

# 소와 돼지 도체육 표면에서의 미생물 오염도 조사

축산물부 검사팀

변정옥 · 모의원 · 문호판 · 이양수 · 이병동

## Microbiological Quality of Korean Meat

*Meat Inspection Team.*

**Jungok-Byun, Euiwon-Mo, Hopan-Moon, Yang-soo Lee, and Byung-dong Lee**

### Abstract

This survey was conducted to evaluate the microbiological quality of raw beef and pork products from Jan. 1999 through Dec. 1999. A total of 107 beef and 157 hog carcasses were collected from two abattoirs located in Seoul.

The result showed that beef carcasses had an average bacterial loading around 139,000 bacteria/cm<sup>2</sup> of carcass surface, indicating a little bit higher count than the results reported in USA and Australian meat.

However, overall hygienic status was found to be acceptable for all examined carcasses because 84.4 % of product rated Excellent, Good or Acceptable comparable to USA of 91.6% and Australia of 88%. The analysis of data on overnight-chilled to weekend-chilled carcasses indicated that the microbiological growth occurred in the chiller during the weekend chill with increases in Total Viable Count from 130,000 cfu/cm<sup>2</sup> to 400,000 cfu/cm<sup>2</sup>.

Qualitative testing for *E.coli*, EC + MUG was used as a most probable number(MPN) method along with the petrifilm method. The average of MPN/cm<sup>2</sup> of *E. coli* biotype 1 was 29 MPN/cm<sup>2</sup> for beef carcasses and 1,100 MPN/cm<sup>2</sup> for hog carcasses, respectively. However, 41% of beef and 16.3% of hog carcasses were shown to be less than <3 MPN/cm<sup>2</sup> in *E. coli* biotype 1 examination.

Although *Salmonella enteritis*, *Salmonella typhimurium* and *E. coli* O157:H7 were all negative, *Listeria monocytogenes* was recovered from only one hog surface samples of the 89 carcasses tested.

### 서 론

도축검사의 목적은 병든 동물을 검출하여 불건전한 식육이 소비자의 식탁에 오르지 않도록 하는 것이 주

목적이다. 하지만 많은 건강한 동물에서도 병원균이 가축, 피부, 털 또는 소화기관내에서 질병을 일으키지 않고 존재한다. 사실 세균은 많은 종류가 사람을 포함한 온혈동물에서 자연적으로 또는 피할 수 없이 상존

한다. 도축과정에서 많은 세균들이 제거되지만 완전히 제거되지는 않는다<sup>1)</sup>. 이러한 잔류 세균들은 조리과정을 거쳐서 완전히 박멸되므로 지금까지는 육류에서 미생물의 검사는 그다지 큰 비중을 두지 않았으며 미생물이 검출되더라도 처분을 위한 검사보다는 안전성 측면에서의 위생조건의 향상 및 개선을 위한 기초자료로 사용되어왔다.

육류는 많은 수분과 단백질, 지방 등 다양한 영양성분을 함유하고 있어 미생물의 발육에 이상적인 배지이다. 도축장에서 갓 도축한 지육의 표면에는 보통 100 cfu/cm<sup>2</sup> 정도의 호기성세균이 존재한다<sup>1)</sup>. 육류는 냉장 보관하더라도 매 평방미터당 1억 cfu/cm<sup>2</sup>의 호기성세균이 증식하여 번질될 때까지 세균수가 증가된다<sup>1)</sup>. 도축장에서 가축의 도살해체과정에서 또는 부분육 공장에서 발골정형 후 실시되는 식육의 미생물 검사에서 총세균수는 낮으면 낮을수록 그 식육은 위생적으로 안전하며 유통가능기한이 연장되지만 원료육의 총세균수가 많으면 그후 유통과정이 아무리 위생적이라 할지라도 유통가능 기한이 연장될 수 없다. 미생물 오염수준과 저장기간(5℃) 간의 관계를 보면 오염수준이 1,000 cfu/cm<sup>2</sup>에서는 부패개시일이 12~14일이지만 10,000 cfu/cm<sup>2</sup>에서는 4~6일경부터 부패가 시작되며 미생물이 1,000,000 cfu/cm<sup>2</sup>가 되면 1~3일경부터 부패가 시작된다<sup>2, 3)</sup>.

