

소고기의 유통 단계별 병원성 미생물 오염도에 관한 연구

박성도¹, 김용환, 고바라다, 김철희, 윤병철, 김조균

광주광역시보건환경연구원 가축위생연구부
(접수 2002. 4. 10, 게재승인 2002. 5. 7)

A study on the contamination level of pathogenic microorganisms in beef distribution stages

Seong-Do Park¹, Yong-Hwan Kim, Ba-Ra-Da Koh, Cheol-Hee Kim,
Byeong-Cheol Yoon, Cho-Kyun Kim

Gwangju Metropolitan Health & Environment Research Institute Gwangju, 500-210, Korea
(Received 10 April 2002, accepted in revised from 7 May 2002)

Abstract

Contamination levels of pathogenic microorganisms in 145 cases of beef, which were distributed in Gwangju province, had been investigated in each distributed stage and also monitored by general bacterial count and *E coli* count index.

General bacterial count of beef from the slaughterhouse was 10^4 cfu/g less than the level of promotion (10^5 cfu/cm²) and *E coli* count index was also under the level of 10^2 cfu/cm² recommended level of the ministry of agriculture and forestry. Pathogenic microorganisms were detected from 23.2% of samples in the consumption stage, 12.5% in the slaughtering stage and 5.6% in the transporting and processing stage. *Staphylococcus aureus* was isolated in the largest number and its ratio was 9.0%, *listeria monocytogenes* 5.5% and *salmonella* spp 1.4%. There were no samples that bacteria had been detected dually. *E coli* O157:H7 and *campylobacter jejuni* were not isolated. In raw and chilled beef, isolation rate of pathogenic microorganisms were 13.3% and 16.5% each. Especially in raw beef, *L monocytogenes* was isolated in 3 samples among 30 cases (10%) and *S aureus* in one sample (3.3%). According to a scale of meat store, isolation rates of pathogenic microorganisms were different. It was 28.6% in the small-scale meat store and 16.7% in the large-scale meat store each. Four cases (16.7%) of *S aureus* were isolated in the large-scale meat store and seven cases (20.0%) of *L*

Corresponding author
Phone : 062-571-0498, Fax : 062-571-0496
E-mail : psd3847@hanmail.net

monocytogenes and 2 cases (5.7%) of *salmonella* spp were isolated in the small-scale meat store. *S aureus* was isolated in two places among 10 feeding facilities of the elementary school. This result shows that the sanitation of elementary school feeding facilities is so poor and more careful policy consideration is needed. Eleven strains of *S aureus* isolated showed β -hemolysis on blood agar, 1 strain α -hemolysis, and 1 strain γ -hemolysis. Isolated strains of *L monocytogenes* were reconfirmed in 560 bp by PCR.

Conclusively, these results show that the sanitary condition in the stages of slaughtering, transportation-processing and consumption influences the degree of pathogenic microorganisms contamination in beef severely. It is necessary to apply thoroughly hazard analysis critical control point in a process of beef distribution and also to develop rapid test methods for microorganism diagnosis. This effort is very important for the supply of safe and clean meat from farm to table and helpful for the improvement of public health.

Key words : Beef, Pathogenic microorganisms, *Listeria monocytogenes*, PCR

서 론

소고기는 일반식품과 달리 영양가가 높은 고단백 식품인 반면에 세균오염이 비교적 용이하고 쉽게 변질되는 특성이 있으며 동물에서 사람으로 전파되는 인수공통전염병, 기생충질환 및 인체 병원성 미생물 등의 전파 가능성이 높은 편이다^{1~3)}. 따라서 가축의 사육단계에서부터 도축처리, 가공, 유통 및 소비에 이르기까지 (farm to table) 철저하고 일관성 있는 위생관리가 절대적으로 필요하다^{4~6)}.

근래에는 식생활의 많은 변화에 따라 식품 중 축산식품이 차지하는 비중이 꾸준한 증가추세를 보이고 있으며, 이러한 축산식품의 소비양상도 양보다는 질적인 면으로 바뀌고 있다⁷⁾. 또한 축산물의 소비증가와 수입 자유화에 따라 식육에 대한 안전성 문제가 대두되고 있어 생산에서부터 소비에 이르기까지 모든 과정에 위해요소중점관리기준 (Hazard Analysis Critical Control Point: HACCP) 등을 도입하여 축산물의 안전성 확보가 시급하다^{8,9)}. 소고기 유통 과정에 대한 위생관리는 과학적이고 합리적인 방식으로 이루어져야함에도 불구하고 비위생적으로 관리된다면 식품의 안전성이 저해되고 결과적으로 식중독을 포함한 식품매개질환들이 만연하게 될 것이다^{10,11)}. 우리나라의 축산물 위생

