

## 돈육의 생산과정별 미생물 오염도 현황 조사

축산물위생검사소

정경태 · 이우원 · 노은미 · 김선자 · 이강록 · 김근규

### Microbiological Quality of Pork Meat in The Stage of Slaughter Process

*Division of Veterinary Service Laboratory*

Kyung-Tae Chung, Woo-Won Lee, Eun-Mi Noh,  
Sun-Ja Kim, Gang-Rog Lee and Geun-Kyu Kim

#### Abstract

Bacteria on the surface of the meat monitored to investigate the relationships between microbiological quality and some environmental factors in slaughter process of pigs. Total bacterial cell count of  $10^4$  CFU/cm<sup>2</sup> and over on the surface of pork body were detected from all tested(239 pigs) at the preceding slaughter. In the body surface of the skin-peeled pigs, distribution rates of total bacterial cell count of less than  $10^3$  as excellent grade,  $10^3 \sim 10^4$  as good grade,  $10^4 \sim 10^5$  as acceptable grade and over than  $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> as undesirable grade were 46.9%, 31.8%, 15.1% and 6.2%, respectively. In the abdominal cavity after extraction of internal organs, distribution rates of total bacterial cell count of excellent grade, good grade, acceptable grade and undesirable grade were 53.1%, 31.0%, 12.1% and 13.8%, respectively. *Escherichia coli* of  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup> and over on the surface of pork body were detected from all tested(239 pigs) at the preceding slaughter. In the body surface of the skin-peeled pigs, distribution rates of *E. coli* of less than  $10^1$ ,  $>10^1 \sim 10^2$ ,  $>10^2 \sim 10^3$  and over than  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup> were 41.0%, 41.9%, 15.0% and 2.1%, respectively. In the abdominal cavity after extraction of internal organs, distribution rates of *E. coli* of less than  $10^1$ ,  $10^1 \sim 10^2$ ,  $>10^2 \sim 10^3$  and over than  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup> were 45.2%, 40.2%, 9.2% and 3.4%, respectively. Two strains of *Salmonella derby* were isolated in abdominal cavity.

**Key words** : pork meat, slaughter process, bacterial count, *E. coli*

## 서 론

최근 국민소득의 증대에 따른 사회의 급격한 발전과 함께 국민들의 식생활 수준 향상으로 축산물의 소비량이 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 따라 축산물의 소비 형태도 양위주의 과거 형태를 벗어나 고품질의 위생적인 축산물을 선호하는 등 우리의 식생활에 대한 인식도에 큰 변화가 일고 있다.

특히, 최근 유럽의 광우병 파동과 함께 지난해의 다이옥신 파동을 비롯하여 대장균 O157:H7 사건 등으로 인해 축산물의 위생 및 안전성 확보를 위한 소비자의 관심이 날로 증대되고 있다. 이에 축산물의 생산·가공·유통의 전 단계를 통해 발생할 수 있는 위해요인을 사전에 파악 효과적인 대처를 통해 이를 예방하는 것이 시급한 과제이며, 이를 위해서는 우선 출하에서 도축 단계까지의 생산과정이 오염원 차단에 중요한 요인이라 하겠다. 이에 농림부는 2000년 10월부터 전국의 도축·도계장을 대상으로 HACCP(hazard analysis and critical control point, 위해요인중점관리)제도의 시행을 공포한 바 있다.

축산물에 의해 발생하는 식중독의 주요 원인체는 *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* sp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* 및 *Bacillus* sp. 등 수십종에 이르며, 매년 전세계적으로 발생되고 있는 실정이다<sup>1, 2)</sup>.

도축 전 가축의 체내 외에 존재하는 식

중독 원인체의 대부분은 도축 처리과정과 가공과정에서 대부분 제거되지만 일부는 여전히 남아 식중독을 야기하기도 한다<sup>3)</sup>. 또한 도축 후 지육의 표면에 존재하는 세균의 증식은 식육의 보존성과 밀접한 관계가 있으며, 이는 유통기간의 단축에도 직접적인 영향을 줄 수 있으므로 가축의 분변이나 도축기구의 위생적인 관리를 통한 2차적인 오염의 방지는 필수적이라 하겠다<sup>4)</sup>.

