

## 소와 돼지 도체 표면에 대한 미생물 오염도

김 은<sup>1</sup>, 나인택, 기노준, 이정학

서울특별시보건환경연구원  
(접수 2004. 1. 17, 게재승인 2004. 2. 25)

### Microbiological quality on surfaces of beef and pork carcasses in Seoul

Eun Kim<sup>1</sup>, In-Taek Ra, Rho-Jun Gi, Jung-Hark Lee

Seoul Metropolitan Health & Environment Research Institute, Seoul, 137-734, Korea  
(Received 17 January 2004, accepted in revised form 25 February 2004)

#### Abstract

It was conducted to evaluate the microbiological quality on the surface of slaughtered beef and pork products in Seoul from January 2003 to December 2003. Two hundreds four beefs and 284 pork carcasses were surveyed on generic *E coli*, total bacterial count for microbiological quality, and *Salmonella* spp as food-borne pathogen.

The prevalence of the excellent or good grade( $10^4$  CFU/cm<sup>2</sup> in SPC) of beef and pork carcasses were 99.7% and 97.9%, respectively. The frequency of beef carcasses with less than  $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup> of *E coli* was 100%, while that of pork carcasses was 98.2%. *Salmonella* spp was not recovered from all of beef and pork carcasses.

Key words : *Salmonella* spp, *E coli*, Beef and pork

#### 서 론

근년에 들어 식품의 안전성문제 특히 소, 돼지고기를 비롯한 각종 축산식품에 대한 안전성의 확보문제가 점점 사회 문제로 대두되어 가고 있으나 이를 정부가 식품위생법이나 축산물 가공처리법 등의 규제방법으로 감당하기에는

한계가 있어 이를 타개하는 수단으로 업체가 자율적으로 식품의 안전성을 관리하도록 하기 위한 방법으로 국제식품규격위원회(CAC)의 문서에 HACCP제도가 구체화되었고 또한 EU의 전신인 European Community(EC)에서도 안전한 식품의 생산을 위한 국제표준으로서 HACCP 제도를 적용하였다<sup>1)</sup>. 이에 우리 정부

<sup>1</sup>Corresponding author

Phone : +82-2-570-3236, Fax : +82-2-570-3206

E-mail : eunkim@seoul.go.kr

에서도 축산물위생관리강화의 한 방안으로 도축장에서 HACCP제도를 도입 실시하는 동시에 지난 1998년부터는 본격적으로 국내산 육류에 대한 병원성 미생물 검사를 강화하기 위해 육류중 미생물 검사요령을 고시하였다<sup>2)</sup>.

HACCP을 적용하는 도축장에 있어서의 위해 요소에는 생물학적, 화학적, 물리적 위해요소가 있다. 그러나 도축장에서 생산되는 지육을 포함한 모든 생산물 중에서 가장 중요한 위해요소는 병원미생물로 알려졌다<sup>3)</sup>. 식육을 오염시키는 미생물은 식육에 원래 존재하여 질병을 발병시키는 병원체와 각종 처리과정의 환경으로부터 식육자체에 오염되는 오염 미생물이 있다. 일반적으로 건전한 식육부에는 미생물이 전혀 없거나 소수로 존재하고 있지만, 도살처리 중에 외부로부터 침입되는 경우가 많다. 미생물의 혼입원은 체표, 기구, 기물, 공기 중의 먼지, 사람의 손이나 의복 등의 외부환경으로부터 오염된다. 미생물은 식육의 표면뿐만 아니라 내부에도 침입하며, 또 이들은 냉장온도에서도 생육한다. 식육을 변질시키는 미생물을 부패세균이라 부르며, 이러한 균에 오염되었을 경우에는 시간의 경과에 따라 그 변질정도를 관능적으로 식별이 가능하다. 식육을 오염하는 미생물로서는 *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Flavobacterium*, *Escherichia coli* 등의 세균을 비롯하여, *Penicillium*, *Candida* 등의 곰팡이나 효모들이 있다<sup>4)</sup>.