은 과학적 생산관리, 경영기술, 방역위생 및 안전성의 향상에 달려있으며 소비자들의 기호에 맞는 안전한 축산물을 생산 유통해야 할 새로운 시대가 열리고 있다. 가축은 여러 종류의 인수공통전염병에 감염되거나 도축처리 과정에서 병원성 세균을 포함하는 각종 미생물에 오염되어 품질이 저하되는데, 이렇게 처리된 식육은 각종 전염병과 식중독의 원인이 될 뿐만 아니라 식육 보존성에도 큰 영향을 미친다⁷⁾. 건강한 가축의 근육조직 내는 사실상 무균상태이나 체표면과 소화관 등의 내부 표면은 각종 세균에 의하여 오염될 수 있다. 소의 경우 도체표면의 일반세균수는 도살직후 평균 10^2 cfu/cm² 수준이지만 절편육으로 시판되는 시점에서는 10^4 cfu/cm² 이상으로 증가한다. 동시에 여러 가지 병원성 세균 및 위해한 요소들에 의해 식육의 오염 가능성이 증가하게 되는 것이다¹²⁾.

우리나라에서 도축검사가 법률로 제도화된 것은 도축규칙이 제정된 1919년 11월이 최초이며, 그간에 수십 차례에 걸쳐 관계법이 개정되었지만 아직까지 생체검사 및 해체검사에서 질병에 감염된 수축을 배제하는데 머무르고 있다. 또한 법상의 일반규칙을 보면 병원성 미생물인 *E coli* O157:H7, *salmonella* spp, *staphylococcus aureus*, *vibrio parahemolyticus*, *clostridium* spp, *listeria monocy-*

togenes 등이 검출되어서는 아니되며, 식육 및 유제품에서는 결핵균, 탄저균 및 부루셀라균이 검출되어서는 아니된다¹³⁾.

요즘음 소비자들의 식품위생에 대한 관심도가 높아지고 축산식품의 수입 자유화에 따른 식육의 안전성 확보 문제가 급진적으로 대두됨으로써 도축과정에서 도체에 대한 일반세균수 및 대장균수 검사가 전국적으로 실시되고 있다.

최근 학교급식을 포함한 집단급식이 증가하면서 식육에서 유래되는 병원성 미생물에 의한 집단 식중독이 증가되는 추세를 보이고 있으며, 특히 일부지방에서는 신선한 소고기의 날고기(일명 생고기)를 선호하는 생식문화가 정착되어 있어, 끓이지 않고 바로 먹을 경우 식중독과 직결되기 때문에 이에 따른 예방대책이 시급히 요구되고 있다. 세계무역기구(WTO) 출범과 개방화시대를 맞이하여 국내 축산물에 의한 식중독의 주요 원인균들의 분포상황을 정확히 파악하고, 소고기로 인한 식중독의 주요 원인인 병원성미생물의 위생기준 및 생산단계별 오염도수준을 설정하여 사전에 예방할 수 있는 대책 마련이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 소고기의 도축 및 운반, 가공, 판매과정의 위생적인 관리에 필요한 기초 자료를 얻기 위해 *E coli* O157:H7, *salmonella* spp, *L monocytogenes*, *S aureus*, *campylobacter jejuni*를 대상으로 하여 도축단계, 운반·가공단계 및 소비단계 소고기에서 병원성 미생물의 오염도 검사를 실시하여 시민보건위생을 위한 예방대책의 자료로 활용하고자 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

균 분리를 위한 재료는 2000년 5월부터 2000년 10월까지 광주지역 소재 2개의 도축장에서 도축되는 도축단계의 소고기 40건, 축산물 가공공장과 유통업체의 운반·가공단계 소고기 36건, 대·소형 축산물 판매점과 단체 급식하는 초등학교의 소비단계 소고기 69건, 총145건

을 대상으로 무균적으로 시료를 채취하였다¹⁴⁾. 또한 생고기와 냉장육을 구분하여 실험에 사용하였다.

일반세균수 및 대장균수 검사

‘축산물의 가공기준 및 성분규격’의 검사방법에 준하여 실시하였다¹³⁾.

E coli O157:H7 분리 및 동정

증균 및 분리 배양 : 검사시료 10 g을 mEC broth(Difco, novobiocin 20 μ g/ml첨가) 90ml에 혼합하여 37 $^{\circ}$ C, 18~24시간 증균 배양 후, 증균된 배양액을 직접 또는 적절히 희석하여, cefixime(0.05 μ g/ml) 및 cotassium tellurite(2.5 μ g/ml)가 첨가된 MacConkey sorbital agar(Difco) 및 fluorocult *E coli* O157 배지(Difco)에 도말 접종하고 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 의심된 집락을 MacConkey agar 및 eosin methylene blue(EMB) agar에 접종하여 24시간 배양하였다.

동정 및 최종 확인 시험 : MacConkey agar에서 lactose 분해 집락 및 EMB agar에서 녹색의 금속광택을 보이는 집락에 대해 *E coli* O157항혈청을 이용한 응집반응을 실시하고¹⁵⁾, 응집이 일어나는 균에 대해서는 triple sugar Iron, IMVIC시험을 실시하고 Vitek system(bioMeriux)과 VIDAS(bioMeriux)를 사용하여 최종 확인하였다.