가축의 도살해체과정 및 발골과정은 다단계이기 때문에 도체 및 식육에의 오염은 방혈단계에서 방혈칼에 의하여 오염된 후 혈관을 통하여 오염이 확산되거나 박피단계와 내장적출시 작업자의 손, 옷, 가축의 가죽으로부터, 그리고 내장적출시 실수에 의해 내장파열에 의한 내용물 및 분뇨의 유출에 의한 오염 가능성이 가장 크다<sup>2)</sup>. 세균의 검출율은 도축과정에서의 위와 같은 오염도 중요하지만 도축전의 동물의 오염상태에 따라 영향을 받는다. 이러한 오염은 철저한 생체검사 및 해체검사를 통한 위생관리 원칙을 지킴으로서 어느 정도 줄일 수 있다.

최근 세계적으로 도축미생물검사를 실시하는 경향이 높아지고 있다. 미생물검사를 실시하는 목적은 비조리시에 발생할 수 있는 각종 병원균으로부터 오염을 방지하고 도축장의 위생상태나 작업과정을 모니터링하기 위한 오염지표로서의 가치가 있다<sup>1, 4, 5, 6)</sup>. 특히 2000년도부터 실시할 예정인 HACCP제도의 근간은 도축

장에서 오염원을 사전에 방지하여 대장균 O157:H7과 같은 식중독의 원인균을 도축과정에서부터 차단하는 데 그 의의가 있다.

전 세계적으로 지금까지 도축검사는 주로 육안검사에만 의지해왔으나 최근 2-3년전부터 미국을 비롯한 호주등 국가에서 HACCP실시의 일환으로 미생물검사를 실시하고 있다<sup>7, 9, 10)</sup>. 우리나라에서도 국제적인 추세에 병행하여 최근 도축미생물검사를 실시하고 있으나 도축미생물검사에 관한 기존의 연구논문이나 자료가 부족한 실정이다. 따라서 우선 서울시 관내 2개 도축장에서 도축되는 소, 돼지에 대한 오염지표세균(일반세균, 대장균)과 병원성미생물검사를 실시하여 앞으로의 도축위생개선에 기초자료로 사용코자 본 조사를 실시하였다.

## 재료 및 시험방법

### 1. 공시재료 :

서울시 관내 2개 도축장에서 도축된 소-107두, 돼지-153두에 대하여 실시하였다.

### 2. 시료채취방법 :

도축후 멸균 가아제를 10ml Buffered peptone water (BPW) 희석액에 담근 후 멸균장갑을 끼고 100cm<sup>2</sup>용 시료채취틀 (Template)을 사용. 지육표면중 미생물오염이 가장 많은 3개부위에서 시료를 채취하였다<sup>8, 11, 12, 13)</sup>. 소는 도축후 12시간 이상이 경과한 상태에서 예냉실에서 시료를 채취하였으며, 돼지는 예냉과정을 거치지 않고 출고됨으로 부득이 당일 작업후 시료를 채취하였다. 오염지표세균인 일반세균수와 대장균수를 검사하였으며, 식중독원인균인 대장균 O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritis* 및 *typhimurium*균 검사를 실시하였다.

3. 세균배양방법 : 검사방법은 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림부고시 제1998-34호, '98.6.26)중 제3. 축산물시험방법, 9. 미생물시험법에 의하여 실시하였다. 일반세균수는 표준평판배양법 (Aerobic Plate Count) 으로 표준한천평판배지에 시료를 혼합 응고시켜 배양 후 형성한 세균의 집락수를 계수하여 시료중의 생

균수를 산출하였다. 대장균 (Generic *E. coli*) 수는 최확수법 (3개 또는 5개 시험관을 이용한 MPN법) 으로 BGLB배지에서 가스산생 양성인 시험관으로부터 EC-MUG배지에 접종하여 44.5℃에서 24시간 배양한 후 자외선을 조사하여 푸른 형광이 관찰되는 시험관을 대장균 추정 시험 양성으로 판정하였다. 양성으로 판정된 시험관으로부터 EMB배지 (또는 MacConkey Agar) 에 이식하여 37℃에서 24시간 배양하여 전형적인 집락을 관찰하고 그람염색, IMViC 시험으로 최종 확정하고 최확수표에 근거하여 대장균수를 산출하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반세균수 :