세균이나 곰팡이가 육의 표면이나 조직 내로 침입하게 되면 식육의 외관, 냄새 및 육색에 이상을 초래할 뿐만 아니라 변패 등 위생상 위해를 일으켜 식용으로 부적당하게 된다. 미생물로부터의 오염을 방지하기 위하여 도축장에서는 위생작업을 통하여 가능한 한 최소한의 저수준의 세균오염에 노출되도록 제한해야 하며, 세균이 위해수준으로 오염되지 않아야 한다. 작업은 또한 오염원으로부터 식육을 보호할 수 있어야 하고, 공정관리시스템은 신선육을 위해 요소로부터 막을 수 있어야 한다. 도축장의 위생 상태나 작업과정을 모니터링하기 위한 지표로서의 필요성<sup>1)</sup> 및 위생적이고 안전한 축산

물을 소비자에게 공급함으로써 시민 보건위생 향상 및 식육의 안전성 확보에 기여하고자 2001년도에 이어 2003년도에도 1월부터 12월 사이에 서울시 관내 HACCP 인증 도축장(농협 서울축산물 공판장)에 도축 출하된 소, 돼지 도체육의 오염지표 미생물(일반세균 및 대장균)과 주요 식중독 원인균을 검사하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

2003년 1월부터 12월까지 서울시 관내 농협 중앙회 서울축산물공판장 소재 도축장에서 도축된 소 284두, 돼지 284두에 대하여 본 실험을 실시하였다.

### 시료채취 및 준비

도축 후 멸균 거즈를 10ml Buffered peptone water(BPW) 희석액에 담근 후 멸균장갑을 끼고 100cm<sup>2</sup>용 시료 채취 틀(template)을 사용하여 지육 표면 중 미생물 오염이 가장 많은 3개부위에서 시료를 채취하였다<sup>5-8)</sup>. 소는 도축 후 12시간 이상이 경과한 상태로 예냉실에서 시료를 채취하였으며, 돼지는 예냉 과정을 거치지 않고 출고됨으로 부득이 당일 작업 후 시료를 채취하였다.

### 오염지표 세균검사

일반세균 및 대장균수 검사는 축산물의 가공 기준 및 성분규격(국립수의과학검역원 고시 제 2000-20호, 2001.1.4)중 제3. 축산물시험방법. 9. 미생물시험법에 의하여 실시하였다.<sup>2)</sup> 일반세균수는 표준평판배양법(Aerobic Plate Count)으로 표준한천평판배지에 시료를 혼합 응고시켜 배양 후 형성한 세균의 집락수를 계수하여 시료 중의 생균수를 산출하였다. 대장균(*generic E. coli*) 수는 최확수법(3개 또는 5개 시험관을 이용한 MPN법)으로 BGLB배지에서 가스 생성 양성인 시험관으로부터 EC-MUG배지에 접종하여 44.5℃에서 24시간 배양한 후 자외선을 조사하여 푸른 형광이 관찰되는 시험관을 대장균

추정시험 양성으로 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.

### Salmonella spp 검사

식중독 원인균 중 *Salmonella* spp 검사는 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림부 고시 제 1998-34호, '98.6.26.)중 축산물 시험방법. 9. 미생물시험법에 준하여 실시하였다. *Salmonella* spp 검사는 시료에 buffered peptone water를 첨가하여 36°C, 18-24시간 배양한 후, 배양액을 TT broth와 RV broth에 첨가하여 각각 36°C 및 42°C에서 20-24시간 동안 증균 배양하였다. 증균 배양액을 BS agar 및 XLD agar에 접종 배양한 후, 황화수소(H<sub>2</sub>S)를 산생하는 무색집락을 취하여 TSI agar에 천자 배양하였다. TSI 검사결과 살모넬라균으로 추정되는 균에

대해 그람염색성, IMViC test, urease 시험 등의 생화학적 검사를 실시하였다. 생화학적으로 확인된 살모넬라균은 혈청학적 검사(O항원 및 H항원 응집반응)를 실시하여 혈청형을 결정하였다.

## 결 과

### 일반세균 오염도

소 284두를 대상으로 오염지표미생물 중 일반세균수를 검사한 결과는 Table 1과 같다. 일반세균수의 검출 결과에 의하여 도축의 등급을 매기는 선진국의 기준<sup>10)</sup>과 비교하면 10<sup>3</sup> CFU/cm<sup>2</sup> 이하인 excellent에 속하는 도체가 62.7%, 10<sup>3</sup>-10<sup>4</sup> CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 Good이 37.0%, 10<sup>4</sup>-10<sup>5</sup> CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 acceptable이 0.3%이며 10<sup>5</sup> CFU/cm<sup>2</sup>이상인 undesirable는 없는 것으로 나타났다.

돼지 284두를 대상으로 오염지표미생물 중

Table 1. Grading standard based on bacterial count in beef surfaces

Range, CFU*/cm <sup>2</sup>	No of Sample	% of Total	Cumulative %	Grade**
< 10 <sup>2</sup>	55	19.4	19.4	Excellent
10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	123	43.3	62.7	Excellent
10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	105	37.0	99.7	Good
10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	1	0.3	100.0	Acceptable
Total	284	100.0	100.0	

\* CFU : Colony Forming Unit

\*\* : Australian Quarantine and Inspection Service. 1999.