이에 국내에서도 도축 도계장을 대상으로 식육의 미생물 오염도 조사를 실시하고 있으나 이에 대한 광범위한 자료의 축적이 미비한 실정이다.

따라서 본 조사에서는 관내 도축장에서 도축되는 돼지에 대하여 도축 단계별(1단계:도축 전 체표, 2단계:박피 후 체표, 3단계:내장적출 후 복강 내부, 4단계:도축 후 지육)로 미생물의 오염도를 조사하여 오염원의 차단을 위한 기초자료로 활용하기 위해 다음의 시험을 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시료채취 및 세균분리

본 시험에 사용된 시료는 부산광역시 관내 도축장에서 도축되는 돼지(239두)를 무작위 선정하여 돼지의 도축 전 체표, 박피 후 체표, 내장적출 후 복강 내부 및 도축 후 지육 등 생산단계별로 각각 시료를 채취하여 오염 지표 미생물검사와 병원성 미생물의 분리를 실시하였다.

시료채취는 도축 전 체표, 박피 후 체표, 내장적출 후 복강 내부는 멸균 면봉을 인산염완충희석액 (Butterfield's phosphate buffered dilution water : BPD)에 적신 후 각각 100cm<sup>2</sup>의 표면을 수 차례 도말(swab) 하여 10ml의 BPD가 담겨진 멸균시험관에 넣어 저온상태로 옮겨 시험에 사용하였다. 도축 후 지육은 복부, 둔부 등에서 일정량을 채취 멸균시료봉지에 넣어 저온상태로 옮겨 시험에 사용하였다. 병원성미생물은 같은 방법으로 *Salmonella* sp.를 분리하기 위해 Buffered peptone water(BPW)에, *Listeria monocytogenes*를 분리하기 위해 PALCAM broth에 넣어 시험에 사용하였다<sup>6)</sup>.

## 2. 오염지표미생물 시험방법

일반세균수 : 시험시료를 10배 계단희석 하고, 이 희석액 1ml를 멸균 petri dish에 접종한 후 표준천평판배지(plate count agar) 약 15ml를 무균적으로 분주한 후 혼합 응고시켰다. 응고된 평판은 35±1℃에서 약 48시간 배양하여 집락수가 25~250개인 평판을 택하여 집락수를 계산하였고, 3회 반복 평균치를 산출하였다.

대장균수 : 일반세균수와 동일한 방법으로 희석액을 접종하고 EC-MUG agar 약 15ml를 무균적으로 분주한 후 44.5℃에서 24시간 배양 후 자의선 하에서 형광이 관찰되는 집락을 계수하여 대장균수를 산출 하였다<sup>6)</sup>.

## 3. 병원성 미생물시험방법

*Salmonella* sp.를 분리하기 위하여 시료를 10ml의 BPW에 넣고 37℃에서 16시간 배양 후 이 배양액 1ml를 10ml의 Rappaport Vassiliadis broth 또는 Tetrathionate broth에 접종 각각 42℃, 37℃에서 18~24시간 증균 하고, XLD와 SS agar에 도말 37℃에서 24시간 배양 후 의심 집락을 선택 TSI agar에 배양 생화학적 검사 및 혈청학적 검사를 실시하였다.

*Listeria monocytogenes*의 분리를 위해 시료 1ml를 10ml의 PALCAM broth에 넣고 30℃에서 24시간 배양 후 이를 PALCAM agar 또는 Oxford agar에 도말 35℃에서 24~48시간 배양하고 의심 집락을 선택 확인시험을 실시하였다<sup>6)</sup>.