Listeria monocytogenes 분리 및 동정

증균 및 분리 배양 : 검사시료를 10g씩 취하여 90ml의 modified UVM broth(Merck)에 넣어 37 $^{\circ}$ C, 24시간 배양하였다. 배양액을 PALCAM(polymyxim acriflavin lici cefatazidime esculin mannitol, Difco) 선택배지에 희석 접종하고 37 $^{\circ}$ C, 48시간 배양한 다음, 의심된 집락을 tryptic soy agar에 희석 접종하고 37 $^{\circ}$ C, 24시간 순수 배양하여 용혈성, 운동성, 생화학적 특성 등을 실험하였다.

동정 및 확인 시험 : *L monocytogenes*의 동정을 위해서 표준균주 *staphylococcus aureus*

(ATCC 25922)를 이용한 CAMP(Christie, Atkin & Munch-Peterson) 시험을 비롯한, 당분해 시험 등 여러 가지 생화학적 검사를 실시하였다¹⁶⁾. 최종 확인을 위하여 Vitek system (bioMeriux) 과 VIDAS(bioMeriux)를 이용하였다.

Polymerase chain reaction(PCR) 최종확인 시험 : *L monocytogenes*의 primer 제작은 hly A SS1 5'-GAC/ATT/CAA/GTT/GTG/AA-3'와 hly A SS4 5'-CGC/CAC/ACT/TGA/GAT/AT-3'로 Bioneer에 제작의뢰 하였다¹⁷⁾. DNA 추출은 bovine heart infusion broth에 overnight 배양시킨 균액 1.5ml를 ependorf tube에 넣어 14,000rpm, 2분간 원심분리한 다음 PBS로 1회 세척하였다(500 μ l). 이어서 triton X-100 1% 100 μ l(+DW 200 μ l)에 부유하여 100 $^{\circ}$ C, 5분간 끓인 뒤 얼음 위에서 냉각시켰다. 이를 template로서 PCR에 공하였다. PCR mixture는 premix(Bioneer)을 사용하였으며, template 2 μ l 와 primer 2 μ l로 혼합하여, PCR 조건을 95 $^{\circ}$ C 4분 승온하고, 94 $^{\circ}$ C 1분, 55 $^{\circ}$ C 1분, 72 $^{\circ}$ C 1분에서 30 cycle 증폭한 후 72 $^{\circ}$ C 10분 더 반응하고, 4 $^{\circ}$ C에서 정치하였다. 2% agarose gel에서 전기영동한 후 증폭 여부를 검사하였다.

Salmonella spp 분리 및 동정

증균 및 분리 배양 : 검사시료 10g을 90ml의 buffered peptone water를 첨가하여 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 1차 증균 배양한 후, 이 배양액을 2종류의 증균 배지, 즉 selenite cystine broth(Difco) 10ml에 각각 1ml를 첨가하고, 동시에 rappaport vassiliadis(Difco) broth 10ml에 0.1ml를 첨가하여 각각 37 $^{\circ}$ C 및 42 $^{\circ}$ C에서 24시간동안 2차 증균 배양하였다. 각각의 증균 배양액을 xylose lysine desoxycholate(Difco) agar에 도말한 후 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하였다.

동정 및 확인시험 : 의심스러운 집락에 대해 TSI agar에 천자하여 37 $^{\circ}$ C에서 18~24시간 배양하고, 살모넬라균으로 추정되는 균에 대해서는 그람음성의 간균임을 확인하고, 이어 생화학적 검사를 실시하였다. *Salmonella* spp의 최종 확인을 위하여 Vitek system(BioMeriux)과 VIDAS(bioMeriux)를 이용하여 스크리닝하였다.

Staphylococcus aureus 분리 및 동정

증균 및 분리 배양 : 검사시료 10g을 stomach bag에 무균적으로 채취하여 90ml의 10% NaCl을 첨가한 tryptic soy broth에 접종하여 35~37 $^{\circ}$ C에서 18시간 증균 배양하고, 배양액을 Baird-Parker배지 또는 난황첨가 만니톨 식염한천배지에 희석 접종하여 37 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하였다.

동정 및 확인 시험 : 분리된 집락을 영양한천배지에 옮겨 37 $^{\circ}$ C에서 18~24시간 배양한 후, 5% 면양혈액이 함유된 tryptic soy agar에 접종하여 용혈능을 검사하였다. catalase, coagulase 및 당분해시험을 실시하였다. *S aureus*의 최종 확인을 위해 Vitek system(bioMeriux)과 VIDAS(bioMeriux)에서 스크리닝하였다.

*Campylobacter jejuni*의 분리

증균 및 분리 배양 : 시료 10g을 90ml의 Skirrow's campylobacter selective broth(Difco)와 혼합하여 37 $^{\circ}$ C, 4~5시간 미호기적 조건(산소 5%, CO₂ 10%)에서 일차 선택적 증균 배양하였다. 이어서 선택배지로서 용해된 bovine serum 5%와 cefoperazone(4ml/l)이 추가로 함유된 *campylobacter jejuni*-free agar(Difco)에 접종하여 혐기배양기인 Microphilic Bug Box(Ruskinn technology)에서 미호기적 조건으로 42 $^{\circ}$ C에서 48시간 선택적으로 1차 분리를 시도하였다. 2차 분리 배양은 *campylobacter jejuni*-free agar(Difco)에서 42 $^{\circ}$ C, 24~48시간 미호기적 조건으로 배양하였다.

