

## 소규모 돼지도축공정에서 도체오염 미생물의 변화

홍종해<sup>1</sup>, 이경환, 이성모\*

강원대학교 수의학과, 인천광역시 보건환경연구원\*  
(접수 2002. 2. 21, 게재승인 2002. 3. 12)

### Microbial change of pork carcass during processing in small size slaughterhouse

Chong-Hae Hong<sup>1</sup>, Kyoung-Hwan Lee, Sung-Mo Lee\*

<sup>1</sup>Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea  
\*Incheon Metropolitan Health & Environment Research Institute, Incheon, 404-251, Korea  
(Received 21 February 2002, accepted in revised from 12 March 2002)

#### Abstract

Major hazards existed in slaughterhouse are pathogenic microorganisms originated from intestinal microflora of slaughtered animals. This study was intended for the identification of microbial contamination sources during pork slaughtering in small plants. Total aerobic bacteria, Coliform group, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, and *Campylobacter jejuni/coli* were isolated from the surface sample of pork carcasses. Contamination level among different sampling points of ham, belly and neck did not showed statistical differences. Therefore, the mixed sampling from belly and neck of carcass could be effective for microbiological monitoring. Isolation rates of pathogenic microorganisms showed *Salmonella* spp 20.9%, *Listeria monocytogenes* 10.5%, and *Campylobacter jejuni/coli* 8.1% from 296 sampling points. High prevalence rate of *Salmonella* spp indicated that the contamination of intestinal microflora occurred due to unsanitary processing control, which required HACCP system in small plants. It was recommended that the prerequisite program should be a key factor for a successful HACCP system implementation especially in small size slaughterhouse.

---

Key words : Microbial contamination, Pork carcass, Slaughterhouse

---

<sup>1</sup>Corresponding author  
Phone : 033-250-8658, Fax : 033-244-2367  
E-mail : hongch@kangwon.ac.kr

외국산 축산물의 국내시장 잠식에 대응하기 위한 국내산 축산물의 경쟁력 확보는 매우 중요한 과제이다. 경쟁력 확보의 가장 기본적인 준비는 바로 안전성 확보인데, SPS 협정문에서 국제교류의 기준과 규격으로 안전성을 부각시키고 있기 때문이다.<sup>1,2)</sup>

도축장은 생축이 축산물로 전환되는 원료육 생산장소로 농장에서의 가축사육과 축산물 유통을 연결하는 중심이 된다. 도축장에서의 주된 위해요인은 도체작업과정에서 발생하는 장내병원성 미생물에 의한 도체오염이다.<sup>3,4)</sup> 미생물 오염을 방지하기 위해서는 위생적인 시설구조와 위생처리시설을 갖추어 위생작업이 이루어질 수 있는 환경조건이 갖추어져야 하며, 동시에 잘 교육된 종업원들과 효율적인 위생관리 프로그램하에서 작업이 이루어져야 한다.

도축장 시설이 hardware라고 한다면 HACCP 제도는 도축장의 작업공정을 위생적으로 운영하는 software이다. 서로의 조화가 체계적으로 잘 이루어져야 비로소 위생적인 도축작업이 이루어지고, 그 결과로 안전한 원료육 생산이 가능하게 된다. 반면 최신시설도 비효율적으로 운영되면 비위생적인 원료육이 생산된다. 근래 국내에도 축산물종합처리장이 건설되어 가동중이고, HACCP 지정도축장도 점차 확대되고 있다. 그러나 중소규모 도축장에 대한 HACCP 적용에 있어서는 인적·물적자원 투입규모의 차이로 대규모 도축장에서의 HACCP 적용과는 또 다른 어려움이 예상된다.

본 연구는 중소규모 도축장의 미생물오염 실태를 조사하기 위하여 1997년에 수행되었으나, 일부 실험결과에 대한 관련분야의 민감한 반응이 있을 경우 정부에서 추진하는 HACCP 도입 일정에 영향을 줄 우려가 있어 발표를 미루어왔다. 그러나 현재 중소규모의 도축장에 대한 HACCP 의무적용이 진행되는 단계이고, 본 연구 결과가 도축공정내에 존재하는 미생물 오염원 파악과 관리에 도움되는 자료로 판단되어 발표하고자 한다.