# 결 과

## 1. 오염지표 미생물시험

관내 도축장에서 무작위 선정된 돼지 239두에 대하여 도축 전 체표, 박피 후 체표, 내장적출 후 복강내부 및 도축 후 지육 등 도축단계별로 오염지표미생물인 일반세균 수 및 대장균수를 검사한 결과는 다음과 같다.

일반세균수의 경우 도축 전 체표에서는 Table 1에서와 같이 전두수 10,000CFU/cm<sup>2</sup> 이상으로 심하게 오염되어 있었으며, 박피 후 체표에서는 Table 2에서와 같이 선진국 기준의 1000CFU/cm<sup>2</sup>이하인 excellent 등급이 47%, 1,000~10,000CFU/cm<sup>2</sup>의 good 등급이

32%, 10,000~100,000CFU/cm<sup>2</sup>의 acceptable 등급이 15% 및 100,000CFU/cm<sup>2</sup> 이상의 undesirable 등급은 6%로 조사되었다.

내장적출 후 복강내부에서는 Table 3에서와 같이 1,000CFU/cm<sup>2</sup> 이하의 excellent 등급이 53%, 1,000~10,000CFU/cm<sup>2</sup>의 good 등급이 31%, 10,000~100,000CFU/cm<sup>2</sup>의 acceptable 등급이 12%였고, 100,000CFU/cm<sup>2</sup> 이상의 undesirable 등급은 4%로 조사되었다.

도축 후 지육에서는 전두수 100CFU/cm<sup>2</sup> 이하로 excellent 등급으로 조사되었다.

대장균수의 경우 농림부 검사권장기준으로 조사한 결과 도축 전 체표에서는 Table

4에서와 같이 전두수 1,000CFU/cm<sup>2</sup> 이상으로 심하게 오염되어 있었으며, 박피 후 체표에서는 Table 5에서와 같이 1~10CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 41%, 10~100CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 42%, 100~1,000CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 15% 및 1,000~10,000CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 2%로 전두수 농림부 검사권장기준인 10,000CFU/cm<sup>2</sup>를 초과하는 경우는 없었다. 내장적출 후 복강내부에서는 Table 6에서와 같이 1~10CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 45%, 10~100CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 40%, 100~1,000CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 9% 및 1,000~10,000CFU/cm<sup>2</sup>의 범위가 5%로 전두수 농림부 검사권장기준인 10,000CFU/cm<sup>2</sup>를 초과하는 경우는 없었다.

Table 1. Distribution rates of total bacterial cell count the preceding slaughtered in pork body surface

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive(%)	Cumulative %	Grade
Over than 10 <sup>5</sup>	239(100.0)	100.0	Undesidrabale

Table 2. Distribution rates of total bacterial cell count the slaughtered in pork body surface

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive(%)	Cumulative %	Grade
Less than 10 <sup>3</sup>	112(46.9)	46.9	Excellent
10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>	76(31.8)	78.7	Good
10 <sup>4</sup> ~10 <sup>5</sup>	36(15.1)	93.8	Acceptable
Over than 10 <sup>5</sup>	15( 6.2)	100.0	Undesidrabale

Table 3. Distribution rates of total bacterial cell count the slaughtered in pork abdominal cavity

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive(%)	Cumulative %	Grade
Less than 10 <sup>3</sup>	127(53.1)	53.1	Excellent
>10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>	74(31.0)	84.1	Good
>10 <sup>4</sup> ~10 <sup>5</sup>	29(12.1)	96.2	Acceptable
Over than 10 <sup>5</sup>	9( 3.8)	100.0	Undesidrabale

Table 4. Distribution rates of *E. coli* count the preceding slaughtered in pork body surface

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive	%
Over than 10 <sup>3</sup>	239	100.0

Table 5. Distribution rates of *E. coli* count slaughtered in pork body surface

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive	%
1~10	98	41.0
> 10~10 <sup>2</sup>	100	41.9
> 10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	36	15.0
> 10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>	5	2.1

