

소·돼지 도체표면의 미생물학적 고찰

변정옥, 모의원, 문호판, 이양수, 이병동

서울시보건환경연구원 축산물부

Survey on the microbiological quality of meat in Seoul

Jung-Ok Byun, Eui-Won Mo, Ho-Pan Moon,
Yang-Soo Lee, Byung-Dong Lee

Seoul Metropolitan Health & Environment Research Institute

Abstract

This survey was conducted to evaluate the microbiological quality of raw beef and pork products from January to December in 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/cm² 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 130,000cfu/cm² to 400,000cfu/cm².

Qualitative testing for *escherichia coli*, EC + MUG was used as a most probable number (MPN) method along with the petrifilm method. The average of MPN/cm² of *E coli* biotype 1 was 29MPN/cm² for beef carcasses and 1,100 MPN/cm² for hog carcasses, respectively. However, 41% of beef and 16.3% of hog carcasses were shown to be less than < 3 MPN/cm² in *E coli* biotype 1 examination.

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

Key words : Microbiological quality, Raw beef and pork, Most probable number(MPN)

서 론

도축검사의 목적은 병든 동물을 검출하여 불건전한 식육이 소비자의 식탁에 오르지 않도록 하는 것이 주목적이다. 그러나 많은 건강한 동물에서도 일반 및 병원균이 가죽, 피부, 털, 또는 소화기관내에서 질병을 일으키지 않고 정상 세균총으로 존재한다. 도축과정에서 많은 세균들이 제거되지만 완전히 제거되지는 않는다¹⁾.

이러한 잔류 세균들은 조리과정을 거쳐서 거의 사멸되므로 지금까지는 육류에서 미생물의 검사는 그다지 큰 비중을 두지 않았으며 미생물이 검출되더라도 처분을 위한 검사보다는 안전성측면에서의 위생조건에 향상 및 개선을 위한 기초자료로 사용되어왔다.

육류는 많은 수분과 단백질, 지방 등 다양한 영양성분을 함유하고 있어 보존온도에 따라서는 미생물의 발육에 이상적인 배지 역할을 할 수 있다. 도축장에서 도축한 직후 지육의 표면에는 보통 100cfu/cm² 정도의 호기성세균이 존재한다¹⁾. 육류는 냉장 보관하더라도 매 평방미터당 10⁸cfu/cm²의 호기성세균이 증식하여 변질될 때까지 세균수가 증가된다¹⁾. 도축장에서 가축의 도살해체과정, 또는 부분육 공장에서의 발골정형 후 실시되는 식육의 미생물검사에서 총세균수는 낮으면 낮을수록 그 식육은 위생적으로 안전하며, 유통가능기한이 연장되지만 원료육에 총균수가 많으면 그후 유통과정이 아무리 위생적이라 할지라도 유통가능 기한이 연장될 수 없다. 미생물 오염수준, 저장온도(5℃) 및 저장기간의 관계를 보면 오염수준이 10³cfu/cm²에서는 부패 개시일이 12~14일이지만 10⁴cfu/cm²에서는 4~일경부터 부패가 시작되며 미생물이 10⁶cfu/cm²가 되면 1~3일경부터 부패가 시작된다²⁾. 처음에 나타나는 세균은 중온균으로서 *salmonella spp*와 *E coli*를 비롯한 장내세균들이다. 이 세균들은 도체의 표면에 골고루 분포되어 있지 않으므로 시료를 채취하기 위해서는 꺼즈를 대고, 소의 경우는 흉부표면을 포함하여 3 부위에서 골고루 채취하며, 돼지는 복부에서 채취함을 원칙으로 하며 동일한 면을 둔부(ham)와 턱부위(jowl)에서 채취한

다³⁾.