### 도체의 미생물 오염상태 검사

중북부 지역에 소재하는 6곳의 중소형 도축장(하루 500두 이하 처리규모)에서 도축이 완료된 12시간 이내에 냉장실 저장상태의 돼지도체의 미근부, 흉부, 경부, 복강 4부위 표면에서 시료를 채취하고 지표미생물 및 병원성미생물의 오염상태를 검사하였다. 조사대상 미생물은 일반적으로 사용되는 오염지표세균인 일반세균(SPC)과 대장균군(Coliform group)을, 그리고 인체에 위해성이 높은 것으로 알려진 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni/coli*를 대상으로 하였다.<sup>5,6)</sup>

### 도축공정상의 미생물오염도 변화

소규모의 돼지도축장 2곳에서 주요 작업공정인 탕적 후 다듬기, 내장적출, 최종세척의 각 공정작업 완료 직후 도체표면(흉부와 경부 혼합)에 오염된 일반세균과 대장균군의 변화를 비교하였다.

### 시료채취 및 방법

도체표면에서의 시료는 BBL culturette system을 이용하여 swab contact method로 채취하였다. 시료채취는 도체의 미근부, 흉부, 경부, 복강을 각 10 × 10cm씩 약 100cm<sup>2</sup>의 면적을 채취하였다. 채취된 시료는 휴대용 ice bag에 5℃ 이하로 보관하고 12시간 이내에 실험실로 운반하였다.

### 실험방법

실험방법은 FDA의 Bacteriological Analytical Manual<sup>7)</sup>과 APHA의 Standard Method<sup>8)</sup>를 활용하였고 구체적인 방법은 다음과 같다.

일반세균 : Standard Plate Count agar에서 36℃ 48시간 배양하였다.

Coliform group : Desoxycholate agar에서 36℃, 24시간 배양하였다.

*Salmonella* spp : Tetrathionate broth에서 42℃, 24시간 증균하고, XLT4 agar에서 36℃, 24시

간 배양한 후, nutrient agar에서 36°C, 24시간 순수배양하였다. TSI agar 및 LI agar에서 예비동정 후 생화학 시험을 실시하였다.

*Listeria monocytogenes* : UVM broth에서 30°C에서 24시간 증균하고, Oxford agar에서 37°C, 24~40시간 배양 후, tryptose phosphate agar에 접종하여 37°C 24시간 배양하였다. 형

성된 특징적인 colony를 Gram 염색, catalase test, 운동성 검사 후, rhamnose 양성, xylose 음성반응, 그리고 API Listeria로 확인하였다.

*Campylobacter jejuni/coli* : Campy Brucella agar(Camp-BAP)에 도말하여 GasPack에서 42°C, 24시간 배양하였다. Catalase 양성 colony는 혈액배지에 접종하고 nalidixic acid test와

Table 1. Prevalence of selected microorganisms on different sampling sites of pork carcass surfaces

Sampling points Microorganisms	Ham	Belly	Neck	Abdominal cavity	Total
	N=74	N=74	N=74	N=74	N=296
<i>Salmonella</i> spp	20 (27.0)*	19 (25.7)	18 (24.3)	5 ( 6.8)	62 (20.9)
<i>Listeria monocytogenes</i>	4 ( 5.4)	13 (17.6)	11 (14.9)	3 ( 4.1)	31 (10.5)
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	10 (13.5)	4 ( 5.4)	6 ( 8.1)	4 ( 5.4)	24 ( 8.1)
SPC (Log <sub>10</sub> , Mean±SD)	3.1±1.1 <sup>a</sup>	3.1±1.2 <sup>a</sup>	3.4±1.1 <sup>a</sup>	2.2±1.2	3.0±1.2
Coliform group (Log <sub>10</sub> , Mean±SD)	1.1±0.9 <sup>b</sup>	1.0±0.9 <sup>b</sup>	1.4±0.9 <sup>b</sup>	1.0±0.9	1.1±0.9

<sup>a,b</sup> No significant differences in each row( $p>0.05$ ).

