S. muenchen* (57.3%)과 *S. enteritidis* (22.7%)가 대부분을 차지하였고, 인수공통병원균 중에서는 *L. monocytogenes* (43.5%), *C. jejuni* (37.4%), *S. aureus* (30.4%)의 순서로 분리되었으나, *E. coli* O157:H7은 국내 계육에서 전혀 분리되지 않았다. 결과적으로 도계육이 위생적이며 안전하게 시판되기 위해서는 최종적인 도계공정 이후 다양한 유통과정에서 발생될 수 있는 교차 및 추가오염의 기회를 줄이기 위한 보다 철저한 위생관리 대책과 보완대책이 필요하다라는 사실을 이 성적을 통하여 비로소 확인할 수 있었다.

Key words □ chicken meat, microbial contamination, slaughter house, zoonotic pathogen

계육은 현대인의 육제품의 소비구조로 볼 때, 우리의 먹거리 중에서 너무도 손쉽게 그리고 많이 섭취하는 육류라는 사실이다. 특히 면역체계의 완성도가 미흡한 어린이들도 가장 쉽게 접근하게 되는 먹거리로서 특히 저렴한 가격으로 간식용의 꼬치요리나 튀김요리를 학교인근에서 구매가 가능하고, 아파트 방안에서도 배달 주문이 가능한 시대가 되었다. 또한 성인들의 경우에도 가장 저렴한 육제품의 술안주로서 계육이 그 첫 번째라 할 수 있다. 그리고 우리의 전통적인 음식문화에서도 무더운 여름철 복날에 열량 많은 고단백 식품을 즐겨 먹는 음식풍습에 따라서 계육을 이용한 탕요리는 빠질 수 없는 요리의 하나이다.

우리가 흔히 접하게 되는 닭꼬치 요리의 경우 요리의 주재료인 닭 부분육이나 발골 혼합육의 경우 중국을 비롯한 외국으로부터 수입된 계육으로 제조되고 있다는 사실은 소비자들에게 잘 알려져 있지 못한 것이 사실이다. 한편 필자는 1996년도에 이미

이러한 문제점을 직시하고 국내 시판계육과 계란에 대한 미생물 오염도 조사를 수행하였고, 오염실태 자료를 보고 한 바 있다(3, 7). 이 성적에 따르면 중국산 수입계육 특히 닭 꼬치용의 부분육 또는 발골 혼합육에 대한 미생물 오염도 조사에서, 국내 시판 계육에서와 동일한 수준으로 식중독의 주범인 *Salmonella* 속균의 검출이 확인되어 수입계육의 위생문제에 대한 경각심을 일깨운 바 있다(3). 그리고 이러한 성적들은 국내 도계장에서 “위해요소중점관리기준(Hazard analysis critical control point: HACCP)”의 설정을 위한 연구에서도 활용되어 국내 계육의 위생학적 안전성을 확보하는데 기여한 바 있다(2).

한편 전술한 연구들과 동시에 당시(1996년도)에 국내 15개 시·도의 도계장에서 수거한 계육에 대해서도 미생물학적 오염실태 조사와 도계육에서의 효과적인 미생물억제 방법을 찾기 위한 목적의 연구가 수행된 바 있다. 그러나 아직까지도 관련분야에서는 필자가 수행했던 바의 연구자료가 발표되지 않고 있는 실정이며, 특히 최근 미국 등을 비롯하여 FTA 체결을 비롯한 무역자유화 시대의 가속화에 대비하기 위해서도 국내 계육에 대한 다양한 분야에서의 미생물학적 실태조사 자료는 필수적이나 현실

*To whom correspondence should be addressed.
Tel: 82-41-746-7382, Fax: 82-41-746-7350
E-mail: wooyk@snu.ac.kr

은 아직도 미흡한 실정하기에, 비록 현 시기와는 다소 차이는 있더라도, 이 연구 성적은 전국규모로 국가기관에서 수행된 중요한 자료인 만큼 그 의의가 충분하다고 판단되며, 현실정에서도 국내 계육의 위생학적인 안전성 확보 문제는 가장 중요하기 때문에 반드시 필요한 성적이라 사료되어 게재하고자 하였다.

재료 및 방법

표준균주

이 시험에 사용된 표준 및 대조균주들로서는 *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *S. typhimurium* ATCC 14028, *Campylobacter jejuni* ATCC 33565, *E. coli* ATCC 12288, *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, *Staphylococcus aureus* ATCC 15365 등이며, 이들 균주들은 제공자(Difco, USA)의 지시에 따라서 배양 및 동결건조 하여 보관하면서 실험성적의 대조 및 확인실험에 사용하였다.