결 과

본 연구에서는 도축장의 위생 수준 및 소고기의 유통 단계별 병원성 미생물의 오염 수준을 측정하기 위하여 광주지역 소재 도축장의 일반세균수와 대장균수를 모니터링하였고 유통되는 소고기에 대하여 유통단계별로 병원성미생물의 오염 수준을 검사하였다. 대상으로 삼은 병원성 세균은 *E coli* O157:H7, *salmonella*

spp, *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *C. jejuni*였으며, 다음과 같은 실험결과를 얻었다.

도축장 소고기의 일반세균수 및 대장균수

광주광역시 도축장의 소고기의 일반세균수는 농림부 권장기준(10^6 cfu/cm²미만)에 못미치는 10^4 cfu/g미만으로 나타났다. 또한 도축장 소고기의 대장균수가 농림부 권장기준(10^2 cfu/cm²)이하로 검출되었다(Table 1).

소고기 유통단계별 병원성 미생물 검출률

광주지역에서 유통되는 소고기 145건에 대하여 유통단계별 병원성 미생물의 오염수준을 도축단계, 운반·가공단계 및 소비단계로 구분하여 검사한 결과, 주요 병원성 미생물의 검출률은 소비단계에서 23.2%, 도축단계 12.5%, 운반·가공단계 5.6% 수준으로 검출되었고, 검출된 균으로는 *S. aureus*가 9.0%로 가장 많이 검출되었고 *L. monocytogenes* 5.5%, *salmonella* spp 1.4% 순으로 검출되었다. 중복 검출된 시료는 없었으며 *E. coli* O157:H7과 *C. jejuni*는 검출되지 않았다(Table 2).

생고기와 냉장육에서의 병원성 미생물 검출률

생고기와 냉장육에서의 병원성미생물을 검사한 결과, 생고기에서는 13.3%의 수준을 나타내었고, 냉장육에서 16.5%의 높은 수준으로 검출되었다. 특히 생고기에서는 *L. monocytogenes*가 30건 중 3건이 분리되어 생고기에서만 10.0%의 검출률을 보였다. *S. aureus*는 냉장육에서 115건중 12건으로 10.4%로 검출되었고, 생고기에서 30건 중 1건이 분리되어 3.3%로 나타났다(Table 3).

소비단계의 소고기 판매점 규모별 병원성 미생물 오염도 비교

소비단계의 소고기 판매점의 규모별로 병원성 미생물을 분리한 결과 소형식육점에서 28.6%의 검출률을 보였고 대형에서는 16.7%의 검출률을 보였다. 특히 대형 축산물판매점에서 *S. aureus*가 4건이 분리되어 16.7%의 검출률을 보인 반면, 소형 판매업소에서는 *L. monocytogenes* 7건(20.0%), *salmonella* spp 2건(5.7%)의 검출률을 보였다(Table 4).

Table 1. The general bacterial count and *E. coli* count in beef at slaughterhouse

Items	No of samples tested (%)	Range (cfu/g)				
		<10 ¹	10 ¹ -<10 ²	10 ² -<10 ³	10 ³ -<10 ⁴	10 ⁴ >
General bacterial counts	40 (100)	2 (5)	4 (10)	22 (55)	12 (30)	0
<i>E. coli</i> counts	40 (100)	22 (55)	18 (45)	0	0	0

Table 2. The isolation rates of pathogenic microorganisms by distribution stage of beef

Stages	No of Samples (%)	No of positive (%)					Total
		<i>E. coli</i> ^a	<i>Sal</i> ^b	<i>L. mono</i> ^c	<i>S. aureus</i> ^d	<i>C. jejuni</i> ^e	
Slaughter	40 (100)	0	0	0	5 (12.5)	0	5 (12.5)
Processing	36 (100)	0	0	1 (2.8)	1 (2.8)	0	2 (5.6)
Consumption	69 (100)	0	2 (2.9)	7 (10.2)	7 (10.2)	0	16 (23.2)
Total	145 (100)	0	2 (1.4)	8 (5.5)	13 (9.0)	0	23 (15.9)

^a*Escherichia coli* O157:H7, ^b*Salmonella* spp, ^c*Listeria monocytogenes*, ^d*Staphylococcus aureus*, ^e*Campylobacter jejuni*.

Table 3. The isolation results in raw and chilled beef

Kinds	No of Samples (%)	No of positive (%)					Total
		<i>E coli</i> ^a	<i>Sal</i> ^b	<i>L mono</i> ^c	<i>S aureus</i> ^d	<i>C jejuni</i> ^e	
Raw	30 (100)	0	0	3 (10.0)	1 (3.3)	0	4 (13.3)
Chilled	115 (100)	0	2 (1.7)	5 (4.3)	12 (10.4)	0	19 (16.5)

^{a,b,c,d,e} See footnote in Table 2.