본 조사에서 일반세균수는 Table 1과 같이 1,000주 이하인 Excellent에 속하는 도체가 15.8%, 1,001-1,000주에 속하는 Good이 33%, 10,001-100,000에 속하는 Acceptable이 35.6%이며 1,000,001이상으로 바람직하지 않은 도체가 15.6%로 나타났다. 이를 일반세균수에 의하여 도축의 등급을 매기는 선진국들과 비교하여 보면 Excellent는 본 실험에서 15.8%로서 미국의 24.6% 와 호주의 30%보다 다소 낮았으나, Acceptable 내에 속하는 누계는 본실험에서 84.4%, 미국91.6%, 호주 88%에 비하여 큰 차이가 없었다. 미국과 호주는

**Table 1.** Grading standard based on bacterial count in meat

Range.cfu/cm <sup>2</sup>	% of Total	Cumulative %	Grade
<1	0	0	Excellent
1-10	0	0	
11-100	2.8	2.8	
101-1,000	13	15.8	
1,001-10,000	33	48.8	Good
10,001-100,000	35.6	84.4	Acceptable
100,001-1,000,000	10	94.4	Undesirable
1,000,001-10,000,000	5.6	100	
>10,000,000			
Total	100.0		

Good에 속하는 비율이 69.8%과 67%로 가장 많은 반면<sup>14)</sup> 본 실험에서는 상대적으로 Acceptable에 속하는 비율이 35.6%로서 가장 높은 비율을 나타내었다.

**월별분포 :** 월별 분포를 보면 Table 2와 같이 기온이 상승하기 시작하는 6월부터 일반세균수가 증가하기 시작하여 7월과 9월에 최고치를 이루고 있다. 작업장 별로 보면 A작업장은 하절기인 7월에 가장 많은 세균수를 기록하였으나 B작업장은 7월에도 물론 많지만 9월에 최대치를 기록하고 있다. 이는 평월 소-1300두의 작업에서 추석 성수기인 9월에 1,970두로 갑자기 물량이 증가하여 위생관리가 다소 소홀했던 탓으로 사료된다.

개체별 최대치를 보면 A작업장에서 7월 20일 수거한 소 1건에서 일반세균이 8.2×10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>2</sup>로 검출되었으며 돼지에서는 3월 3일 수거한 1건에서 1.5×10<sup>7</sup> cfu/cm<sup>2</sup>로 최고로 검출되었다. B작업장은 소 도체표면에 대하여 46건의 시료를 수거하여 일반세균을 검사한 바 7월 5일 수거한 1건에서 3.4×10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>2</sup>와 9월 7일 수거한 3건에서 각각 1.7×10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>2</sup>, 1.8×10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>2</sup>와 2.2×10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>2</sup>로 집중적으로 과다 검출되었으며 돼지에서는 일반세균이 기준을 초과한 경우는 없었다.

**Table 2.** Monthly distributions of total viable bacterial count in beef

Month	Abottior cfu/cm <sup>2</sup>	
	A	B
1	4.94±0.51	2.60±0.39
2	3.43±0.25	4.39±0.40
3	3.85±0.33	3.75±0.27
4	4.16±0.53	4.93±0.21
5	3.82±0.48	3.38±0.37
6	5.38±0.77	4.00±0.42
7	6.03±0.82	5.57±0.85
8	3.55±0.75	3.87±0.55
9	5.36±0.73	6.74±0.05
10	3.11±0.77	3.60±0.15
11	3.40±0.96	2.70±0.61
12	3.95±0.25	3.85±0.05
Mean	4.24±0.59	4.11±0.36