도계육

시험에 사용된 도계육은 전국 15개 시·도의 도계장에서 직접 수거한 계육으로서, 도계공정에서 최종적인 수세과정을 마친 후 냉장고에 입하되는 단계에서 개체별로 별도의 위생봉투에 포장하여 수거한 후, 바로 휴대용 냉장박스에 담아서 실험실로 옮겨서 바로 각종 세균오염도 조사에 공시하였다.

각종 세균오염도 조사와 인수공통 병원성균의 분리 및 동정

도계육에 대한 각종 세균오염도 조사는 계육 전체를 멸균생리 식염수에 침적시켜 수행하는 침적수세법을 적용하였고, 기타의 언급되지 않은 방법들은 AOAC의 방법(15, 23)에 따라서 수행함을 원칙으로 하였다. 그리고 총세균수의 조사, 대장균군수의 조사 및 포도상구균수의 조사와 인수공통 병원성세균들로서 *Salmonella* 속균, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni*, 및 *E. coli* O157:H7의 분리 및 동정 방법에 대한 자세한 절차는 필자가 기 보고한 자료에서와 동일하게 수행하였다(3).

또한 도계장에서 가장 널리 사용 중인 염소첨가 냉각수를 이용한 수세방법에서 염소제를 ml당 20 mg을 첨가하도록 제조된 냉각수로 최종 수세한 도계육과 그렇지 않은 비처리 도계육으로 구분하여 이들 닭들에 대해서도 전문적인 바와 동일한 방법과 절차에 따라서 각종 세균오염도와 *Salmonella* 속균의 오염도 등에 대해서 비교조사 하여, 미생물 억제효과에 대해서도 조사하였다.

S. aureus, *C. jejuni*, *L. monocytogenes*, 및 *E. coli* O157:H7의 특이적이고 신속한 검출용의 PCR기법

S. aureus 균종의 신속하고 특이적인 검출을 위해 가장 흔히 사용되는 유전자 수준의 동정방법으로서 *coa* 및 *nuc*-gene을 동시에 검출할 수 있는 duplex-PCR기법을 적용하였고, *E. coli* O157:H7을 유전자 수준에서 신속히 동정하고자 Call 등(11)의 방법에 준하여 *uid* 및 *eae*-gene의 존재여부도 PCR로 증폭 및 확인하여 최종동정 하였으며, *C. jejuni*의 경우에는 Cardarelli 등

(13)의 방법에 따라서 CJF-primer (410 bp size product)를 합성하여 PCR을 수행하였고, *L. monocytogenes*의 동정은 생화학적 특성검사로서 CAMP test (*Rhodococcus equi*에 음성, *S. aureus*에 양성)와 *Listeria* 양성항혈청(Difco, USA)을 이용한 혈청형의 동정까지 확인하여 균종의 감별동정을 완료하였다. 그리고 각 균종별로 PCR의 수행을 비롯하여 개별 균종의 감별동정을 위한 생화학적 특성검사와 대조균주를 이용한 대조검사 등은 MacFaddine의 분류기준(12)에 따라 수행하고 균종을 결정하였으며, 자세한 절차와 방법들은 필자가 기 보고한 자료(3)에서와 동일한 방법으로 수행하였다.

결과 및 고찰

웰빙문화가 확산되면서 생명연장과 무병장수를 기원하는 인간의 본능적인 욕구차원에서 인류는 가장 기본적인 욕구인 먹거리에 대한 위생과 안전성의 확보를 위해 품질 좋은 고단백의 육류 제품의 생산 및 확보에 끊임없는 노력을 추구하고 있다. 그럼에도 불구하고 우리의 실정은 전술한 바와 같은 욕구와 의욕은 충만한 실정이나, 실천을 위한 의지나 실질적인 행동으로의 이행은 아직 지지부진한 측면이 보이고 있어, 먹거리의 위생과 안전성 확보에 있어서 취약점으로 간주되고 있다.