Table 4. The comparison of contamination at small-scale and large-scale meat store

Meat store	No of Samples (%)	No of positive (%)					Total
		<i>E coli</i> ^a	<i>Sal</i> ^b	<i>L mono</i> ^c	<i>S aureus</i> ^d	<i>C jejuni</i> ^e	
Small-scale	35 (100)	0	2 (5.7)	7 (20.0)	1 (2.9)	0	10 (28.6)
Big-scale	24 (100)	0	0	0	4 (16.7)	0	4 (16.7)
Total	59 (100)	0	2 (3.4)	7 (11.9)	5 (8.5)	0	14 (23.7)

^{a,b,c,d,e} See footnote in Table 2.

Table 5. The contamination level of beef supplied to elementary school

No of samples	No of positive				
	<i>E coli</i> ^a	<i>Sal</i> ^b	<i>L mono</i> ^c	<i>S aureus</i> ^d	<i>C jejuni</i> ^e
10	0	0	0	2	0

^{a,b,c,d,e} See footnote in Table 2.

초등학교급식소에 공급된 소고기의 오염도

병원성 미생물의 오염으로 최근 문제시 되고있는 초등학교 급식소를 대상으로 조사한 결과, *listeria* spp는 분리되었으나 *L monocytogenes*는 분리되지 않았고 *S aureus*는 20.0%의 검출률을 보였다(Table 5).

분리된 *S aureus*의 생화학적 성상

분리된 *S aureus* 13균주의 생화학적 성상은 Table 6에서 보는 바와 같이 그람양성, catalase 양성, coagulase test 양성으로서 blood agar에서 α 용혈주 1주, β 용혈주 11주, γ 용혈주 1주이었다. *S aureus*는 모두 phosphatase, DNase 양성이었으며 maltose, mannitol, mannose, sucrose를 분해하였다.

Table 6. The biochemical properties of *Staphylococcus aureus* isolates

Properties	Results
Hemolysis α	1
Hemolysis β	11
Hemolysis γ	1
Catalase	+
Coagulase	+
Phosphatase	+
DNase	+
Colony pigment	+
Cellobiose	-
Maltose	+
Mannitol	+
Mannose	+
Sucrose	+
Xylose	-

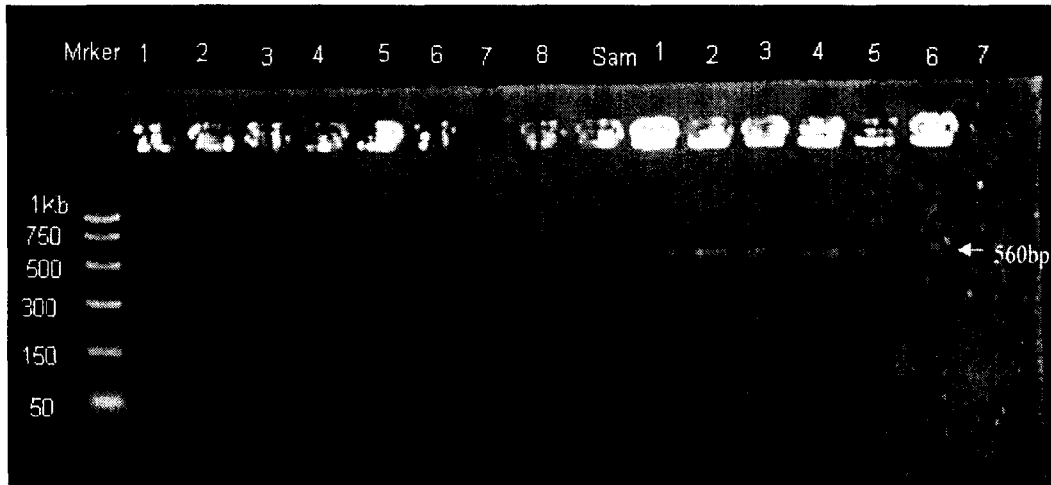


Fig 1. Isolated *listeria monocytogenes* 8 strains of electrophoresis photograph.

분리된 *L. monocytogenes*에 대한 PCR 결과

PCR 기법을 이용하여 소고기에서 검출된 *L. monocytogenes* 8개의 분리주를 대상으로 DNA를 추출하여 확인한 결과 전기영동상에서 Fig 1과 같이 560 bp 크기의 특징적인 양성 증폭산물을 확인하였다.

고 찰

병원성 미생물에 의한 소고기의 오염과 그 방지는 국민의 건강과 생명을 보호하는 매우 중요한 일이다. 식육제품이 우리들의 식단에 오르기까지는 도축단계에서부터 운반, 가공단계와 소비 단계 등 수많은 유통과정을 거치면서, 오염과 취급 부주의로 인한 병원성 미생물의 증식으로 미국을 포함한 선진국뿐만 아니라 세계 여러 나라에서 집단 식중독이 발생하여 이로 인한 피해는 날로 심각하다⁷⁾.

