

소와 돼지 도체 표면의 미생물 오염도 및 병원성 미생물 검색

나인택¹, 임홍규, 조미영, 이양수, 이병동

서울특별시보건환경연구원
(접수 2001. 12. 14, 게재승인 2002. 2. 18)

Survey of microbiological quality and detection of pathogenic microorganisms on the surface of slaughtered beef and pork products

In-Taek Ra¹, Hong-Gyu Rhim, Mi-Yeong Jo,
Yang-Soo Lee, Byung-Dong Lee

Seoul Metropolitan Health & Environment Research Institute, Seoul, 137-130, Korea
(Received 14 December 2001, accepted in revised form 18 February 2002)

Abstract

This survey was conducted to evaluate the microbiological quality and to detect of pathogenic microorganisms on the surface of slaughtered beef and pork products in two abattoirs located in Seoul from January 2001 through December 2001. Two hundred and twenty-five beef and 215 hog were surveyed for microbiological quality and 630 beef and 625 hog were detected for pathogenic microorganisms.

1. The prevalence level on number of standard plate count(SPC) less than 10^4 cfu/cm² in beef and hog were 89.8% and 90.7%, respectively.

2. *Escherichia coli* less than 10^2 cfu/cm² in beef and less than 10^3 cfu/cm² in hog were 98.2% and 99%

3. *E coli* O157:H7 was recovered from 2 beef carcasses(0.32%), and *Staphylococcus aureus* from 12 pork carcasses(1.90%), *Listeria monocytogenes* from 1 beef and 4 pork carcasses (0.15%, 0.64%) and *Clostridium perfringens* from 14 beef and 11 pork carcasses(2.22%, 1.76%), respectively.

Key words : *E coli* O157:H7, Microbiological quality

¹Corresponding author
Phone : 02-570-3236, Fax : 02-570-3206
E-mail : itna910@hanmail.net

서 론

세계는 제품의 생산과 수출이 우루과이 라운드(UR)와 세계무역기구(WTO)의 출범으로 자유경쟁을 바탕으로 한 국제경쟁시대로 돌입하게 되었다. 국제적으로 안전한 식품의 유통을 위해 국제식품규격위원회(CAC)의 문서에 HACCP가 구체화되었고, 또한 European Community(EC)에서도 안전한 식품의 생산을 위한 국제표준으로서 HACCP system¹⁾을 적용하였다. 이는 식품 중에서 인간에게 위해를 미칠 수 있는 요소를 확인하여 위생적이며 완전한 식품을 생산하기 위한 위생관리제도²⁾인 것이다. 이 체계는 문제의 근본 원인을 정확하고 신속하게 밝혀 책임소재를 분명히 함에 있으며, 이에 정부에서는 축산물위해요소중점관리기준을 고시³⁾하고 축산물 위생검사를 강화하고자 하는 일환으로 육류중미생물검사요령을 고시⁴⁾하였다. 축산물의 오염으로 인한 식중독의 주요 병원체로서 *Salmonella* spp, *Campylobacter* spp, *Escherichia* spp, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* 및 *Bacillus cereus* 등을 포함하여 약 25종⁵⁾에 이르고 있고, *E coli* O157:H7과 같은 새로운 유형의 식중독균 등이 세계적으로 발생되고 있다. 이들의 증식은 식육의 보존성과 밀접한 관계가 있는 만큼 유통기간에도 큰 영향을 미치게 되며, 또한 미생물에 의한 식품의 변패를 막기 위해서는 1차적인 오염을 방지하는 것도 중요하지만 식품의 가공 유통 및 보존과정에서의 균 증식을 막는 것이 중요하다⁶⁾.

이에 축산물의 안전성 확보를 위하여 비조리시에 발생할 수 있는 각종 병원균으로부터 오염을 방지하고 도축장의 위생상태나 작업과정을 모니터링하기 위한 검사가 필요하며, 가축의 도살해체과정 및 발골 과정은 다단계이기 때문에 도체 및 식육에의 오염은 방혈 단계에서 방혈칼에 의하여 오염된 후 혈관을 통하여 오염이 확산되거나 박피단계와 내장파열에 의한 내용물 및 분뇨의 유출에 의한 오염이 가장 크므로 각종 식중독의 원인균을 도축과정에서

부터 차단하는데 의의가 있다.