이 연구에서는 어느 축산물보다도 저렴하고 손쉽게 구입가능한 계육의 위생과 안전성 확보차원에서 이미 국내 사육 가금과 환경유래 표본에 대한 *Salmonella* 오염도 조사(7)에 이어서 서울·경기지역의 시판계육과 계란에 대한 각종 세균오염도 조사와 인수공통 유해병원균에 대한 조사자료(3)를 확보한 바 있다. 하지만 아직까지 유통과정이나 도계장의 위생실태에 대한 조사 자료는 국내 여건상 여러 가지 이유로 인하여 대단히 미흡한 실정이다. 따라서 이 연구에서는 도계공정을 마친 최종단계의 도계육에 대해서 미생물오염 실태를 조사하고, 이미 보고된 바 있는 시판단계에서의 계육의 미생물오염도 조사 성적과 비교하여 특이적인 차이를 구명하고자 하며, 또한 도계공정 단계에서 보다 효과적인 미생물억제 방법을 선별하기 위한 목적으로 가장 흔히 사용되는 방법의 하나인 염소수를 이용한 세척방법의 효과에 대해서도 조사하고자 하였다. 이를 위해서 보다 신뢰도 높은 성적의 확보를 위해서 먼저 전국 6개 지역의 대형 도계장의 표본에 대해서 예비조사를 통하여 자료를 축적한 후 확대조사 차원에서 제주도를 포함한 전국 15개 시·도의 도계장에서 수거한 총 115수의 계육에 대해서 추가로 조사하는 방법을 적용하여 자료의 신뢰도를 높였으며, 아래와 같은 조사결과를 얻었다.

먼저 Table 1의 결과에서는 전국 6개 지역의 도계장 수거계육에 대하여 총세균수와 대장균군수 및 포도상구균수에 대한 오염도 조사 결과이다. 먼저 총세균수의 오염도는 계육 1 g당 3.1×10^4 cell의 수준이었고, 대장균군수의 오염도는 계육 1 g당 2.0×10^3 cell의 수준이었으며, 포도상구균수의 오염도 성적은 1 g당 8.8×10^2 cell의 수준으로 조사되었다. 결과적으로 총세균수, 대장균군수 그리고 포도상구균수의 순서로 오염도가 낮은 것으로 분석되었다.

Table 1의 결과와 시판단계의 계육에서의 미생물 오염도 성적(3)과 비교하면, 전반적으로 도계장에서 수거된 계육이 시판단계의 계육 보다도 10~100 균수 이상의 수준으로 낮은 오염도 성적을 보인 것으로 분석되었다. 따라서 전술한 성적은 지극히 당연한 결과로 보이는 바, 그 이유로서는 도계장을 떠나서 다양한 유통단계를 거치는 과정동안에 계육에 존재했던 세균과 환경유래의 세균 그리고 유통과정에서의 작업과정에서 발생하는 추가적인 오염기회에 의해서 오염도가 보다 증가되었을 것으로 사료되었다. 결국 당연한 결과로 사료되지만, 이 연구 성적을 통해서 비로소 과학적인 근거자료가 확보되었다고 생각되었다. 따라서 유통과정에서 오염도를 낮추기 위해서는 보다 철저한 개인위생 및 안전관리와 올바른 취급이 요구되고 있음을 반증해 주는 자료라 판단되었다. 그리고 도계장을 떠난 이후 과정에서 이동 중의 냉장온도의 유지, 유통과정의 간소화 및 시간적 단축, 가판대에서의 적정온도의 유지, 개별포장 판매, 판매자의 개인위생의 철저 등과 같은 다양한 교차오염 또는 추가오염의 가능성과 관련요소(위해요소)들을 하나씩 해결해야 할 것으로 보인다.

한편, Table 2의 결과에서는 전국 6개 시·도의 도계장에서 수거한 계육에 대하여 사람에서 식중독 발생과 관련하여 가장 흔히 분리되고 있는 *Salmonella* 속균에 대하여 오염도를 조사하였다. 총 30수의 도계육 중에서 *Salmonella* 속균은 63.3%(19/30)의 분리율을 나타내었는바, 이 성적은 2005년도에 우(3)가 보고한 서울·경기지역의 시판단계의 계육의 *Salmonella* 속균의 오염도

성적인 68.8%의 성적 보다는 다소 낮았지만 큰 차이는 아닌 것으로 보였다. 결과적으로 *Salmonella* 속균의 오염도 성적에 있어서는 도계육이나 시판계육이 거의 비슷한 수준으로 60%이상의 비교적 높은 오염도 성적을 나타내었다. 따라서 국내 계육 전반에서 *Salmonella* 속균의 오염도 극소화를 위해서 시작단계인 생산단계에서부터 도계공정을 거치고 최종적으로 유통단계에 이르기까지 보다 철저한 위생과 안전의 확보대책이 시급함을 제시하는 성적으로 보인다.

도계육에서 분리된 *Salmonella* 혈청형의 조사 성적에서도 서울·경기지역의 유명시장과 백화점의 시판계육에서의 조사 결과와 일치하는 양상이었으며, 또한 범세계적인 경향과도 일치하는 양상으로서 사람의 식중독 발생과 가장 연관성이 높은 *S. enteritidis*가 33.3%(10/30)로서 가장 많았고, 이어서 국내 육용계에서 가장 지배적인 혈청형으로 조사된 *S. muenchen*이 30%(9/30), 그리고 집쥐를 비롯하여 다양한 축종의 동물에서 가장 널리 분포하고 있는 혈청형인 *S. typhimurium*이 3.3%(1/30)의 순서로 조사되었다. 따라서 시판계육과 도계육 양자간에 오염도 성적과 혈청형의 분포양상의 조사 성적은 거의 일치된 양상이 확인되어, 양자의 성적 상호간에 높은 상관성을 확인 할 수 있었다.