도축장의 병원성 미생물 오염수준을 미국의 도축장과 비교해보면 Table 2에서 *S. aureus*가 12.5%로 상당히 높은 수준으로서 작업원과 작업기구 등의 위해요소가 더욱 개선되어야 할 것으로 본다¹¹⁾.

건강한 동물의 근육조직은 무균상태이나 이를 도축·운반·가공·판매하는 과정에서 미생물의 증식을 초래할 수 있으며, 여러 가지 요인

에 쉽게 노출되어 부패되거나 병원성 미생물들에 오염되기 쉽다. 국내 도축장 검사 권장기준 중 소고기에 대한 일반세균수는 5×10^6 cfu/cm² 미만으로, 대장균수는 10^2 cfu/cm² 미만으로 권장하고 있으며, 병원성미생물은 검출되어서는 안 된다고 규정하고 있다¹³⁾. 본 연구에서는 일반세균수가 10^4 cfu/g 미만으로서 도축장의 위생 상태가 양호하였으며, 대장균수도 권장기준치(10^2 cfu/cm²) 이하로 검출되어 대체적으로 양호한 편이었다.

도축 단계별 도체 및 환경재료에 대한 세균 오염수준을 조사한 허 등⁴⁾에 따르면, 소의 경우 방혈 후 도체의 일반세균수가 3.60~7.48 log cfu/cm² 수준이었고, 해체 후 및 최종 지육에서도 거의 비슷한 수준을 유지하였고, 출하 직전 일반세균수는 2.0~6.7 log cfu/cm² 수준으로 본 연구자의 결과와 유사하였다.

E. coli O157:H7에 의한 출혈성 장염은 1982년 미국의 오레곤주와 미시간주에서 덜 익은 육류를 먹고 심한 복통과 출혈성 설사를 한 47명의 환자에게서 처음 보고된 이후 유럽, 일본 및 북미 등 전 세계적으로 산발적으로 또는 집단적으로 발생하고 있다¹⁵⁾. 특히 미국 내의 enterohaemorrhagic *E. coli* O157:H7 감염환자 발생 중 52%는 우유와 관련되어 있었고, 16%는 사람 대 사람, 14%는 청과류, 12%는 물 그리고 5%는 기타 식품이 원인식품으로 추정되

고 있다¹⁵⁾. 일본의 경우 1984년경부터 산발적으로 환자발생이 있었고, 1990년 병원성 대장균에 의한 집단 환자발생이 최초로 보고되었으며, 그 후 매년 발생이 보고되었다²⁰⁾. 특히 1996년 5월에는 오카야마현 오쿠소학교 집단 식중독을 시작으로 폭발적으로 환자가 발생하여 1996년 8월까지 총 9,578명의 *E. coli* O157:H7 감염자가 보고되었고 이중 11명이 사망하였다. 이후에도 계속 발생되고 있으며 기타 호주, 캐나다, 영국을 비롯한 지구촌 여러 나라에서도 발생되고 있는 실정이다²¹⁾. 본 연구에서는 *E. coli* O157:H7이 검출되지 않았으나 앞서 언급한 사항들이 우리의 현실일 수 있으므로 지속적인 감시가 요구된다.

*S. enteritidis*는 국내의 집단 식중독 발생의 역학조사 내용을 분석했던 보고에서 집단 식중독 발생의 원인식품중 동물성 식품이 차지하는 비중이 54.1%로 비동물성 식품보다 높은 것으로 나타났고, 이중 동물성 식품 중 해산물이 52.4%로 가장 많았고, 돼지고기 32.5%, 닭고기 6.6%, 소고기 4.8%, 낙농제품 2.4%, 계란 1.2% 순이었다고 조사되었다⁷⁾. 이들 병원체는 *vibrio*와 *salmonella*가 각각 25.3%, 24.7%로 가장 많았고 그 다음으로 포도상구균 9.6%, 대장균 6.6% 순이었다고 보고하였다⁷⁾. 본 연구에서는 도축과 운반·가공단계의 식육에서는 *salmonella*가 검출되지 않았으나, 소비단계에서 *salmonella* spp가 2.9% 검출되었고, 계절이나 여러 환경요인의 작용에 의해서 미생물 생육조건이 변화될 수 있어 식중독 발생의 가능성이 증가되므로 지속적인 위생 관리가 요구된다.