Values are expressed as means±S.D. of log No of viable cell counts

**Table 3.** Monthly distributions of total viable bacterial count in pork

Month	Abottior		cfu/cm <sup>2</sup>	
	A	B	A	B
1	4.57±0.39	3.15±0.69		
2	4.59±0.26	4.72±0.03		
3	6.15±0.74	4.90±1.06		
4	4.88±0.43	4.18±0.52		
5	5.78±0.17	4.46±0.62		
6	5.24±0.30	4.83±0.10		
7	6.16±0.93	5.10±0.95		
8	4.82±0.45	4.77±0.43		
9	5.78±0.77	5.65±0.20		
10	4.28±0.69	4.65±0.45		
11	4.17±0.39	3.53±0.96		
12	4.41±0.43	4.19±0.25		
Mean	5.06±0.49	4.51±0.52		

Values are expressed as means±S.D. of log No of viable cell counts

**Table 4.** Daily distributions of total viable bacterial count in beef & pork

Days	viable bacteria		E. coli	
	Sat	Mon	Sat	Mon
beef	3.09±0.71	5.60±1.13	0.22±0.24	1.34±0.33
swine	4.0±0.43	4.66±1.12	1.11±0.58	2.53±1.19

Values are expressed as means±S.D. of log No of viable cell counts

돼지의 경우에는 Table 3에서와 같이 B의 경우에는 하절기인 7월을 제외하고는 일정한 분포를 보이고 있으나 A작업장의 경우에는 3월과 7월에 최대치를 보이고 있어 B와는 대조를 보이고 있다. 이는 동절기에 무관심한 위생관리가 해동기인 3월에도 그대로 이어져 작업장 위생관리가 소홀했던 탓이 아닌가 싶다.

**요일별 미생물오염도 측정 :** 금요일 도축후 12시간이 경과한 후 토요일에 시료를 채취한 소의 경우 Table 4와 같이 일반세균수는 평균 3.09±0.71 cfu/cm<sup>2</sup>이지만 토요일에 도축후 36~48시간이 경과한 월요일에 시료를 채취한 경우를 보면 일반세균수가 5.60±1.13 cfu/cm<sup>2</sup>로써 약 3배에 달하여 냉장온도에서 예냉과정을 거치는 경우에도 미생물이 증식하고 있음을 확인할 수 있었다. 돼지의 경우에는 4.0±0.43과 4.66±1.12 cfu/cm<sup>2</sup>로써 큰 차이가 없었다.

**Table 5.** Monthly distributions of *E. Coli* count in beef

Month	Abottior		cfu/cm <sup>2</sup>	
	A	B	A	B
1	0.81±0.40	0.39±0.34		
2	0.40±0.25	1.40±0.26		
3	0.70±0.40	2.09±0.91		
4	0.73±0.58	0.80±0.28		
5	0.18±0.28	0.30±0.33		
6	0.86±0.50	0.30±0.33		
7	1.95±0.90	1.98±0.95		
8	1.55±0.75	0.83±0.28		
9	1.18±0.54	1.41±0.63		
10	1.00±0.07	1.00±0.07		
11	0.30±0.33	0.30±0.21		
12	0.22±0.25	0.47±0.05		
Mean	0.82±0.43	0.93±0.38		

Values are expressed as means±S.D. of log No of *E. coli* counts

**Table 6.** *E. Coli* distributions of beef in two abottior

Range (count/cm <sup>2</sup> )	Number of samples	Percent of total	Cumulative number	Cumulative percent
<3	44	41	44	41
1-10	37	34.6	81	75.6
11-100	22	20.5	103	96.1
101-1,000	3	2.8	106	98.9
1,001-10,000	1	1.1	107	100
10,001-100,000				
100,001-1,000,000				
Total	107	100.0	-	-

## 2. 대장균수

관내 2개 작업장에서 소 107, 돼지 153건의 시료를 채취하여 대장균검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 소의 대장균수는 A작업장의 경우 하절기인 7월에 최대치를 나타내었으나 B작업장의 경우에는 3월에 최대치를 나타내었다. 이는 작업물량이 많은 A작업장에는 하절기에 구조적인 문제점이 있는 것으로 나타났으며 B작업장의 경우에는 해동기에 위생관리를 소홀했던 탓으로 사료된다. 대장균의 수적 분포를 보면 Table 6과 같이 소의 경우 3이하가 41%, 1-10주 34.6%, 11-100주가 20.5%이며 100주 이상으로 기준을 초과한 경우는 4건으로서 3.9%를 나타냈다. 돼