전술한 기초성적에서 확인된 높은 수준의 *Salmonella* 분리율에 대해서 보다 신뢰도 높은 자료를 확보하고자, 조사를 보다 확대하여 제주도를 포함하여 전국 15개 시·도의 도계장에서 총 115수의 도계육을 수거하여 추가적으로 *Salmonella* 속균의 오염도에

Table 1. Comparison of microbial cell counts on the chicken carcasses collected from six provincial poultry processing plants

Region (Province)	No. of chicken carcass	Microbial cell number/g of processed chicken meats (cell/g)		
		Total cells	Coliforms	<i>Staphylococcal</i> cells
Kangwon	5	1.8×10^4	1.8×10^3	1.5×10^2
Chungnam	5	5.4×10^3	1.2×10^2	2.6×10^2
Daejeon	5	3.0×10^4	3.0×10^3	1.9×10^3
Jeonbuk	5	5.7×10^4	2.3×10^3	2.2×10^3
Jeonnam	5	3.0×10^4	1.8×10^2	4.9×10^2
Gwangju	5	4.7×10^4	4.5×10^3	2.2×10^3
Total	30	3.1×10^4	2.0×10^3	8.8×10^2

Table 2. Isolation frequency of *Salmonella* spp. in the chicken carcasses from poultry slaughter houses

Regions	No. of chicken carcass	Isolation frequency of <i>Salmonella</i> spp. (%)	
		No. of isolation positive carcass (%)	Serotypes of isolated
Kangwon	5	3(60.0)	<i>S. enteritidis</i>
Chungnam	5	5(100.0)	<i>S. enteritidis</i> , <i>S. muenchen</i>
Daejeon	5	1(20.0)	<i>S. enteritidis</i>
Jeonbuk	5	2(40.0)	<i>S. enteritidis</i> , <i>S. muenchen</i>
Jeonnam	5	3(60.0)	<i>S. typhimurium</i> , <i>S. muenchen</i>
Gwangju	5	5(100.0)	<i>S. enteritidis</i> , <i>S. muenchen</i>
Total	30	19(63.3)	<i>S. enteritidis</i> 10/30(33.3%) <i>S. typhimurium</i> 1/30(3.3%) <i>S. muenchen</i> 9/30(30.0%)

대하여 조사한 결과는 Table 3에서 나타낸 바와 같았다. 시험에 공시한 도계육 중에서 모두 67수에서 각종 혈청형의 *Salmonella* 속균이 분리되어 전체적으로 58.3%(67/115)의 분리율을 보였다. 결국 이 성적은 전술된 시판계육(68.8%)과 6개 시·도의 도계육에서의 분리율 성적(63.3%)을 충분히 뒷받침 하는 근거자료라 사료되었다. 그리고 이 성적은 비록 직접적인 비교는 어렵지만, 미국의 계육에서의 *Salmonella* 분리율 성적인 34%(9, 14, 22), 캐나다의 성적인 67%(18) 그리고 네덜란드 계육의 성적인 68%(16)라는 오염도 성적과 비교했을 때, 미국의 성적보다는 상당히 높은 오염도 성적이며, 캐나다와 네덜란드의 성적과는 다소 비슷한 수준의 오염도 성적인 것으로 간주되었다. 결국 우리나라도 하루빨리 위생적이며 안전한 계육의 확보를 위해서는 과학적인 위생관리 시스템인 HACCP 제도의 보다 철저한 이행과 올바른 실천을 기초단계인 농장수준의 생산단계에서부터 철저히 이행하고, 도계처리장에서도 보다 위생적이고 과학적인 방법으로 계육을 처리하고, 이어서 교차 및 추가오염의 기회가 높은 유통과정에서도 단계별 위해요소를 극소화시키기 위한 보다 적극적인 예방대책의 수립이 필요함을 시사해 주고 있다(2, 8, 14, 18).