\*(% )

Table 2. Prevalence of selected microorganisms in pork carcass surfaces according to the contamination level of distribution of total aerobic bacteria and coliform group

cfu/cm <sup>2</sup>	n (%)	Positive rate (%)		
		<i>Salmonella</i> spp	<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
~ 10	9 ( 3.3)	0	0	0
~ 10 <sup>2</sup>	59 (21.4)	2 ( 3.2)	0	3 ( 9.7)
~ 10 <sup>3</sup>	81 (29.3)	15 (24.2)	11 (45.8)	7 (22.6)
~ 10 <sup>4</sup>	71 (25.7)	22 (35.5)	4 (16.7)	8 (25.8)
~ 10 <sup>5</sup>	37 (13.4)	17 (27.4)	6 (25.0)	8 (25.8)
~ 10 <sup>6</sup>	18 ( 6.5)	6 ( 9.7)	3 (12.5)	4 (12.9)
~ 10 <sup>7</sup>	1 ( 0.4)	0	0	1 ( 3.2)
Total	276 (100.0)	62 (100.0)	24 (100.0)	31 (100.0)
~ 10	145 (52.5)	14 (22.0)	5 (20.8)	8 (25.8)
~ 10 <sup>2</sup>	80 (29.0)	27 (43.5)	10 (43.5)	15 (48.4)
~ 10 <sup>3</sup>	47 (17.0)	19 (30.5)	8 (33.3)	8 (25.8)
~ 10 <sup>4</sup>	4 ( 1.4)	2 ( 3.2)	1 (4.2)	0
Total	276 (100.0)	62 (100.0)	24 (100.0)	31 (100.0)

Table 3. Seasonal changes of microbial contamination on pork carcass surfaces

Microorganisms	Spring	Summer
	N=76 (%)	N=220 (%)
<i>Salmonella</i> spp	12 (15.8)*	50 (22.7)*
<i>Listeria monocytogenes</i>	1 ( 1.3)*	30 (13.6)*
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	3 ( 3.9)*	21 ( 9.5)*
SPC	2.6±1.1*	3.1±1.2*
Coliform group (Log <sub>10</sub> , Mean±SD)	0.9±0.8	1.2±0.9

\*Each individual row showed significantly differences ( $p>0.05$ ).

Table 4. Microbial variation of carcass surfaces by total aerobic bacteria and coliform group during pork slaughtering

cfu/cm <sup>2</sup>	Carcass (%)					
	Slaughterhouse A (n=18)			Slaughterhouse B (n=18)		
	After polishing	After evisceration	After final washing	After polishing	After evisceration	After final washing
~ 10	0	0	0	0	0	0
~ 10 <sup>2</sup>	0	0	4 (22.2)	0	3 (16.7)	4 (22.2)
~ 10 <sup>3</sup>	1 ( 5.6)	10 (55.6)	8 (44.4)	3 (16.7)	2 (11.1)	2 (11.1)
~ 10 <sup>4</sup>	5 (27.8)	4 (22.2)	4 (22.2)	4 (22.2)	6 (33.3)	8 (44.4)
~ 10 <sup>5</sup>	12 (66.7)	4 (22.2)	2 (11.1)	2 (11.1)	4 (22.2)	3 (16.7)
~ 10 <sup>6</sup>	0	0	0	6 (33.3)	3 (16.7)	1 ( 5.6)
~ 10 <sup>7</sup>	0	0	0	3 (16.7)	0	0
Log <sub>10</sub> Mean±SD	4.1±0.3	3.2±0.4	2.9±0.7	4.6±0.8	3.7±1.2	3.3±1.1
~ 10	14 (77.8)	16 (88.9)	14 (77.8)	9 (50.0)	9 (50.0)	4 (22.2)
~ 10 <sup>2</sup>	4 (22.2)	1 ( 5.6)	4 (22.2)	5 (27.8)	7 (38.9)	11 (61.1)
~ 10 <sup>3</sup>	0	1 ( 5.6)	0	4 (22.2)	1 ( 5.6)	3 (16.7)
~ 10 <sup>4</sup>	0	0	0	0	1 ( 5.6)	0
Log <sub>10</sub> Mean±SD	0.8±0.5	0.6±0.4	0.7±0.5	1.2±0.8	1.2±0.9	1.4±0.8

hippurate hydrolysis test로 확인하였다.