Table 6. Distribution rates of *E. coli* count the slaughtered in pork abdominal cavity

Range(CFU/cm <sup>2</sup> )	No of positive	%
1~10	108	45.2
> 10~10 <sup>2</sup>	96	40.2
> 10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>	22	9.2
> 10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup>	8	3.4

## 2. 병원성 미생물시험

병원성 미생물은 *Salmonella enteritidis*, *S. typhimurium* 등의 *Salmonella* sp. 와 *Listeria monocytogenes*에 대하여 검사한 결과 다른 단계의 작업과정에서는 검출되지 않았으나 내장적출 후 복강내부에서 *Salmonella derby* 2균주가 검출되었다.

## 고 찰

도축 전 가축의 체내·외에 존재하는 식중독의 원인체의 대부분은 도축 처리과정과 가공과정에서 대부분 제거되지만 일부는

여전히 남아 식중독을 일으키기도 한다. 또한 미생물의 오염은 식육제품의 가공처리와 품질관리 측면에서 매우 중요한 문제로 이는 식육의 보존성 및 유통기간의 단축에도 직접적인 영향을 줄 수 있다<sup>2, 2)</sup>. 이에 미국을 비롯한 많은 나라에서는 도체 표면에서 오염지표미생물인 일반세균수를 측정 도체의 등급을 정하고 있으나 국내에서는 아직 이를 적용시키지 못하고 있으며, 단지 일부분의 식육에 대하여 모니터링검사를 실시하고 있는 실정이다.

대부분의 건강한 돼지에서도 도축 전 체표나 분변 등의 검사를 통해 볼 때 사육장 주변의 환경요인에 의하여 대장균이나 일

반세균에 노출되어 있으며, 도축과정에서 위생적인 처리를 하는 경우도 완전한 무균 상태를 유지할 수 없으며 대개 100~1,000 CFU/cm<sup>2</sup> 정도의 일반세균이 존재한다. 세균의 종류와 세균수는 계절적 요인이나 도축과정, 개체의 건강상태 등에 따라 달라지지만 도축과정에서 도축에 사용되는 기구나 세척수 등을 통하여 오염이 이루어지고 있으며, 아직까지 완벽한 시설을 갖추지 못한 우리나라 도축장의 시설문제도 많은 오염원이 된다고 판단된다. 따라서 대부분의 선진국에서 실시하고 있는 HACCP의 실시가 필수적이라 하겠다. 본 조사에서는 도축단계별로 일반세균수, 대장균수 등 오염지표 미생물의 검사와 아울러 병원성미생물인 *Salmonella* sp.와 *Listeria monocytogenes*의 검사를 실시한 바 일반세균수는 도축 전 체표에서 100%, 박피 후 체표에서는 excellent 등급이 46.9%, good 등급이 31.8%, acceptable 등급이 15.1% 및 undesirable 등급이 6.2%로 acceptable 이상 등급의 경우 93.8%로 미국의 92%나 호주의 88% 등 선진국의 경우와 별다른 차이를 나타내지 않았으나 excellent, good 등급의 경우 다소의 차이가 인정된다.

대장균수에서는 일반세균수와 큰 차이는 나타나지 않았다.

병원성 미생물인 *Salmonella*속균의 경우 사람이나 가축에서 주로 패혈증이나 설사 등을 유발하는 장내세균으로<sup>2)</sup> 여러 가지 혈청형으로 분류할 수 있으나 본 조사에서는 *S. enteritidis*와 *S. typhimurium*의 분리에 주력하였던 바 도축 전, 도축 후 체표, 도축

후 지육에서는 분리되지 않았고, 내장적출 후 복강 내부에서 *S. derby* 2균주가 분리되었는데 이는 내장적출과정에서 분변이나 기타 다른 요인에 의한 오염으로 사료된다.

*L. monocytogenes*의 경우 각 도축단계별 과정에서 분리되지 않았다.