한편, 이 연구에서는 도계육의 효과적인 수세방법의 선발을 위한 목적에서 국내 도계장에서 계육의 미생물억제 효과를 위해서 흔히 사용하고 있는 소독제(염소제)의 사용방법에 대해서 조사하였다. Table 4와 5의 결과에서 나타낸 바와 같이 먼저 염소처리수로 수세한 도계육에서는 비처리 계육보다도 총세균수와 대장균군수에 있어서 약 100배정도 균수가 줄어들었다. 그러나 특이한 성적으로 포도상구균수에 있어서는 염소수 처리계육이나 비처리 계육 상호간에 뚜렷한 감소효과가 관찰되지 않았다. 이러한 성적이 도출된 이유로서는 포도상구균 자체의 특성이 염분에 대해서도 높은 내성능을 보유하고 있고, 또한 사람 피부의 상재균이기도 하며, 다양한 환경표본에서도 흔히 존재하는 병원균으로서 균자체의 내성 또는 저항성이 대단히 강하다는 특성 때문에

소독제인 20 mg/L농도의 염소처리로도 뚜렷한 억제효과를 확보하지 못한 것으로 분석되었다. 물론 소독제의 농도 증가 등을 고려할 수 있으나, 계육자체에 미치는 부작용과 냄새, 추가적인 비용증가 문제 등에 대해서 충분한 고려가 있어야 할 것으로 보인다(8, 19, 22).

그리고 육류미생물 검사에서 대표적인 병원성세균인 *Salmonella* 속균의 오염도에 대한 비교조사에서도 먼저 처리계육은 73.3%의 오염도를 그리고 비처리 계육은 73.7%의 성적을 보여, 결국 양자간에는 거의 동일한 오염도 성적을 보였다. 결국 포도상구균에서와 동일한 결과로서 20 ppm의 염소수를 이용한 수세방법 만으로는 이미 계육의 모낭 깊숙이 침습해 있는 *Salmonella* 속균의 억제효과에는 뚜렷한 효과를 발휘하지 못하는 것으로 조사되었다(19, 21).

잘 알려진 바와 같이 계육은 기타의 육류보다도 각종 미생물의 오염도가 상대적으로 높은 것으로 알려져 있는바, 그 이유로 흔히들 생산단계에서부터 국내 육용계 업계가 처한 경제적으로 열악한 상황으로 시설투자를 등한시 하여 비닐하우스 개조식의 계사에서 과다하게 밀집다두 사육되고 있는 실정에서 생산단계에서부터 오염도가 높을 수밖에 없으며, 이렇게 밀집다두 사육되는 상황에서는 어느 한 마리라도 *Salmonella* 속균을 보균하고 있을 경우 교차오염과 병원체의 농축과정은 시간에 비례하여 증가될 수밖에 없는 실정이기도 하다(1, 6, 7, 16, 17). 또한 도계장 수준에서도 현행의 운영시스템 하에서는 다른 어떠한 기축보다도 시간당 처리되는 마리수가 너무 많은 관계로 검사관이 있더라도 사람의 육안적 검사능력의 범위를 초과하는 속도로 계육이 처리되고 있다는 점도 문제점이다. 그리고 도계처리과정 중 탈모과정 후에 계육 표피에 생기는 수많은 모공들은 넓은 면적으로 무방비 상태로 노출되어 좁은 입구를 형성하여 모세관현상을 유도하여 염소처리수를 이용한 수세방법을 비롯하여 현재까지 개발된 어떠한 수세 및 소독방법으로도 모공깊이 침습해 있

Table 3. Isolation frequency of major zoonotic pathogens from chicken carcasses collected from chicken slaughter houses located at 15 regions in nationwide

Pathogen	Isolation frequency of major zoonotic pathogens (%)				
	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylobacter jejuni</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Staphylococcus aureus</i>
Positive/ Total tested	67/115(58.3)	43/115(37.4)	50/115(43.5)	0/115(0.0)	35/115(30.4)
Serotypes (%) / Other properties	<i>S. enteritidis</i> (22.7) <i>S. muenchen</i> (57.3)	<i>C. jejuni</i> 42(97.7) hippurate(+), 43°C-growth	Serotype 1; 30/75(40.0) Serotype 4; 27/75(36.0)	sorbitol(+), <i>eae</i> & <i>uid</i> -gene PCR(-)	<i>Staph. aureus</i> 35(100) <i>coa</i> & <i>nuc</i> -gene PCR(+)

Table 4. Comparison of bacterial cells elimination effect of the chlorine (20 ppm) treatment in the chicken carcass rinsing-water at the poultry processing plant

Treatment (20 ppm chlorine)	Total cell (cell/g)	Coliforms (cell/g)	<i>Staphylococcal</i> cell (cell/g)	<i>Salmonella</i> spp. isolation (%)
Non-treatment	8.0×10 ⁴	3.4×10 ³	2.8×10 ³	56/76(73.7)
Treatment	1.9×10 ²	2.9×10 ¹	3.9×10 ³	11/15(73.3)

Table 5. Comparison of *Salmonella* spp. inhibition effect between chlorine treatment and non-treatment water on the chicken carcass rinsing process stage