Table 2. Grading standard based on bacterial count in pork surfaces

Range, CFU/cm <sup>2</sup>	No of Sample	% of Total	Cumulative %	Grade
< 10 <sup>2</sup>	49	17.2	17.2	Excellent
10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	103	36.3	53.5	Excellent
10 <sup>3</sup> - 10 <sup>4</sup>	126	44.4	97.9	Good
10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	6	2.1	100.0	Acceptable
Total	284	100.0	100.0	

일반세균수를 검사한 결과는 Table 2와 같다. 선진국의 기준과 비교하면  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하인 excellent에 속하는 도체가 53.5%,  $10^3$ - $10^4$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 Good이 44.4%,  $10^4$ - $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 acceptable이 2.1%이며  $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>이상인 undesirable는 없는 것으로 나타났다.

### 일반세균수의 연도별 변화

1999년부터 2003년까지 2년마다 실험한 결과 소와 돼지의 도체표면에서 검출된 일반세균수에 대한 등급별, 연도별 변화 추이는 Fig 1에 나타내었다. 선진국의 기준과 비교하면  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하인 excellent에 속하는 도체가 1999년 15.8%, 2001년에 70.4%로 증가하였다가 2003년에는 58.1%로 감소한 반면,  $10^3$ - $10^4$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 good은 1999년 33%에서 2001년 19.8%로 감소한 후 2003년에 다시 40.7%로 증가하는 추세를 보였다.  $10^4$ - $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 acceptable은 1999년 35.6%, 2001년 9.8%, 2003년 1.2%이고,  $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> 이상인 undesirable은 1999년 15.6%, 2001년과 2003년은 검출되지 않았다.

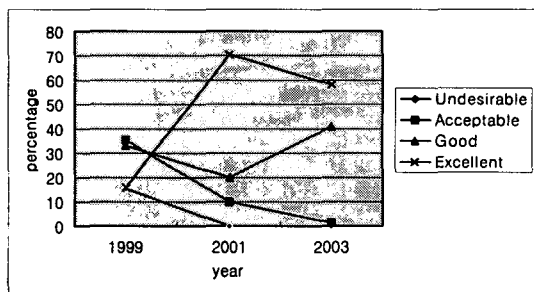


Fig 1. Biennial distribution rates of grading standard based on bacterial count in meat in Seoul from 1999 to 2003.

### 대장균 오염도

소의 도체표면의 대장균수는 Table 3과 같다.  $10$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하의 도체가 51.4%,  $10$ - $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 도체가 48.6%이고  $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>을 초과하는 도체는 없는 것으로 조사

되어 농림부 도축장검사 권장기준인  $100$  CFU를 초과한 경우는 한 건도 없었다.

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

Range (CFU/cm <sup>2</sup> )	No of samples	%
< 10	146	51.4
10 - 10 <sup>2</sup>	138	48.6
> 10 <sup>2</sup>	0	0
Total	225	100.0

돼지의 도체표면의 대장균수는 Table 4와 같다.  $10$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하의 도체가 22.5%,  $10$ - $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>에 속하는 도체가 75.7%이고  $10^2$ - $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup>인 도체는 1.8%로 조사되어 농림부 권장기준 이하인  $10,000$ 을 초과하는 도체는 없었다.

소 284두 및 돼지 284두의 도체표면에서 식중독 원인균인 *Salmonella enteritidis* 및 *S typhimurium* 검사결과는 도축 검체 모두에서 검출되지 않았다.

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

Range (CFU/cm <sup>2</sup> )	No of samples	%
< 10	64	22.5
10 - 10 <sup>2</sup>	215	75.7
10 <sup>2</sup> - 10 <sup>3</sup>	5	1.8
Total	225	100.0

## 고찰

소득수준의 향상과 수입개방에 따라 식품에 대한 소비자의 기호가 고급화, 다양화되고 나아가 식생활의 여건이 좋아지면서 점차 건강 지향적으로 고품질, 안정성에 관한 요구가 증가하고 있다

식육의 오염은 식육의 공급원이 되는 가축으

로부터, 각종 처리과정의 환경으로부터 오염이 발생하게 된다. 일반적으로 오염 미생물은 도살 처리중 외부로부터 침입되는 경우가 많은데 도살과정중의 작업환경, 작업자, 작업도구, 작업대 등에 내재되어 있던 미생물에 의한 피할 수 없는 오염은 유통 기간중 신선육의 부패와 품질악화의 주된 요인으로 분석된다. 도축 처리 공정에서 식중독 세균의 오염은 방혈, 박피, 절단 과정중의 도체의 피부, 발굽, 털과 장 내용물, 내장을 적출하는 공정 등이 주 오염원으로 작용한다.