이상의 내용을 종합해 볼 때 일반세균이나 대장균의 경우 도축 전 체표에서 100% 분리율을 보여 분변 등에 직접 노출된 것으로 사료되며, 박피 후에도 적은 수이나마 검출됨을 볼 때 도축 전 깨끗한 물로 체표면을 세척하는 등 위생적 처리에 신경을 써야 할 것이며, 도축 시 사용되는 기구의 소독과 작업장 청결유지 등을 통하여 어느 정도 오염원을 차단 할 수 있을 것이며<sup>3)</sup>, 작업원의 위생개념 제고가 무엇보다 중요하다고 하겠다.

## 결 론

본 조사는 2000년 1월부터 12월까지 부산광역시 관내 도축장에서 무작위 선정된 돼지(239두)에 대하여 각 작업단계별 오염 지표 미생물검사 및 병원성 미생물의 분리율 시도하였던 바 다음과 같은 성적을 얻었다.

오염지표 미생물인 일반세균수는 도축 전 체표에서 100% 검출되었으며, 박피 후 체표에서 10<sup>3</sup>CFU/cm<sup>2</sup> 이하가 46.9%, 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>이 31.8%, 10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>이 15.1% 및 10<sup>5</sup>이상이 6.2%로 조사되었다. 내장적출 후 복강 내부에서는 10<sup>3</sup>CFU/cm<sup>2</sup> 이하가 53.1%, 10<sup>3</sup>~

$10^4$ 이 31.0%,  $10^4 \sim 10^5$ 이 12.1% 및  $10^5$ 이상이 3.8%로 조사되었다.

도축 후 지육에서는 전두수  $10^2$  이하로 조사되었다.

내장균수는 도축 전 체표에서 100% 검출되었으며, 박피 후 체표에서는  $1 \sim 10$  CFU/cm<sup>2</sup>가 41%,  $10 \sim 10^2$ 이 41.9%,  $10^2 \sim 10^3$ 이 15.0% 및  $10^3 \sim 10^4$ 이 2.1%로 조사되었으며, 내장적출 후 복강 내부에서는  $1 \sim 10$  CFU/cm<sup>2</sup>가 45.2%,  $10 \sim 10^2$ 이 40.2%,  $10^2 \sim 10^3$ 이 9.2% 및  $10^3 \sim 10^4$ 이 3.4%로 조사되었으며, 지육에서는 전두수  $1 \sim 10$ 으로 조사되었다.

병원성미생물은 내장적출 후 복강 내부에서 *S. derby* 2균주가 분리되었다.

### 참고문헌

1. 정석관, 정병열. 식품관련 유해미생물의 특성. *Kor. J. Vet. Publ. Hlth.* Vol. 21(2) : 181-194, 1997.
2. 홍종해. HACCP 제도의 도입과 그 대응 방안. 제1회 수의정책개발심포지엄. 대한수의사회, 31 : 7 437-444, 1995.
3. Galton M.M., Steele M.H., Newwell K.W., The world problem of salmonellosis. *Epidemiology of salmonellosis in the United State Junk.* The Hague : 421-444, 1964.
4. Peck M.W., Lund B.M., Fairbairn S.A., et al. Effect of heat treatment on survival of, and growth from spores of nonproteolytic *Clostridium botulinum* at refrigeration temperatures. *Appl. Environ. Microbiol.* 61(5): 1780-1785, 1995.
5. Muntada Garriga J.M., Rodriguez Jerez J.J., Lopez Sabater E.I., et al. Effect of chill and freezing temperatures on survival of *Vibrio parahaemolyticus inhomogenates* of oyster meat. *Lett. Appl. Microbiol.* 20(4) : 225-227, 1995.
6. 농림부 : 고시 제1998-84호, 축산물의 가공기준 및 성분규격, 1998.
7. McMeekin, T.A. and Tomas C.J., Retention of bacterial on chicken skin after immersion in bacterial suspension. *J. Appl. Bacteriol.* 45 : 338-387, 1978.