*L. monocytogenes*는 감염시 감기와 유사한 가벼운 증상부터 면역체계가 약화된 사람에서는 심한 패혈증으로 사망에 이르기까지 하는 인수공통전염병이다^{10,16)}. 허 등⁵⁾은 돼지의 도축과정에서 리스테리아종의 분리율을 방혈 후, 해체 후 및 출하 전 도체에서 각각 62%, 60% 및 76%로 보고하였고, 소의 도축과정 중 리스테리아 종의 분리율은 방혈 후, 해체 후 및 출하 전 도체에서 각각 10%, 36.7% 및 63.3%이었다. 본 연구에서는 이보다는 낮은 수준으로 도축단계에서는 검출

되지 않았고 운반·가공단계에서 2.8%, 소비단계에서 10.1%의 검출률을 보였다. 이것은 최종 소비단계에서 오염이 가장 많이 이루어진다는 것을 보여주었다. 특히 광주·전남지역에서 선호하는 생고기에서 *L. monocytogenes*는 30건 중 3건이 분리되어 10.0%의 검출률을 보인 점은 병원성 시험을 하여 인체 위해요인을 파악하지는 않았으나 식중독의 주요 원인이 될 수 있음을 간과해서는 안된다^{18,19)}.

*S. aureus*는 사람이나 동물의 피부, 점막 및 장관 등에 정착하여 있으며, 일반적으로 건강한 사람의 보균률은 30~40%이며, 이들 중 20~30%균주가 식중독 유발 균주와 같은 정도의 장독소를 생산한다¹⁹⁾. 건강한 성인의 비강에서 포도상구균의 보균률은 35~50%로, 젊은층은 20~25%였으며 건강한 사람의 구강에서 포도상구균 보균률은 4~64%로 매우 넓고, 건강한 사람의 분변 중 20%에서 포도상구균이 검출되었다. 손 이외의 피부에서는 10~20%에서 최대 40%까지 균이 검출되기도 하며, 또한 시판되는 각종 식품에서도 이 균이 높은 비율로 검출되는 것으로 알려져 있다¹⁹⁾. 본 연구에서는 *S. aureus*가 9.0% 수준으로 검출되었고, 특히 도축단계에서 12.5%로 가장 높게 나타났고, 소비단계에서 10.1% 운반·가공단계에서 2.8%수준으로 도축단계에서 가장 많이 검출된 점은 작업원들의 위생관념과 작업도구의 위생상태에 문제가 많이 있음을 알 수 있었다⁹⁾. 특히 작업 시간에 잡담을 하거나 담배를 피우는 일체의 행동도 자제되어야 할 것이며, 소고기의 병원성 미생물오염 방지를 위한 HACCP가 중요함을 인식할 수 있었다. 강 등¹⁹⁾은 *S. aureus*의 특성을 파악할 목적으로 coagulase type, hemolysin type 및 enterotoxin type과의 관계를 조사하여 coagulase 양성균 276주중 68.1%가 enterotoxin을 산생하였고, coagulase type과 enterotoxin type간의 특이성은 없다고 하였으며, hemolysin 산생균 276주중 74.3%가 enterotoxin을 산생하였고, coagulase type과 enterotoxin type간의 특이성은 역시 없었다고 보고하였다. 본 연구에서도 coagulase 양성균과 용혈능간의 상관성은 없었다.

*C jejuni*는 분변-경구감염, 사람-사람감염이 보고되어 있다²⁾. 다른 장내 병원균처럼, 감염자의 배설물과 접촉하는 것이 위험요인으로 작용한다. 감염된 무증상 식품 취급자에 의한 전파는 흔치 않다. 사람-사람 접촉전파가 보균원으로 식품취급자가 연루되어 있다는 흥미로운 보고도 있다²⁾. 이와 같은 결과들은 보균하고 있는 동안에는 작업환경에서 식품 취급자로서 배제시켜야 한다는 것을 나타내는 것이다. 이스라엘 병원에서 발생한 *C jejuni*에 의한 급성 위장염에서는 임시 식품 취급자가 가장 의심스러운 감염원이었다²⁾. 본 연구에서는 도축단계, 운반·가공단계와 소비단계 모두에서 이 균이 검출되지 않았다.

이상의 본 연구에서 나타난 바와 같이 유통단계별 시료를 대상으로 조사하는 것은 각종 환경의 변화에 따라 여러 단계를 거치면서 오염수준이 달라질 수 있으므로 체계적이고, 정기적인 조사가 이루어져야 할 것으로 본다. 또한 정부에서 추진 중인 도축장의 HACCP 추진이 초기부터 철저히 수행되어야 할 것으로 보며, 축산물작업장에서도 이에 발맞춰 성실한 준비와 시설개선 등 강도 높은 변신이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

결 론

광주지역에서 유통되는 소고기 145건에 대하여 유통단계별로 병원성 미생물 오염정도를 조사하고 도축단계의 식육에 대하여 일반세균수와 대장균수를 모니터링하였다.

1. 도축단계 소고기의 일반세균수는 농림부 권장기준 10^6 cfu/cm² 미만에 못미치는 10^4 cfu/cm²미만으로 나타났다. 또한 대장균수가 농림부 권장기준 10^2 cfu/cm² 이하로 검출되었다.
2. 유통단계별 병원성 미생물의 오염도는 소비단계에서 23.2%, 도축단계 12.5%, 운반·가공단계 5.6% 순으로 검출되었고, 검출된 균으로는 *S aureus*가 9.0%로 가장 많이 검출되었으며, *L monocytogenes* 5.5%, *salmonella* spp 1.4% 순으로 검출

되었다. 중복 검출된 시료는 없었으며 소고기에서의 *E coli* O157:H7와 *C jejuni*는 검출되지 않았다.