**Table 7.** Monthly distributions of *E. Coli* count in pork

Month	Abottior	
	cfu/cm <sup>2</sup>	
	A	B
1	3.27±0.62	0.38±0.40
2	2.88±0.32	2.98±0.15
3	2.99±0.84	4.34±1.98
4	2.35±0.78	0.90±0.27
5	0.70±0.32	1.16±0.29
6	2.50±0.62	2.29±0.47
7	2.67±0.91	2.56±0.85
8	1.59±0.70	1.08±0.68
9	1.64±0.40	1.50±0.41
10	1.56±0.74	0.49±0.42
11	1.26±0.35	0.37±0.39
12	0.47±0.43	0.55±0.55
Mean	1.99±0.58	1.55±0.57

Values are expressed as means±S.D. of log No of *E. coli* coil counts

**Table 8.** *E. Coli* count in pork from two abattoir

Range (count/cm <sup>2</sup> )	Number of samples	Percent of total	Cumulative number	Cumulative percent
<3	25	16.3	25	16.3
1-10	28	18.3	53	34.6
11-100	45	29.4	98	64
101-1,000	34	22.2	132	86.2
1,001-10,000	20	13	152	99.2
10,001-100,000	0	0	152	99.2
100,001-1,000,000	1	0.8	153	100
Total	153	100.0	-	-

지의 경우는 Table 7과 같이 B작업장의 경우에는 하절기는 물론 3월에도 가장 많이 검출되어 계절별 요인과 작업장에 따른 위생상태의 관리에 문제가 있었음을 보여준다. 검출량에 의한 분포를 보면 Table 8과 같이 3이하가 16.3%, 1-10주가 18.3%, 11-100주가 29.4%, 101-1,000주가 22.2%, 1001-10,000주가 13%이며, 기준초과인 100,000-1,000,000주가 1건으로서 0.8%를 나타내었다. 개체별 최대치를 보면 A작업장의 소 61건중 7월 20일 수거한 소에서  $2 \times 10^2$ cfu/cm<sup>2</sup>와  $1.4 \times 10^2$ cfu/cm<sup>2</sup>가 검출된 것이 각각 1예씩 나타났다. 돼지에서는 88건을 검사한 바 기준이 초과한 경우는 1건도 없었다.

B작업장에 대하여는 소 도체표면에 대하여 46건의

**Table 9.** Correlation of general bacterial count and *E coli* contamination from two abattoirs in beef

Month	log No. of viable cells (cfu/cm <sup>2</sup> )			
	A		B	
	Total viable cells	<i>E. coli</i>	Total viable bacteria	<i>E. coli</i>
1	4.9	0.8	2.6	0.1
2	3.8	0.7	4.4	1.4
3	3.9	0.7	3.8	2.1
4	4.2	0.7	4.6	0.8
5	3.8	0.1	3.4	0.2
6	5.4	0.9	3.7	0.2
7	6.0	2.0	5.6	2.0
8	5.7	0.8	3.9	0.8
9	5.4	1.2	6.3	1.4
10	3.1	0.1	3.6	0.0
11	3.0	0.1	2.7	0.2
12	3.9	0.0	3.9	0.5

\* Corelation coefficient, A: 0.82 B: 0.67

**Table 10.** Comparison of foreign standard on bacterial count

Nations	Count/cm <sup>2</sup> carcass surface	
	Total viable bacteria	<i>E. coli</i> type 1
Australia	776	9(18%)
U.S.A.	475	35(8%)
Canada	nd	13(20%)
Germany	32,000	ND*
New Zealand	457	ND*

\* ND, not determined.

시료를 수거하여 대장균시험은 3월 10일 수거한 소에서  $4.6 \times 10^2$ cfu/cm<sup>2</sup>가 7월 26일 수거한 소에서  $1.1 \times 10^3$ cfu/cm<sup>2</sup>이상으로 검출되었으며 돼지는 65건을 수거 검사한 바 3월 10일 수거한 돼지에서  $1.1 \times 10^5$ cfu/cm<sup>2</sup>가 검출되었다.

소와 돼지의 대장균수의 차이는 18시간이상 예냉과정을 거친 소의 경우가 현저하게 적게 나타났으며 예냉과정을 거치지 않은 돼지의 경우에는 많은 수가 검출되어 지육은 선진국과 같이 일정시간 예냉과정을 거침으로써 대장균수를 감소시킬 수 있다.