<i>Salmonella</i> isolation (%)	Treatment water (chlorine 20 mg/L)		Non-treatment water	
		11/15 (73.3)		56/76 (73.7)
Serotypes isolated (%)	<i>S. typhimurium</i>	6/11(54.5)	<i>S. typhimurium</i>	13/56(23.3)
	<i>S. montevideo</i>	2/11(18.2)	<i>S. montevideo</i>	3/56(5.4)
	<i>S. muenchen</i>	1/11(9.0)	<i>S. muenchen</i>	18/56(32.1)
	<i>S. enteritidis</i>	4/11(36.4)	<i>S. enteritidis</i>	29/56(51.8)
	<i>S. senftenberg</i>	2/11(18.2)	-	-

는 운동성이 활발한 *Salmonella*와 *Campylobacter*, *Listeria* 속균 등과 같은 인수공통의 유해병원성 세균들을 완전히 제거하기는 거의 불가능한 것으로 알려져 있다(3, 8, 9, 14).

최근 계육표면의 세균오염도 감소를 위한 노력이 활발히 추진되고 있는바, 외국에서는 뜨거운 고압수증기를 이용하여 도계육의 표면을 순간적으로 처리하는 방법이 개발되어, 계육과 기타 육류의 표면부착 세균의 절대적인 억제효과가 인정되어 실용화에 박차를 가하고 있지만, 국내에서 실용화단계에 이르기까지는 엄청난 경비와 시간적 경과가 소요될 것으로 보인다(1, 3, 8).

한편 Table 3의 결과에서는 제주도를 비롯하여 부산, 경남, 대구, 경북, 전남, 광주, 전북, 충남, 대전, 충북, 강원, 서울, 인천, 경기지역 등 전국 15개 시·도의 도계장에서 수거한 계육에 대해서 *Salmonella* 속균의 오염도에 대한 최종적인 조사에서는 예비조사 때보다도 다소 낮은 58.3%의 오염도를 나타내었고, 또한 분리된 혈청형의 조사에서도 다소 차이를 보여 *S. muenchen*이 57.3%로서 가장 지배적인 혈청형으로 조사되었고, 그 다음으로 *S. enteritidis*가 22.7%를 차지하였다. 특히 이 결과에서 가장 높은 분리성적을 나타낸 *S. muenchen* 혈청형은 이미 1993년 이래로 국내 육용계에서 가장 지배적으로 분리되고 있는 *Salmonella* 혈청형이란 필자의 보고 성적과 일치하는 성적으로 확인되었다(4, 5, 6, 7).

또한 국내 도계장유래 계육에서 사람에서 장염을 일으키는 병원체인 *C. jejuni*의 분리빈도는 37.4%(43/115)로 조사되었으며, 냉장온도에서도 증식하는 대표적인 저온성의 인수공통병원균인 *L. monocytogenes*의 분리율은 43.5%(50/115)로서 *C. jejuni* 보다도 높은 분리성적을 보였다. 이와 같이 *Campylobacter* 속균이 낮은 분리율 성적을 보인 것은 아마도 이 균종의 분리 방법이 *Listeria* 속균의 분리 방법에 비교하여 복잡하며 또한 균의 특성(미호기성 배양, 여러 단계의 순수계대 배양 등)이 건조에 대단히 민감하다는 특성 등과 같은 이유들로 인하여 상대적으로 분리성적이 *Listeria* 속균의 성적에 비하여 떨어지게 만든 원인일 것으로 사료되었다(10, 11, 15).

Salmonella 속균 만큼 중요한 인수공통 병원균인 *C. jejuni*는 사람에서 위장염을 유발하며, 역시 가금과 그 관련성이 가장 많은 것으로 알려져 있고, 특히 미국의 조사결과 계육의 소비가 중요한 위험요소로 확인되었고, 1984년도의 조사에서는 사람 10만 명당 4.9명의 오염빈도를 나타내었고, 검사재료의 99%에서 *C.*

*jejuni*가 분리되어, 감염증으로 인한 피해액만 하더라도 해마다 700만~1,400백만 달러가 소모된 것으로 추산되었다(13, 18). 그리고 도계육 및 칠면조의 경우 *C. jejuni*의 분리빈도는 돼지고기나 쇠고기에서 보다도 약 6배정도 높았으며, 위장염발생의 주요 원인으로서는 첫째 비위생적인 음식물의 취급이며, 둘째로는 이 균을 파괴시킬 만큼 충분히 요리를 하지 않은 것이 원인으로 밝혀졌다. 특히 감염량(infective dose)은 10~500개의 균수로도 충분할 정도로 *Salmonella*, *Listeria* 등과 비교할 때 가장 적은 숫자로도 충분한 감염증을 유발할 정도로 가장 강력한 병원성 세균으로서 2~5일의 잠복기와 설사와 발열, 심한복통 등이 1~2주간 지속되게 된다고 알려져 있다(10, 13, 18). 이처럼 사람과 특히 계육과 가장 밀접한 관련성을 갖고 있는 *C. jejuni*에 대한 자료는 국내의 경우 대단히 미흡한 실정이란 사실을 고려할 때 이 연구의 *C. jejuni*의 오염도 조사 성적은 그 의의가 있을 것으로 보인다.