3. 생고기와 냉장육의 병원성 미생물은 검사한 결과 생고기에서 13.3%, 냉장육에서 16.5%로의 수준으로 검출되었다. 특히 생고기에서 *L monocytogenes*와 *S aureus*가 각각 10.0%, 3.3%가 분리되었다.
4. 소비단계에서 축산물 판매점의 규모별로 병원성 미생물의 오염도를 비교한 결과 소형점이 28.6%로 대형점 16.7%보다 높게 나타났다. 또한 초등학교급식소를 대상으로 병원성 미생물의 오염수준을 조사한 결과 *S aureus*가 10건 중 2건이 검출되어 주의 요구되었다.
5. 분리된 *S aureus*의 혈액배지에서의 용혈상은 β 용혈 11주, α 와 γ 용혈주가 각 1주였으며, 분리된 8건의 *L monocytogenes*에 대하여 PCR을 실시한 결과 560 bp의 특징적인 밴드를 확인할 수 있었다.

이상의 결과를 통해 나타난 바와 같이 유통단계별 시료를 대상으로 조사하는 것은 각종 환경의 변화에 따라 여러 단계를 거치면서 오염수준이 달라질 수 있으므로 체계적이고, 정기적인 조사가 이루어져야 할 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Ingram M, Robert TA. 1976. The microbiology of the red meat carcass and the slaughter house. *R Soc Health J* 96 : 270~276.
2. 정석찬, 정병열, 전용수 등. 1997. 식품관련 유해미생물의 특성. *한국수의공중보건학회지* 21(2) : 181~194.
3. Anderson ME, Mashall RT. 1990. Reducing microbial populations on beef tissues concentration and temperature of an acid mixture. *J Food Sci* 55 : 903.
4. 허정호, 박영호, 구정현 등. 1998. 도축처리 단계별 도체 및 환경재료에 대한 미생물학적 분석. *한국가축위생학회지* 21(2) : 157~

- 161.
5. 허정호, 손성기, 이주홍 등. 1997. 도축처리 단계별 도체 및 환경재료에서 *Listeria monocytogenes*의 분리. 한국가축위생학회지 20(1) : 69~78.
 6. 한국수의공중보건학회. 1996. 수의 공중보건학. 문운당.
 7. 홍종해. 1994. 국내에서 보고된 동물성 식품 유래 식중독의 역학적 발생 특징. 한국수의공중보건학회지 18(2) : 147~154.
 8. 홍종해. 1995. HACCP 제도의 도입과 그 대응 방안. 제1회 수의 정책개발 심포지움. 대한수의사회 21~36.
 9. 농림부. 1998. HACCP 관련규정 및 도축장 내 적용. 축협중앙회.
 10. Lowry PD, Tiong I. 1988. *The incidence of Listeria monocytogenes in meat and meat product factors affecting distribution*. In proceedings of the 34th International Congress of Meat Science and Technology. Part B, Brisbane, Australia : 528~530.
 11. Haushild, AHW, Bryan FL. 1980. Estimate of case of food and waterborne illness in Canada and the United States. *J Food Protect* 43(6) : 435.
 12. 변정옥, 모의원, 문호판 등. 2000. 소·돼지 도체표면의 미생물학적 고찰. 한국가축위생학회지 23(2) : 105~112.
 13. 농림부. 1998. 축산물의 가공기준 및 성분규격.
 14. Scanga JA, Grona AD, Belk KE, et al. 2000. Microbiological contamination of raw beef trimmings and ground beef. *Meat Sci* 56 : 145~152.
 15. WHO. 1997. Prevention and control of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) infections. 1~35.
 16. 강호조, 손원근, 강광식 등. 1991. 동물유래 생식품, 사료 및 동물분변중 *Listeria monocytogenes*의 분포와 분리균의 특성에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 15(3) : 231~237.
 17. Geraldine D, Orla MC, Sheridan JJ, et al. 1999. The development of a combined surface adhesion and polymerase chain reaction technique in the rapid detection of *Listeria monocytogenes* in meat and poultry. *Int J Food Microbiol* 49(3) : 151~159.
 18. Stoakes L, John MA, Lannigan R, et al. 1994. Gas-liquid chromatography of cellular fatty acids for identification of staphylococci. *J Clin Microbiol* 32(8) : 1908~1910.
 19. 강호조, 최홍근, 손원근 등. 1991. 가축유래 *Staphylococcus aureus*의 Enterotoxin산생과 Plasmid Profile에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 15(3) : 239~245.
 20. Inoue S, Nakama A, Arai Y, et al. 2000. Prevalence and contamination levels of *Listeria monocytogenes* in retail foods in Japan. *Int J Food Microbiol* 59 : 73~77.
 21. Riley LW, Remis RS, Helgersson SD et al. 1983. Haemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N Engl J Med* 308 : 681~685.