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 분노의 유출에 의한 오염 가능성이 가장 크다²⁾. 세균의 검출률은 도축과정에서의 위와 같은 오염도 중요하지만 도축전의 동물의 오염상태에 따라 영향을 받는다. 이러한 오염은 철저한 생체검사 및 해체검사를 통한 위생관리 원칙을 지킴으로써 어느 정도 줄일 수 있다.

고품질의 육류가 소비자에게 품질 저하없이 위생적으로 안전하게 전달되기 위해서는 도축 즉시 예냉하여 빙점(-2℃)에 가까운 온도로 낮추어야 하며, 유통의 모든 단계에서 온도의 변화폭이 3℃ 이내이어야 한다는 것이 냉장유통의 기본원칙이다. 일본이나 EC국가에서는 도축장에서 출고되는 소의 도체 및 부분육은 심부온도가 7℃이하이어야 하며, 미국에서는 도축 후 5시간 이내에 도체의 표면온도가 10℃이어야 되며 도축 후 24시간 이내에 심부온도가 4.4℃이어야 한다는 규정이 있다. 이 규정이 엄격하게 준수됨으로써 선진외국에서는 생산되는 쇠고기의 냉장유통기한이 국내산 쇠고기보다 훨씬 긴 것으로 알려져 있다^{2,4)}. 도축후 예냉실에 보관시에는 중온균의 증식이 억제되므로 도축 후 12시간 이후에 가검물을 채취하더라도 많은 세균이 검출되는 경우는 흔하지 않지만, 반면 0~10℃에서 성장이 방해되지 않는 저온성세균(psychrophiles 또는 psychrotrophic)이 외부환경으로부터 오염될 가능성이 있다⁵⁾.

도축후 예냉실에서 18시간 이상 경과 후 출고되는 소의 경우에는 연간 평균 대장균수가 29MPN/cm²이나 예냉을 거치지 않고 도축당일 출고되는 돼지의 경우는 연간 평균 대장균수가 1,147MPN/cm²으로서 현저하게 많음으로서 냉장온도하에서 대장균의 숫자가 줄어드는 것을 확인할 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 있다¹⁵⁾. 특히 2000년도부터 실시할 예정인 HACCP제도의 근간은 도축장에서 오염원을 사전에 방지하여 대장균 O157:H7과 같은 식중독의 원인균을 도축과정에서부터 차단하자는데 그 의의가 있다. 전 세계적으로 지금까지 도축검사는 주로 육안검사에 주로 의지해왔으나 최근 2~3년 전부터 미국을 비롯한 호주 등 국가에서 HACCP실시의 일환으로 미생물검사를 실시하고 있다. 우리나라에서도 국제적인 추세에 병행하여 최근 도축미생물검사를 실시하고 있으나 도축미생물검사에 관한 기존의 연구논문이나 자료가 부족하여 우선 서울시관내 2개 도축장에서 도축되는 소, 돼지에 대한 오염지표세균(일반세균, 대장균)과 병원성미생물검사를 실시하여 앞으로의 도축위생개선에 기초자료로 사용코자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

서울시 관내 2개 도축장에서 도축되는 소(107두)와 돼지(153두)를 공시재료로 사용하였다.

시료채취방법

도축 후 멸균 꺼즈를 10 ml buffered peptone water(BPW) 희석액에 담근 후 멸균장갑을 끼고 100 cm²용 시료채취틀(template)을 사용 지육 표면중 미생물오염이 가장 많은 3부위에서 시료를 채취하였다. 소는 도축 후 12시간 이상이 경과한 상태에서 예냉실에서 시료를 채취하였고, 돼지는 예냉과정을 거치지 않고 출고됨으로 부득이 당일 작업 후 시료를 채취하였다. 일반세균수와 오염지표세균인 대장균수를 확인하였으며, 식중독 원인균인 대장균 O157:H7, *L monocytogenes*, *S enteritis* 및 *S typhimurium*의 오염 여부를 확인하였다.