## 결 과

### 돼지도체 부위별 미생물 오염상태

도체 부위별 오염도 차이를 조사한 결과 일반 세균과 대장균군의 실험에서 미근부, 흉부, 경부

3부위의 오염도는 통계적으로 유의한 차이가 없었고( $p>0.05$ ), 복강은 다른 부위에 비해서 상대적으로 오염도가 낮았다. 병원성 미생물은 부위별 오염수준에 일정성을 찾을 수 없었다. 돼지도체의 미생물 오염도는 일반세균 10<sup>3.0</sup>cfu/cm<sup>2</sup>, 대장균군은 10<sup>1.1</sup>cfu/cm<sup>2</sup> 수준이었고, 병원성 미생물은 *Salmonella* spp 20.9%, *Listeria monocytogenes* 10.5%, *Campylobacter jejuni/coli*

8.1%가 분리되었다(Table 1).

일반세균 및 대장균군의 오염도 분포와 병원성 미생물의 분리율에서 이들간의 상관성은 보이지 않으며, 따라서 본 실험에서는 도축장에서 도체오염 미생물 관리를 위한 지표미생물을 결정할 수 없었다(Table 2).

계절에 따른 도체표면의 미생물 오염수준에서는 특히 여름철의 병원성 미생물 오염이 매우 높았다(Table 3).

#### 도축공정상의 미생물 오염도 변화

본 조사가 실시된 2곳의 도축장은 공정과정이 비슷하였으나 일반세균과 대장균군의 오염도 변화에서 B 작업장은 A 작업장보다 상대적인 오염도 폭이 커서 일관된 작업이 수행되지 못하고 있음을 알 수 있었다. 현재의 공정관리 수준에서 일반세균은 탕적 이후 다듬기 공정부터 최종세척에 이르는 공정과정에서 약  $10^1$ cfu/cm<sup>2</sup> 정도의 감소를 보였으나, 대장균군은 감소되지 않았다(Table 4).

### 고 찰

돼지 도축공정은 현수상태로 진행되므로 세척상태에 따라서 도체부위별 오염도의 차이가 예상되었으나 실험결과에서는 차이가 없었다. Palumbo 등<sup>9)</sup>과 Gill 등<sup>10)</sup>의 연구결과도 부위별 차이에 의미를 두지 않고 오염미생물 검출률을 높이려면 1곳에서의 시료채취보다 여러 부위에서 혼합채취를 권장하고 있다. 따라서 시료채취의 편의성을 고려한다면 도체오염 monitoring을 위한 시료채취는 흉부와 경부에서 혼합채취하는 것이 적합한 것으로 판단되었다.

도체 오염수준은 작업장의 위생관리와 종업원의 위생적인 작업여부에 크게 좌우되는데, 일반세균과 대장균군의 오염도를 보면 국내 소규모 도축장에서 생산되는 원료육의 오염상태가 심각하지는 않았다. 본 조사대상 작업장이 전국의 중소규모 도축장을 대표하지는 않지만, 영세성과 운영실태에서 유사한 타 작업장과 큰 차이가 없을 것으로 사료된다. 시료채취방법도

도체표면의 오염도 결과에 영향을 줄 수 있으므로, 본 실험에서 사용한 BBL 면봉이 아닌 gauze나 sponge를 사용한다면 조금 다른 결과를 얻을 가능성을 배제할 수는 없다.