*S. aureus*의 오염도 결과는 Table 3의 결과에서와 같이 30.4%(35/115)로서 비교적 낮은 분리율 성적을 보였고, 일반적으로 식중독발생과 관련하여 *S. aureus*의 오염원은 닭 자체는 물론이지만 오히려 도계처리장내의 환경과 사람 등과 같은 환경요인이 더욱 밀접한 관련성이 있는 것으로 알려져 있다(1, 2, 3, 8). 그리고 이 성적에서는 지금까지 국내 계육유래의 대장균에 대해서 *E. coli* O157:H7의 존재가능성에 대해서도 생화학적 특성조사와 더불어 multiplex-PCR 기법(*eae* 및 *uid-gene* 등)을 동시에 적용하여 그 존재 가능성에 대해서 조사를 하였지만, 다행히도 현재까지 도계장 및 시판단계의 계육의 분리주 중에서는 전혀(0%) 분리되지 않았다. 이 성적은 외국의 보고 성적에서도 알 수 있듯이 가금이 이 균주의 일반적인 보균숙주로 간주되기에는 극히 관련성이 희박한 것으로 알려져 있기 때문이다. 그리고 이 성적과 더불어 국내 가금에서 1989년도 이래로 분리하여 보관해 오던 *E. coli* 균주 150주에 대해서도 *E. coli* O157:H7의 존재유무 조사에서도 전혀 확인되지 않았다(3, 8).

결론적으로 이상의 성적들은 국내 계육의 위생학적인 안전성 확보를 위한 기초자료의 확보차원에서 전국의 도계장에서 직접 수거된 계육에 대해서 각종 세균오염도에 대하여 조사하였으며, 동시에 식중독 발생과 가장 흔히 관련되는 인수공통 병원성세균들인 *Salmonella* 속균을 비롯하여 *C. jejuni*, *L. monocytogenes* 및 *S. aureus*의 오염도와 특히 *E. coli* O157:H7에 대해서도 조사

하였다. 그리고 도계공정 단계에서 가장 흔히 사용되고 있는 세척수에 염소를 첨가한 미생물의 억제효과에 대해서도 조사하였다. 따라서 현재 국내에서 정착단계에 있는 HACCP 제도의 보다 과학적이고 실질적인 정착과 올바른 실행을 위한 기초자료로 그리고 보다 안전하고 위생적인 계육의 확보를 위한 자료로서 그 역할을 할 수 있기를 바라는 바이다.