세균배양방법

검사방법은 축산물의 가공기준 및 성분규격³⁾ 중 제3. 축산물시험방법, 9. 미생물시험법에 의하여 일반세균수는 표준평판배양법(aerobic plate count)으로 표준한천평판배지에 시료를 혼합 응고시켜 배양 후 형성한 세균의 집락수를 계수하여 시료중의 생균수를 산출하였으며, 대장균수는 최확수법(3개 또는 5개 시험관을 이용한 MPN법)으로 BGLB배지에서 가스생산 양성인 시험관으로부터 EC-MUG배지에 접종하여 44.5°C에서 24시간 배양한 후 자외선조사하에 푸른 형광이 관찰되는 시험관을 대장균 추정시험 양성으로 판정하고, 양성으로 판정된 시험관으로부터 EMB배지 또는 MacConkey agar에 이식하여 37°C에서 24시간 배양하여 전형적인 집락을 확인한 후, 그람염색, IMViC 시험으로 최종 확정하고 최확수표에 근거하여 대장균수를 산출하였다.

결과 및 고찰

일반세균수

일반세균수에 의하여 도축의 등급을 매기는 선진국들과 비교하여 보면 한국이 Table 1과 같이 일반세균수가 1,000cfu 이하인 excellent에 속하는 도체가 15.2%, 1,001-1,000cfu에 속하는 good이 33%, 10,001-100,000에 속하는 acceptable이 35.5%이며 1,000,001 이상으로 바람직하지 않은 도체가 15.5%로 나타났다.

Excellent는 한국이 15.8%로서 미국 24.6%, 호주 30%보다 다소 낮으나 acceptable 내에 속하는 누계는 한국 84.4%, 미국 91.6%, 호주 88%로서 큰 차이가 없으나 미국과 호주는 good에 속하는 비율이 69.8%과 67%로 가장 많은 반면 한국은 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. 작업장별로 보면 A작업장은 하절기인 7월에 가장 많은 세균수를 기록하였으나

Table 1. Grading standard based on bacterial count in meat

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

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.

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

Month	Abottior cfu/cm ²	
	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±SD of log No of viable cell counts

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

Month	Abottior cfu/cm ²	
	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±SD of log No of viable cell counts

개체별 최대치를 보면 A작업장에서 7월 20일 수거한 소 1건에서 일반세균이 8.2×10^6 cfu/cm²로 검출되었으며 돼지에서는 3월 3일 수거한 1건에서 1.5×10^7 cfu/cm²로 최고로 검출되었다. B작업장은 소 도체표면에 대하여 46건의 시료를 수거하여 일반세균을 검사한 바 7월 5일 수거한 1건에서 3.4×10^6 cfu/cm²와 9월 7일 수거한 3건에서 각각 1.7×10^6 cfu/cm², 1.8×10^6 cfu/cm²와 2.2×10^6 cfu/cm²로 집중적으로 과다 검출되었으며 돼지에서는 일반세균이 기준을 초과한 경우는 없었다.

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

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

Species	Days		<i>E coli</i>	
	viable bacteria		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±SD of log No of viable cell counts

3.09±0.71cfu/cm²이지만 토요일에 도축후 36~48시간이 경과한 월요일에 시료를 채취한 경우를 보면 일반세균수가 5.60±1.13cfu/cm²로써 약 3배에 달하여 냉장온도에서 예냉과정을 거치는 경우에도 미생물이 증식하고 있음을 확인 할 수 있었다. 돼지의 경우에는 4.0±0.43과 4.66±1.12cfu/cm²로써 큰 차이가 없었다.