본 조사가 이루어진 1997년도에는 도축장에 HACCP 도입이 시작되지 않은 상태였고 미생물 권장기준도 없었다. 이 당시 얻어진 검사결과를 현 권장기준인 농림부의 식육중 미생물검사요령<sup>11)</sup>의 도축장 돼지도체 권장기준인 일반세균수  $10^5$ cfu/cm<sup>2</sup> 이하와 비교해 보면 일반세균수의 경우 6.9%를 초과하였으며, 이는 2001년 전국 도축장의 권장기준 초과율 0.24%에 비해 매우 높은 수준이었다. *Salmonella* spp 검출률 또한 20.9%로 2001년 전국 0.49%에 비해 매우 높았다<sup>12)</sup>. 이러한 결과는 과거에 비해서 현재 생산되는 도체의 위생수준이 대폭 개선되었음을 보여주고 있다. 그 이유로는 2000년부터 도축장의 HACCP 의무적용이 시작되면서 HACCP 지정 도축장이 많이 늘어났고, 또한 비지정도축장에서 안전한 도체생산의 필요성이 인식되면서 작업환경 및 작업내용의 위생수준이 많이 개선되고 있기 때문이라고 판단되었다.

국내 대부분의 영세한 도축장은 작업장과 외부가 차단되지 못하여 공기의 유통이 자유롭게 이루어지고 있다. 따라서 작업장 내부온도는 외부온도의 영향을 받아 특히 여름철 작업장 내부온도의 상승은 장내미생물 증식에 좋은 조건을 제공하게 된다. 주로 환경에 유래하는 *Listeria monocytogenes* 오염의 경우 다른 미생물에 비하여 특히 여름철에 급격히 증가한 것은 바로 이러한 작업장 내부온도 상승으로 작업장 환경내에 존재하던 *L. monocytogenes* 이 증식하였기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 HACCP의 선행요건 프로그램으로 이러한 문제점이 철저히 관리되어야 하겠다.

본 실험에서 일반세균의 감소가 log  $10^1$ cfu/cm<sup>2</sup>에 불과한 것은 과학적인 세척이 이루어지지 않는데 일부 원인이 있는 것으로 해석할 수 있다. 일반적으로 도축장은 물 사용량에 따라 위생적인 작업 수행여부를 판단하고 있었으나, 세척수를 많이 사용한다고 해서 도체가 깨끗하다는 관념이 반드시 옳지만은 않으며 SSOP 준

수가 매우 중요하다. 덴마크에서는 내장적출 이후의 물 사용은 도리어 내장적출시 부주의로 인한 오염의 확산을 유발하는 것으로 확인하고, 돈육생산공정에서는 내장적출이후 물 사용을 억제하고 있다<sup>13)</sup>. 그러기 위해서는 탕적과 다듬기(polishing)과정을 거치면서 도체표면을 충분한 세척하여 오염을 제거하고, 내장적출부터는 장 내용물이 터지지 않도록 항문결찰 등 위생적인 작업이 이루어져야 한다. 따라서 이러한 세척수 사용 규제는 반드시 내장적출과정에서의 위생적인 조치와 세심하고 숙달된 작업으로 장 및 장기파열이 일어나지 않는다는 전제조건하에서만 가능하다.

중소형 도축장의 작업은 주로 종업원의 수작업으로 이루어진다. 따라서 생산된 도체의 안전성 확보를 위해서 동시에 이루어져야 할 부분은 바로 작업의 일정성 유지라고 할 수 있다. 작업의 일정성 유지는 결국 종업원의 숙련도와 위생의식에 있으며, 이를 위해서는 정기적인 실무교육과 직업의식 강화교육이 필요하다. 더 중요한 사항은 종업원 스스로 3D 업종이란 인식을 벗어나고 직업에 긍지를 갖도록 작업장 환경개선, 작업조건 개선, 복지조건 향상 등이 이루어져야 한다는 것이다. 비록 소규모 작업장이라도 표준화된 작업공정관리와 종업원의 위생적인 작업으로 생산된 도체의 일정성이 유지될 수 있다면, 일반세균 오염은  $10^3$ cfu/cm<sup>2</sup> 이하로 충분히 낮추어 기준을 충족시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 또한 작업장마다 종업원들의 공정처리기술 습득과정이 서로 달라 국가적으로 볼 때도 표준화된 제품생산에 걸림돌이 되고 있다. 위생기준만 설정하고 이를 준수하도록 강요만 할 것이 아니라 위생기준을 달성하기 위한 실무적인 작업을 어떻게 수행하는 것인지 표준화된 지침과 실무교육이 필요한 것이다.