본 조사는 2001년도 1월부터 12월 사이에 서울시 관내 2개 도축장에 출하된 소, 돼지 도체 표면의 미생물 오염지표미생물(일반세균 및 대장균)과 주요 식중독 원인균을 검사하여 위생적이고 안전한 축산물을 소비자에게 공급하여 시민 보건위생향상 및 식육의 안전성 확보에 기여하고자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료

오염지표 세균검사는 서울시 관내 2개 도축장에서 도축된 소 855두, 돼지 840두를 대상으로 하였다.

시료채취방법

도축후 멸균 거즈를 10ml buffered peptone water(BPW) 희석액에 담근 후 멸균장갑을 끼고 100cm²용 시료채취틀(template)을 사용하여 지육표면중 미생물 오염이 가장 많은 3개 부위에서 시료를 채취하였다. 소는 도축후 12시간 이상이 경과한 예냉 상태에서 시료를 채취하였으며, 돼지는 예냉과정을 거치지 않고 출고됨으로 작업후 바로 시료를 채취하였다. 오염지표세균인 일반세균수와 대장균수 및 *Salmonella*의 검사를 위하여는 소 225건, 돼지 215건을 검사하였으며, 식중독 원인균인 *E coli* O157:H7, *S aureus* 및 *L monocytogenes*, *Cl perfringens* 균 검사를 위하여 소 630건, 돼지 625건을 검사하였다.

오염지표 세균검사방법

검사방법은 축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원 고시 제2000-20호, 2001. 1. 4) 중 제3. 축산물시험방법, 9. 미생물시험법에 의하여 실시하였다. 일반세균수는 표준평판배양법(Aerobic Plate Count)으로 표준한천평판배지에 시료를 혼합 응고시켜 배양 후 형성한 세균의 집락수를 계수하여 시료중의 생균수를 산출하였다. 대장균(Generic *E coli*) 수는

최확수법(3개 또는 5개 시험관을 이용한 MPN 법)으로 BGLB배지에서 가스산생 양성인 시험관으로부터 EC-MUG배지에 접종하여 44.5°C에서 24시간 배양한 후 자외선을 조사하여 푸른 형광이 관찰되는 시험관을 대장균 추정시험양성으로 판정하였다. 양성으로 판정된 시험관으로부터 EMB배지(또는 MacConkey agar)에 이식하여 37°C에서 24시간 배양하여 전형적인 집락을 관찰하고 그람염색, IMVIC 시험으로 최종 확정하고 최확수표에 근거하여 대장균수를 산출하였다.

병원성 미생물 분리·동정

병원성 미생물의 검사는 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림부 고시 제 1998-34호, '98.6.26)중 축산물 시험방법, 9. 미생물시험법에 준하여 실시하였다. *E. coli* O157:H7의 분리를 위해서 mEC broth(novobiocin 20µg/ml)에 접종하여 37°C에서 18~24시간 증균배양한 후 CT-SMAC 배지 및 Fluorocult O157 medium (Merck, Germany)에 접종하여 sorbitol 비분해 집락과 초록색의 MUG 비분해 집락을 선택하여 MacConkey agar에서 lactose 분해능을 검사하였다. 그외 확인 실험으로 Latex test kit (Oxoid, England) 검사 및 생화학 검사로 TSI 배지 및 miniAPI 32E kit(BioMerieux, France)를 사용하였으며, 최종적으로 O 및 H 항원에 대한 혈청학적 검사를 실시하였다.

*S. aureus*는 10% NaCl이 포함된 TSB에서 37°C에 18~24시간 증균배양시킨 후 baird parker medium(w/egg yolk tellurite) 및 mannitol salt medium(w/egg yolk)에서 37°C에 18~24시간 배양하여 집락주위에 opaque region이 있는 검은색 집락 및 난황 반응을 보이는 mannitol 분해집락을 선택하여 그람염색, 용혈성 검사, Latex test kit(Oxoid, England), coagulase test 및 DNase test를 실시하였다.