전체적으로 기준을 초과한 경우를 보면 소고기시료 107건 중 일반세균 1건, 대장균 4건, 돼지고기시료 153건 중 일반세균 3건, 대장균 1건을 나타냈으며 병

원성세균은 *Sal. enteritidis*, *Sal. typhimurium*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 등 4종에 대해서 각각 89건의 시료를 검사한 바 돼지고기에서 *L. monocytogenes* 만이 1건 검출되었을 뿐 나머지는 전부 음성을 나타내었다.

### 3. 일반세균수와 대장균수간의 상관관계

지육표면의 일반세균수와 대장균수간의 상관관계는 Table 9와 같이 A작업장-소의 경우 0.82, B작업장의 경우는 0.67로 나타났으며, 2개 도축장의 평균치에 대한 상관관계는 소-0.58, 돼지-0.69로서 일반세균수와 대장균수간의 상관관계는 미약하다. 그 원인을 살펴보면 B작업장의 경우 시료건수가 월 1~2회 정도로서 적으며 주로 오염된 도체에 대하여 집중적으로 샘플링 하였으며 특히 대장균의 오염은 주변 환경의 오염에 의한 경우보다는 장내용물에 의한 우발적인 오염된 경우가 많은 것으로 사료된다.

## 결 론

서울시 관내 2개 도축장에서 생산된 소 107두와 돼지 157두의 도체표면에 대하여 월별 세균학적 오염도 조사를 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소 도체표면의 일반세균수는 평균 139,000 cfu/cm<sup>2</sup>를 나타내어 호주 776, 미국 475, 독일 32,000, 뉴질랜드 457보다 상대적으로 높은 수치를 나타내었다.
2. 소 도체표면의 대장균수는 평균 29개를 나타냈으며 양성비율은 시료 107건중 63건으로 59%로서 Table 10의 호주 18%, 미국 35%, 캐나다 20%보다 높은 오염도를 나타내고 있다.
3. 돼지 도체표면의 일반세균수는 평균 303,228 cfu/cm<sup>2</sup>으로 나타냈으며, 돼지 도체표면의 대장균수는 평균 1,080 개를 나타내어 소보다 돼지의 오염도가 훨씬 심한 것으로 나타났다.
4. 일반세균수에 의하여 도축의 등급을 매기는 선진국들과 비교하여 보면 Excellent는 본 실험에서

15.8%로서 미국의 24.6% 와 호주의 30%보다 다소 낮았으나 Acceptable 내에 속하는 누계는 본 실험에서 84.4%, 미국 91.6%, 호주 88%에 비하여 큰 차이가 없었다. 미국과 호주는 Good에 속하는 비율이 69.8%과 67%로 가장 많은 반면 본 실험에서는 상대적으로 Acceptable에 속하는 비율이 35.6%로서 가장 높은 비율을 나타내었다.

## 참 고 문 헌

1. Australian Quarantine and Inspection Service. (May 1999).
2. 이무하: 쇠고기 냉장유통체계 구축 방안. July (1999).
3. 농림부: 고시 제1998-84호. (Dec. 1998).
4. Journal of Food Protection. 62(4):418-425
5. 권창희·윤용덕·정문식: 초산과 식염의 혼합액 세척이 냉장우육의 저온성세균에 미치는 영향, 한국수의공중보건학회지:15(3), (1991).
6. USDA: Nationwide Federal Plant Raw Ground Beef Microbiologica Survey. (April 1996).
7. John C. Brown: What the Heck is an E.coli?. (1999).
8. 이학철외 3인: 동물미생물학. (1892).
9. Journal of Food Protection. 62(3):234-238.
10. Journal of Food Protection. 62(2):146-151.
11. Journal of Food Protection. 63(1):44-50.
12. Journal of Food Protection. 62(2):194-197.
13. FSIS: Fact Sheet: New Technologies. (1999).
14. Steven C. Ingham and David J. Schmidt: Alternative Indicator Bacteria Analyses for Evaluating the Sanitary Condition of Beef Carcasses. (1999).