공정상의 최신설비를 추가하는 목적은 위생적인 도체생산에 있지만 그 효과가 별로 나타나지 않는다면 투자효과에 대한 재검토가 필요할 것이다. 따라서 작업장시설 개선 이전에 공정에 대한 정확한 분석이 선행되어 구체적으로 어떠한 시설개선이 필요한지 먼저 결정되어야 한다.

HACCP 의무적용시 영세한 소규모 업체로서는 요구되는 모든 시설을 갖추기는 어려운 실정이며, 대규모 도축장에 적용했던 모든 것을 그대로 소규모 작업장에 적용할 수는 없다. 이 경우는 선행요건프로그램을 먼저 적용하고, 다음 단계로 HACCP plan을 도입하는 수준이 필요하다. 또한 소규모 작업장을 위한 별도의 HACCP model도 도움이 될 것으로 판단된다. 각 작업장의 문제는 항상 서로 다르고 잠재된 위해요인도 서로 다르므로, 작업조건에 맞는 Critical Control Point 및 Critical Limit 설정을 위해서는 Hazard Identification시 작업공정에 대한 미생물 분석이 함께 이루어져야 할 것이다.

## 결 론

돼지도체의 병원성 미생물의 분리율은 *Salmonella* spp 20.9%, *Listeria monocytogenes* 10.5%, *Campylobacter jejuni/coli* 8.1% 수준이었다. 도체표면의 미생물오염 상태 파악을 위한 monitoring은 흉부와 경부에서의 혼합채취로도 가능한 것으로 판단되었다. 작업의 일정성 유지는 안전축산물 생산의 선결과제로 지적되었고, 이를 위해서 실무적인 위생작업교육, 작업조건 개선, 직업의식 고취 등 종업원의 복지수준 및 숙련도를 높이는 노력이 요구되었다.

소규모 업체에서의 HACCP 적용은 우선적으로 시설문제에서부터 어려움을 겪게 되므로 선행요건프로그램부터 안정적으로 시행하고, 그 결과에 따라서 다음 단계인 HACCP plan을 갖추도록 유도하는 것이 타당할 것으로 판단되었다.

## 참고문헌

1. 송인상. 1994. UR협상 타결과 Codex의 앞으로 역할에 대한 이해. 식품공업 123 : 11 ~44.
2. Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. 1993. *Codex Guidelines for Application of the Hazard Analysis Critical Control Point(HACCP) System*. WHO/FNU/FOS/93.3.

3. Tompkin RB. 1994. HACCP in the meat and poultry industry. *Food Control* 5(3) : 153~161.
4. ICMSF. 1988. *HACCP in Microbiological Safety and Quality*. Blackwell Sci. Pub. London : 176~178.
5. Buntain B. 1995. The role of the swine practitioner in meeting animal production food safety challenges. *Allen D. Leman Swine Conference*. 40~48.
6. Beran GW. 1995. Human health hazards from meat and meat products. *Allen D. Leman Swine Conference*. 72~79.
7. Food and Drug Administration. 1995. *Bacteriological Analytical Manual*. AOAC International, 8th ed. Gaithersburg : 4.01~10.13.
8. American Public Health Association. 1992. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3rd ed. Washington DC : 325~496.
9. Palumbo SA, Klein P, Capra J, et al. 1999. Comparison of excision and swabbing sampling methods to determine the microbiological quality of swine carcass surfaces. *Food Microbiol* 16 : 459~464.
10. Gill CO, Jones T. 1998. Comparison of methods for sampling and enumeration *Escherichia coli* on pig carcasses. *Food Microbiol* 15 : 617~623.
11. 농림부. 2001. 식육중 미생물검사요령. 농림부고시 제2001-6호 : 1~7.
12. 국립수의과학검역원. 2001. 2001년도 식육중 미생물검사실적.
13. The Danish Meat Trade College. 1996. *Slaughtering of Pigs and Cattle*. Education Centre for the Food manufacturing Industry. Roskilde.