참고문헌

1. 강호조. 1990. 식육미생물검사의 현황과 개선 대책. 한국수의공중보건학회지 14, 137-150.
2. 김기석, 이영주, 모인필, 우용구. 2002. 닭 도축장내 위해요소 중점관리기준 적용에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 26, 343-350.
3. 우용구. 2005. 1996년도 서울경기지역에서의 시판계육과 계란에 대한 미생물학적 위생실태. 한국미생물학회지 41, 38-46.
4. 우용구, 현방훈, 정석찬, 김봉환. 1997. *Salmonella* 속균의 신속동정을 위한 PCR진단법개발. 수의과학논문집 1, 63-69.
5. 우용구, 김기석, 김봉환. 1998. Coagulase genes의 polymorphisms에 따른 국내 계육유래 *Staphylococcus aureus*의 molecular typing. 수의과학논문집 40, 36-42.
6. 우용구, 박미선, 우승룡, 김봉환, 김재학. 2000. 한국의 동물과 사람에서 분리한 *Salmonella enteritidis*의 phage types. 대한수의학회지 40, 515-524.
7. 우용구, 이희수, 이영주, 강민수, 김봉환, 김재학. 2000. 우리나라의 가금과 환경에서 분리한 *Salmonella* species의 특성. 대한수의학회지 40, 505-514.
8. 홍종해. 1994. 국내에서 보고된 동물성 식품유래 식중독의 역학적 발생특징. 한국수의공중보건학회지 18, 147-153.
9. Bichler, L.A., K.V. Nagaraja, and D.A. Halvorson. 1996. *Salmonella enteritidis* in eggs, cloacal swab specimens and internal organs of experimentally infected white leghorn chickens. *A.J.V.R.* 57, 489-452.
10. Blankenship, L.C. 1991. Colonization control of human bacterial entero-pathogens in poultry. Academic press, USA.
11. Call, D.R., J.G. Hallett, S.G. Mech, and M. Evans. 2001. Detecting and genotyping *Escherichia coli* O157:H7 using multiplex PCR and nucleic acid microarrays. *Mol. Ecol.* 7, 1337-1346.
12. Cappuccino, J.G. and N. Sherman. 1987. Microbiology a laboratory manual, 2nd ed., p. 75-79. The Benjamin/Cummings Publishing co. California, USA.
13. Cardarelli-Leite, P., K. Blom, C.M. Patton, M.A. Nicholson, A.G. Steigerwalt, S.B. Hunter, D.J. Brenner, T.J. Barrett, and B. Swaminathan. 1996. Rapid identification of *Campylobacter* species by restriction fragment length polymorphism analysis of a PCR-amplified fragment of the gene coding for 16S rRNA. *J. Clin. Microbiol.* 34, 62-67.
14. Henzler, D.J., E. Ebel, J. Sanders, D. Kradel, and J. Mason. 1994. *Salmonella enteritidis* in eggs from commercial chicken layer flocks implicated in human outbreaks. *Avian Diseases* 38, 37-43.
15. Hitchins, A.D. 1995. *Listeria monocytogenes*. FDA Bacteriological analytical manual, 8th ed., p 10.01-11.07. AOAC International, Gaithersburg, USA.
16. Humphrey, T.J., K.W. Martin, and A. Whitehead. 1994. Contamination of hands and work surfaces with *Salmonella enteritidis* PT4 during the preparation of egg dishes. *Epidemol. Infect.* 113, 403-409.
17. Izatand, A.L. and P.W. Waldroup. 1989. Salmonellosis causes and cures. *World poultry*, Aug/Sept, 16-17.
18. Lammerding, A.M., M.M. Garcia, E.D. Mann, Y. Robinson, W.J. Dorward, R.B. Truscott, and F. Titiger. 1988. Prevalence of *Salmonella* and thermophilic *Campylobacter* in fresh pork, beef, veal and poultry in Canada. *J. Food Protection* 51, 47-52.
19. Mead, G.C. 1990. Standardized method for determining the microbiological condition of processed poultry in relation to potential shelf-life. *World's poultry Science J.* 46, 14-18.
20. Mulder, R.W.A. 1994. Concentrating on hygiene and environment control. *World poultry* 10, 41-42.
21. Mulder, R.W.A. 1989. *Salmonella* in poultry is a worldwide problem. *World poultry* April/May, 43.
22. Rahkio, M. and H. Korkeala. 1996. Microbiological contamination of carcasses related to hygiene practice and facilities on slaughtering lines. *Acta Vet. Scand.* 37, 219-228.
23. Wallace, H.A., A.J. Geraldine, and S.S. Patricia. 1995. *Salmonella*. FDA Bacteriological analytical manual, 8th ed. AOAC International, Gaithersburg, USA.

(Received July 10, 2007/Accepted August 28, 2007)

ABSTRACT : Survey on the Status of Microbial Contamination of Chicken Meats Collected from Poultry Processing Plants in Nationwide

Yong-Ku Woo (Department of Laboratory Animal Medicine, Korea Bio Polytechnic College, Nonsan-Si 320-905, Korea)

This study was conducted to survey the hygienic status of chicken meats on the microbial levels, which were collected from poultry processing plants located in the local provinces in nationwide including the JeJu island (n=15) in 1997. In particular, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, and *Listeria monocytogenes*, which were regarded as one of the most important entero-pathogens relating to food borne illness from poultry, were investigated on their isolation frequency including the other pathogens related on the food-borne illness. A total of

115 processed chickens were submitted on the present study. In general, the bacterial contamination frequency showed more or less lower (10~100 cells) than those of sold on the retail and super markets and department stores because of lacking of cross-contamination incidences, depending on the total cells, *Coliforms* and *Staphylococcal* cells count. While, *Salmonella* species, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, and coagulase positive *Staphylococcus aureus* isolation frequency of chicken meats from slaughter houses were 58.3%, 37.4%, 43.5%, and 30.4%, in order. But the present microbial isolation data were a little lower levels than those of sold on the retail and super markets and famous department stores in Seoul and GyeongGi province at the same period. It seemed that the cross-contamination problems (including the human, environmental and instrumental factors) during the marketing stage (after the last processing procedure; rinsing step) had the major roles on the increasing of the microbial contamination frequency on the chicken meats after the slaughter houses.