미생물에 의한 식육의 오염은 식육제품의 처리가공과 품질관리면에서 가장 중요한 문제로 전 세계적으로 HACCP실시의 일환으로 미생물 검사를 실시하고 있으며, 선진국에서는 도체표면에서 측정된 일반세균수에 의해 도축의 등급을 매기고 있다<sup>10)</sup>. 이에 본 실험에서도 1999년부터 격년제로 서울시 관내 도축장에서 도축되는 소와 돼지의 도체 표면에서 오염지표세균과 사람에게 식중독을 유발하는 원인균을 검사하고자 하였다.

본 실험의 일반세균수는 선진국 등급기준인 excellent에 속하는 도체가 소는 62.7%, 돼지는 53.5%이고 good에 속하는 것은 소 37%, 돼지 44.4%이며 acceptable은 소가 0.3% 돼지가 2.1%로 나타났다. 이는 excellent의 경우 미국 24.6%, 호주 30%<sup>10-12)</sup> 변 등<sup>13)</sup>의 15.8%보다 월등히 높은 수치를 나타냈고, 김 등<sup>14)</sup>의 52%과는 비슷한 결과를 보였으며 나 등<sup>1)</sup>의 소 72%, 돼지 68.8%보다는 다소 낮은 수치를 보였다. 본 실험에서 소, 돼지 도체 모두가 미생물 오염의 허용기준이 될 수 있는 acceptable 범위 내에 속하는 결과를 보여 미국 91.6%, 호주 88%,<sup>10-12)</sup> 변 등<sup>13)</sup>의 84.4%, 김 등<sup>14)</sup>의 92%에 비하여 높게 나타났다. 또한 서울시 관내 도축장에서 채취한 시료를 사용한 나 등<sup>1)</sup>과는 같은 결과를 보였다. 이는 서울시 관내 도축장을 대상으로 1997년부터 도체표면에서 오염지표미생물 검사와 병원성 미생물 검사의 지속적인 실시와 철저한 관리 때문으로 사료된다.

대장균수는 본 실험에서 10 CFU/cm<sup>2</sup> 이하가 소는 51.4%, 돼지는 22.5%로 김 등<sup>15)</sup>의

40%보다 소는 높고 돼지는 낮게 나왔다. 그리고 소가 돼지보다 높게 나타났는데, 이는 소 도체 채취과정에서 12시간 이상의 예냉과정이 포함되었기 때문으로 생각된다. 즉 대장균수의 감소를 위해서는 선진국에서 실시하고 있는 식육의 일정시간 예냉과정이 포함되어야 할 것으로 판단되었다.

축산물을 통해 인체에 감염을 일으킬 수 있는 식중독 원인균 중 살모넬라균에 의한 식중독은 1988년 독일에서 처음 보고된 후 북미, 유럽 등 전 세계적으로 급격히 발생이 증가하여 공중위생상 극히 심각한 문제가 되고 있다. 살모넬라는 각종 농축산물과 가공식품에 의해 전파되며, 특히 인수공통감염에 의해 감염되기도 한다. 본 실험에서는 대표적인 식중독 원인균인 살모넬라균을 검사하였으나 소, 돼지의 모든 도체에서 검출되지 않았다. 이는 김 등<sup>14)</sup>이 보고한 병원성미생물인 *S enteritidis*, *S typhimurium*, *E coli* O157:H7 및 *L monocytogenes*가 분리되지 않은 결과와 일치하였다. 그러나 소, 돼지 도체가 대표적인 축산물이고 소비자에게 위생적 안정성을 제공하기 위해서는 식중독원인균의 지속적인 검사가 요구될 것으로 본다.

1999년부터 2003년까지 2년마다 실험한 결과 소와 돼지의 도체표면에서 검출된 일반세균수에 대한 등급별, 연도별 변화는 excellent에 속하는 도체가 1999년 15.8%, 2001년에 70.4%로 증가하였다가 2003년에는 58.1%로 감소한 반면, good은 33%에서 19.8%로 감소한 후 다시 40.7%로 증가하였다. 안전등급이라 할 수 있는 good 이상의 등급이 1999년 48.8%에서 2001년 90.2%, 2003년에는 98.8%로 계속 증가추세를 보여 바람직한 결과를 도출할 수 있었다. 미생물 오염량과 오염 미생물의 종류는 도살방법에는 크게 영향을 받지 않으며, 주로 도살 후의 처리방법에 가장 큰 영향을 받는다. 따라서 도축장의 위생관리가 중요하며, 작업장은 항상 청결을 유지하여야 하고, 칼 등 사용도구는 가능한 한 깨끗하게 세척하여 오염을 방지하여야 하며 소독 후 사용하는 것이 바람직한 방법일 것이다. 또한 도축장에 근무하는 관리자나 방