*L. monocytogenes*는 Fraser broth에 접종하여 37°C에서 18~24시간 증균배양 및 4°C에서 1주일간 cold enrichment하여 PALCAM 배지에 접종하여 48시간 배양한 후, 특이적인 집락을 선

택하여 그람염색, 용혈성 검사 및 CAMP test, catalase test, API Listeria kit(BioMerieux, France) 및 O 항원에 대한 혈청학적 실험을 실시하였으며, miniVIDAS(BioMerieux, France)를 이용하여 *L. monocytogenes* 양성임을 확인하였다.

*Cl. perfringens*의 분리를 위해서는 시료 1 ml를 9ml의 cooked meat medium의 아랫부분을 접종하여 35°C에서 18~24시간 혐기성 배양하였으며, 증균된 균액을 TSC배지에 도말하여 다시 35°C에서 18~24시간 혐기 배양하였다. TSC배지에서 lecithinase 양성반응을 보이며 H₂S를 생성한 집락을 선택하여 그람염색을 실시하였다. 그람양성 간균의 형태를 확인한 후 용혈성, lactose 분해능이 있고 젤라틴 액화반응을 보이는 균을 *Cl. perfringens*로 동정하였으며 miniAPI system (BioMerieux, France)으로 확인하여 최종 동정하였다.

결 과

소 도체표면의 일반세균수

서울시내 도축장에서 도축한 소 225두를 대상으로 오염지표 미생물을 검사한 결과 일반세균수에 의하여 도축의 등급을 매기는 선진국의 기준과 비교하면 Table 1과 같이 1,000이하인 excellent에 속하는 도체가 72%, 1,001~10,000에 속하는 good이 17.8%, 10,001~100,000에 속하는 acceptable이 10.2%이며, 100,001이상인 undesirable은 없는 것으로 나타났다(Table 1).

돼지 도체표면의 일반세균수

서울시내 도축장에서 도축한 돼지 215두를 대상으로 오염지표 미생물을 검사한 결과 1,000이하인 excellent에 속하는 도체가 68.8%, 1,001~10,000에 속하는 good이 21.9%, 10,001~100,000에 속하는 acceptable이 9.3%이며 100,001이상인 undesirable은 없는 것으로 나타났다(Table 2).

소 도체표면의 대장균수

소의 도체표면의 대장균 수는 1~10의 범위가 73.3%, 11~100 범위가 24.9%로 조사되었으

Table 1. Grading standard based on the bacterial counts in beef surfaces

Grade	Range (cfu/cm ²)	No of sample	% of total	Cumulative %
Excellent	<1	0	0	0
	1-10	0	0	0
	11-100	55	24.4	24.4
	101-1,000	107	47.6	72
Good	1,001-10,000	40	17.8	89.8
Acceptable	10,001-100,000	23	10.2	100
Undesirable	100,001-1,000,000	0	0	0
	1,000,001-10,000,000	0	0	0
	>10,000,000			
Total		225	100.0	

Table 2. Grading standard based on the bacterial counts in pork surfaces

Grade	Range (cfu/cm ²)	No of sample	% of total	Cumulative %
Excellent	<1	0	0	0
	1-10	0	0	0
	11-100	41	19.0	19.0
	101-1,000	107	49.8	68.8
Good	1,001-10,000	47	21.9	90.7
Acceptable	10,001-100,000	20	9.3	100
Undesirable	100,001-1,000,000	0	0	0
	1,000,001-10,000,000	0	0	0
	>10,000,000			
Total		215	100.0	

며, 농림부 도축장 검사권장기준인 100cfu를 초과한 경우는 8월, 9월, 10월에 4건으로 1.8%로 나타났고 그중 2건은 1,000cfu를 초과하였다 (Table 3).

돼지 도체표면의 대장균수

돼지의 도체표면의 대장균 수는 1~10의 범위가 46.5%, 11~100 범위가 38.6%, 101 ~1,000의 범위가 13.9%, 1001~10,000의 범위가 0.5%로 조사되었으며, 농림부 도축장 검사권장기준인 1,000cfu를 초과한 경우는 한여름인 9월

Table 3. Distribution rates of *E. coli* in slaughtered beef surfaces

Range (cfu/cm ²)	No of positive	%
1-10	165	73.3
>10-10 ²	56	24.9
>10 ² -10 ³	2	0.9
>10 ³ -10 ⁴	2	0.9
Over than 10 ⁴		
Total	225	100.0

중 1,100cfu 대장균이 1건(0.5%)이 검출되었다 (Table 4).