2. 대장균수 : 관내 2개 작업장에서 소 107, 돼지 153건의 시료를 채취하여 대장균검사를 실시한 결과는 Table 5와 같다. 소의 대장균수는 A작업장의 경우 하절기인 7월에 최대치

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

Month	Abottior		cfu/cm ²	
	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±SD of log No of *E coli* counts

Table 6. Monthly distributions of *E Coli* count in pork

Month	Abottior		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±SD of log No of *E coli* counts

를 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 7과 같이 소의 경우 3이하가 41%, 1~10주 34.6%, 11~100주가 20.5%이며 100주 이상으로 기준을 초과한 경우는 4건으로서 3.9%를 나타냈다. 돼지의 경우는 Table 6과 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 2×10²cfu/cm²와 1.4×10²cfu/cm²가 검출된 것이 각각 1예씩 나타났다. 돼지에서는 88건을 검사한 바 기준이 초과한 경우는 1건도 없었다.

Table 7. *E coli* distributions of beef in two abottior

Range (count/cm ²)	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	-	-

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

Range (count/cm ²)	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	-	-

B작업장에 대하여는 소 도체표면에 대하여 46건의 시료를 수거하여 대장균시험은 3월 10일 수거한 소에서 4.6×10^2 cfu/cm²가 7월 26일 수거한 소에서 1.1×10^3 cfu/cm²이상으로 검출되었으며 돼지는 65건을 수거검사한 바 3월 10일 수거한 돼지에서 1.1×10^5 cfu/cm²가 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 병원성세균은 *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 나머지에서 는 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 샘플링하였으며 특히 대장균의 오염은 주변 환경의 오염에 의한 경우보다는 장내 용물에 의한 우발적인 오염된 경우가 많은 것으로 사료된다.

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

Month	log No of viable cells (cfu/cm ²)			
	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

※Correlation coefficient, A : 0.82 B : 0.67

Table 10. Comparison of foreign standard on bacterial count

Nations	Count/cm ² 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.

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/cm²를 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 303,228cfu/cm²으로 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 본실험에서 84.4%, 미국91.6%, 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.

참고문헌

1. Australian Quarantine and Inspection Service. 1999. 호주농림성

2. 이무하. 1999. 쇠고기 냉장유통체제 구축 방안. 축산물 유통업무 관계관 교육자료 : 53~61.
3. 농림부 : 고시 제1998-84호. 12, 1998.
4. G. Tewari, D.S. Jayas. 1999. Centralized Packaging of Retail Meat Cuts : A Review. *J Food Protect* 62(4) : 418~425.
5. 권창희, 윤용덕, 정문식. 1991. 초산과 식염의 혼합액 세척이 냉장우육의 저온성세균에 미치는 영향. *한국수의공중보건학회지* 15(3) : 265~270.
6. USDA : Nationwide Federal Plant Raw Ground Beef Microbiologica Survey. April 1996.
7. Brown JC. 1999. What the Heck is an *E coli*. Sep. 1997. *Bugs in the News* : 1~7.
8. 이학철, 김우호, 서부갑 등. 1982. 동물미생물학. 향문사. 서울 : 95~106
9. John N. Sofos. Gary C. Smith. 1999. Extent of Beef Carcass Contamination with *Escherichia coli* and Probabilities of Passing U.S. Regulatory Criteria. *J Food Protect* 62(3) : 234~238.
10. A Castillo, L.M. Lucia, K.J. Goodson, J.W. Savell. 1999. Decontamination of Beef Carcass Surface Tissue by Steam Vacuuming Alone and Combined with Hot and Lactic Acid Sprays. *J Food Protect* 62(2) : 146~151.
11. R.N.Delmore, Jr. J.N. Sofos, G.R. Schmidt, K.E. Belk et al. 1999. Interventions to Reduce Microbiological Contamination of Beef Variety Meats. *J Food Protect* 63(1) : 44~50.
12. Samuel A. Palumbo. Allan Pickard. Jeffrey E. Call. 1999. Fate of Gram-Positive Bacteria in Reconditioned Pork Processing Plant. *J Food Protect* 62(2) : 194~197.
13. FSIS. 1999. Fact Sheet: New Technologies.
14. Ingham SC, Schmidt DJ. 1999. Alternative indicator bacteria analyses for evaluating the sanitary condition of beef carcasses. *J Food Protect* 63(1) : 51~55.