문자는 식육을 오염시키지 않도록 건강상태 유지와 청결한 개인 위생관리를 철저히 하여야 할 것이다. 이 모든 것이 이루어질 때 축산물에 대한 품질의 위생적 안정성이 보장될 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

2003년 1-12월까지 서울시내 농협중앙회 서울축산물공판장 소채 도축장에서 도축된 소 284두와 돼지 284두의 도체 표면에 대하여 일반세균수 및 대장균 등 오염지표세균과 식중독 원인균인 *Salmonella* spp균을 검사한 결과, 소 도체표면의 일반세균수(CFU/cm<sup>2</sup>)는 10<sup>3</sup> 이하인 도체가 62.7%, 10<sup>3</sup>-10<sup>4</sup>의 범위가 37.0%, 10<sup>4</sup>-10<sup>5</sup>에 속하는 것이 0.3%이며 10<sup>5</sup> 이상은 없는 것으로 나타났고, 돼지 도체표면의 일반세균수는 10<sup>3</sup> 이하인 도체가 53.5%, 10<sup>3</sup>-10<sup>4</sup>의 범위가 44.4%, 10<sup>4</sup>-10<sup>5</sup>에 속하는 것이 2.1%이며 10<sup>5</sup> 이상은 없는 것으로 나타났다.

또한, 소 도체표면의 대장균수는 10 이하의 도체가 51.4%, 10-10<sup>2</sup>에 속하는 도체가 48.6%이고 10<sup>2</sup>을 초과하는 도체는 없는 것으로 조사되어 모든 도체가 농림부 권장기준 이하인 100 이하에 포함되었고, 돼지 도체표면의 대장균수도 10 이하의 도체가 22.5%, 10-10<sup>2</sup>에 속하는 도체가 75.7%이고 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup>에 속하는 것이 1.8%로 조사되어 농림부 권장기준 이하인 10,000을 초과하는 도체는 없었으며, 식중독 원인균인 *S. enteritidis* 및 *S. typhimurium*은 모든 소 및 돼지 검체에서 검출되지 않았다.

## 참고문헌

1. 나인택, 조미영. 2002. 소와 돼지 도체육 표면에서의 미생물 오염도 및 병원성 미생물 검색. 한가위지 제25권 제1호 9-14
2. 농림부. 2001. 식육중미생물검사요령, 농림부 고시 제 2001-6호.
3. 이병철. 2003. HACCP의 이해. 한국식품경

- 영개발 2 : 8.
4. 김재학. 1997. 축산물의 미생물 오염방지대책, 2차적 병원미생물의 오염. 농촌진흥청수의과학연구소.
5. 이학철, 김우호, 서부갑. 1892. 동물미생물학. 향문사. 95-106.
6. Delmore RN, Sofos JN, Schmidt GR, et al. 1999. Interventions to reduce microbiological contamination of beef variety meats. *J Food Protect* 63(1) : 44-50.
7. Samuel AP, Allan P, Jeffrey E, et al. 1999. Fate of Grampositive Bacteria in Reconditioned Pork Processing Plant. *J Food Protect* 62(2) : 194-197.
8. USDA. 1999. FSIS. Fact Sheet : New Technologies.
9. 호주농림성. 1999. Australian Quarantine and Inspection Service.
10. 나인택, 임홍규, 조미영, 이양수, 이병동. 2001. 소와 돼지 도체육 표면에서의 미생물 오염도 및 병원성 미생물 검사. 서울특별시 보건환경연구논문집. 37 : 420-425.
11. John NS, Gray CS. 1999. Extent of beef carcass contamination with *Escherichia coli* and probabilities of passing U.S. regulatory criteria. *J Food Protect* 62(3) : 234-238.
12. Castillo A, Lucia LM, Goodson KJ, et al. 1999. Decontamination of beef carcass surface tissue by steam vacuuming alone and combined with hot and combined with hot and lactic acid sprays. *J Food Protect.* 62(2) : 146-151.
13. 변정옥, 모의원. 2000. 소 돼지 도체표면의 미생물학적 고찰. 한가위지 23(2) : 105-112.
14. 김은주, 강원명. 2000. 도축과정 중 식육의 미생물오염도 실태조사. 한가위지 23(4) : 361-366.