Table 4. Distribution rates of *E coli* in slaughtered pork surfaces

Range (cfu/cm ²)	No of positive	%
1-10	100	46.5
>10-10 ²	83	38.6
>10 ² -10 ³	30	13.9
>10 ³ -10 ⁴	1	0.5
Over than 10 ⁴	1	0.5
Total	215	100.0

병원성 미생물

소 630두, 돼지 625두의 도체표면에서 *E coli* O157:H7, *L monocytogenes*, *S aureus*, *Cl perfringens*를 검사한 결과, 소에서는 *E coli* O157:H7은 2건, *L monocytogenes*은 1건, *Cl perfringens* 14건이 검출되었으며, 돼지에서는 *L monocytogenes*가 4건, *S aureus*는 12건, *Cl perfringens*는 11건이 검출되었다. 분리된 *S aureus*에 대해 enterotoxin 생산여부를 검사한 결과 12건 중 3개 균주에서 enterotoxin이 검출되었다(Table 5).

Table 5. Identification of pathogenic microorganism in pork and beef surfaces

	No of tested	Ec*	Lm	Sa	Cp
Beef	630	2	1	0	14
Pork	625	0	4	12/3	11
Total	1,255	2	5	12/3	25

*Ec : *E coli* O157:H7, Lm : *L monocytogenes*, Sa : *S aureus* / enterotoxin, Cp : *Cl perfringens*

고 찰

미생물에 의한 식육의 오염은 식육제품의 처리과정과 품질관리면에서 가장 중요한 문제로

선진국에서는 도체표면에서 측정된 일반세균수에 의해 도축의 등급을 매기고 있으나 국내에서는 적용하지 않고 있다. 도축장에서 갖 도축한 지육의 표면에는 보통 100cfu/cm² 정도의 호기성 세균이 존재한다고 보고되어 있다.

전 세계적으로 지금까지 도축검사는 주로 육안검사에만 주로 의지해 왔으나 5~6년 전부터 미국을 비롯한 호주 등 여러 국가에서 HACCP 실시로 미생물 검사를 실시하고 있으며 우리나라에서도 3년 전부터 미생물 검사를 실시하고 있다.

본 실험의 결과 일반 세균수는 excellent 등급에 속하는 도체가 소는 72%, 돼지는 68.8%이며 good은 소는 17.3% 돼지는 21.9%이며, acceptable은 소는 10.2% 돼지는 9.3%로 나타났다. 이는 excellent의 경우 미국 24.6%, 호주 30%, 변 등⁷⁾의 15.8%, 김 등⁸⁾의 52%보다 월등히 높은 수치를 나타냈다. Acceptable내에 속하는 누계는 본 실험에서는 작년 결과와 마찬가지로 소, 돼지 모두 100%로 나타나 미국 91.6%, 호주 88%, 변 등⁷⁾의 84.4%, 김 등⁸⁾의 92%에 비하여 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 '97년도부터 도체표면에서 오염지표 미생물 검사와 병원성 미생물을 지속적으로 실시한 결과가 반영된 것으로 사료된다. 대장균수는 소, 돼지 도체표면에서 각각 10이하가 73.3%와 46.5%으로 김 등⁸⁾의 40% 보다 높게 나왔다.

E coli O157:H7에 의한 식중독은 1982년 미국에서 처음 보고된 후 북미, 유럽, 남아프리카, 일본, 남미 및 호주의 남해안 지역 등 세계적으로 발생하고 가까운 일본에서도 1996년 5월부터 9월까지 12,000여명의 환자가 발생하여 12명이 사망한 것으로 알려져 그 중요성이 부각되고 있다. 김 등⁸⁾이 도축과정중 병원성 미생물을 조사한 결과, *S enteritidis*, *S typhimurium*, *E coli* O157:H7 및 *L monocytogenes*는 분리되지 않았다고 보고한 바 있으며, 변 등⁷⁾은 *E coli* O157:H7은 한 건도 분리되지 않았지만 *L monocytogenes*는 소 도체표면 388건 중에서 5건, 돼지도체표면 149건 중에서 1건이 분리되고, 황색포도상구균도 소에서 4건, 돼지에서는 15건이 분리되었다고

보고한 바 있다. 1997년 허 등⁹⁾이 도축처리 단계별 도체에서 *L monocytogenes*의 분리율을 보고한 것을 보면 소와 돼지의 생체표면부와 탕박 직후, 또는 방혈후에는 *L monocytogenes*가 분리되지 않았으나 소 도체에서는 해체 후 3.3%, 출하 전 10%로 분리되었으며, 돼지 도체에서는 해체 후가 8%, 출하전이 14%의 분리율을 나타낸 것으로 볼 때 가축이 사육중 미생물에 감염되었다기 보다는 도살후 식육처리과정에서 2차적으로 외부로부터 오염되었다고 추측할 수 있다.

본 실험에서는 소 630두, 돼지 625두의 도체표면에서 *E coli* O157:H7, *L monocytogenes*, *S aureus*, *Cl perfringens*의 오염 검사 결과, *E coli* O157:H7은 2건, *S aureus*는 12건, *Cl perfringens*는 25건이 검출되었다. 분리된 *S aureus*에 대해 enterotoxin 생산여부를 검사한 결과 12개의 분리주 중 3개 균주에서 enterotoxin이 검출되었다.

결 론

서울시 관내 2개 도축장에서 생산된 소 225두와 돼지 215두 도체표면에 대하여 미생물 오염도 검사 및 소 630두, 돼지 625두의 도체표면에 대해 병원성 미생물 오염을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소 도체표면의 일반세균수(cfu/cm²)는 1,000 이하 도체가 72%, 1,001~10,000의 범위가 17.8%, 10,001~100,000이 10.2%로서 농림부의 도축장 권장기준을 초과한 경우는 없었다.
2. 돼지 도체표면의 일반세균수(cfu/cm²)는 1000이하 도체가 68.8%, 1,001~10,000의 범위가 21.9%, 10,001~100,000이 9.3%로서 농림부의 도축장 권장기준을 초과한 경우는 없었다.
3. 소 도체표면의 *E coli* 수(cfu/cm²)는 농림부 권장기준 이하인 100 이하가 98.2%이며 권장기준 초과는 1.8%이었다.

4. 돼지 도체표면의 *E coli* 수(cfu/cm²)는 농림부 권장기준 이하인 10,000 이하가 99.5%이며 권장기준 초과는 0.5%이었다.
5. 병원성 미생물은 *E coli* O157:H7은 소 도체표면에서 2건(0.32%), *S aureus*는 돼지 도체표면에서 12건(1.9%), *L monocytogenes*는 소 도체표면에서 1건(0.15%), 돼지도체표면에서 4건(0.64%)이 검출되었으며, *Cl perfringens*는 소 도체표면에서 14건(2.22%), 돼지 도체표면에서 11건(1.76%)이 검출되었다.

참고문헌

1. 한국과학기술단체총연합회. 1995. 식품위생 및 안전성에 관한 최신연구. 한국학술진흥재단.
2. 농림부 축협중앙회. 1998. HACCP관련 규정 및 도축장내적용.
3. 농림부고시 제 1998-49호(1998. 8.)
4. 농림부고시 제 2001-6호(2001. 2.)
5. 정석찬 정병열. 1997. 식품관련 유해미생물의 특성. 한국수의공중보건학회지 21(2) : 181~194.
6. Muntada Garriga JM, Rodriguez Jerez JJ, Lopez Sabater EI, et al. 1995. Effect of chill and freezing temperatures on survival of *Vibrio parahaemolyticus* inoculated in homogenates of oyster meat. *Lett Appl Microbiol* 20(4) : 225~227.
7. 변정옥, 모의원, 문호판 등. 2000. 소 돼지 도체표면의 미생물학적 고찰. 한가위지 23(2) : 105~112.
8. 김은주, 강원명. 2000. 도축공정중 식육의 미생물오염도 실태조사. 한가위지23(4) : 361~366.
9. 허정호, 손성기, 이주홍 등. 1997. 도축처리 단계별 도체 및 환경재료에서 *Listeria monocytogenes*의 분리. 한가위지 20(1) : 69~78.