

## HACCP 인증 축산물 판매장의 제조 환경 및 식육의 미생물 관리수준에 관한 연구\*

조석현\*\* · 백승희\*\*\* · 안종호\*\*\*\* · 남인식\*\*\*\*\*

### A Study on Microbial Management Level of Manufacturing Environment, Raw Meat and Products in HACCP Implemented Meat Market

Cho, Seok-Hyun · Baek, Seung-Hee · Ahn, Jong-Ho · Nam, In-Sik

The aim of this study was to investigate the effect of hazard analysis and critical control point (HACCP) system application on microbial hazard management levels of pork and manufacturing environments. In this study, we compared and analyzed microbial levels in raw meat, finished products, and manufacturing environments (knives, gloves, and cutting boards) of HACCP and non-HACCP meat markets. In addition, we surveyed the hygiene statuses of HACCP and non-HACCP meat markets. The general bacterial counts in raw meat, finished products, and manufacturing environments were lower in HACCP meat markets than in non-HACCP meat markets. Particularly, non-HACCP meat markets exceeded the Ministry of Food and Drug Safety microbiological recommendation criteria for raw meats (8.7%) and finished products (8.7%). *Escherichia coli* and coliform counts in raw meat, finished products, and manufacturing environments were also lower in HACCP meat markets than in non-HACCP meat markets. The biological hazard levels of finished products from non-HACCP meat markets were affected by raw meat and manufacturing environment. Moreover, according to questionnaire survey results, personal hygiene, manufacturing environment, and facility standards were lower in non-HACCP meat markets than in HACCP meat markets. Implementation of HACCP at meat markets is expected to minimize food poisoning by reducing the biological hazard levels to provide safe livestock products to consumers.

Key words : HACCP, market, microbial hazard, meat, sanitation

\* 본 연구는 환경대학교 2018년도 학술연구조성비의 지원에 의한 것임.

\*\* First author, 전북대학교 산학협력단

\*\*\* 환경대학교 고품질친환경농축산물생산기술연구센터

\*\*\*\* 환경대학교 동물생명환경과학과

\*\*\*\*\* Corresponding author, 환경대학교 동물생명환경과학과(isnam@hknu.ac.kr)

## I. 서 론

식품의약품안전처(2016)에 따르면 축산물에서 기인되는 식중독 수치는 매년 증가하는 것으로 나타나고 있다. 2015년 병원성미생물의 식품오염으로 인하여 발생하는 식중독 건수는 총 105건으로 이중 *Escherichia coli* (*E. coli*)가 39건, *Campylobacter jejuni* (*C. jejuni*) 22건, *Clostridium perfringens* (*C. perfringens*) 15건, *Salmonella* spp. 13건, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) 11건, *Bacillus cereus* (*B. cereus*)로 인한 식중독 발생 건수가 5건 등으로 보고되었다. 한편, 국제미생물규격위원회(International Commission on Microbiological Specifications)에 따르면, *Salmonella* spp.와 *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*)가 가장 위험한 병원성세균군에 속하며 다음으로 *E. coli*, *C. perfringens*, *S. aureus*가 위해한 병원성 세균군에 속하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 축산물 작업장은 식중독과 관련된 주요 세균에 대한 정기적으로 모니터링 체계를 구축하고 관리하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 판단된다.

미국의 경우, 매년 백만건 이상 식품에 의한 식중독 사건이 발생하며 약 1만9천명이 병원에 입원하고 있다. 이중 약 380명이 사망하며 *Salmonella* spp.에 사용되는 공중보건 비용은 약 600만 달러에 이른다. 유럽은 2009년 10만명, 2010년 9만9천명이 *Salmonella* spp.에 오염되었다. 동남아의 경우, 연간 2천2백만명이 *Salmonella* spp.에 오염되며, 약 3만7천명이 사망하는 것으로 보고되고 있다. 또한 중국에서 가공되는 돼지고기의 약 6.8%가 *Salmonella* spp.에 오염되어 있는 것으로 나타나고 있다(Yin et al., 2016). James (1996)는 냉장 및 냉동 돼지고기의 약 20%가 *L. monocytogenes*에 오염되었다고 보고하였다. 한국은 지속적인 경제 성장으로 인하여 쌀 소비가 감소하고 육류 소비가 증가하고 있어 축산물에서 기인되는 식중독 추세는 지속적으로 증가할 것으로 판단된다. 따라서 축산물 작업장에 이를 예방할 수 있는 강력하고 체계적인 위생안전 관리 체계 구축이 필요하다.

축산물 안전관리인증기준(Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP)은 사료공장, 농장, 도축장, 가공장, 판매장 등에서 발생할 수 있는 생물학적, 화학적, 물리적 위해를 공정별로 분석하고 이를 과학적으로 제어하여 위해를 허용수준 이하로 낮추거나 제거하는 것을 말한다(FAO, 2003; Back et al., 2012; Kang and Hong, 2013). 축산물 작업장에 HACCP 제도를 적용하는 목적은 선행요건 프로그램을 통해 잠재 위해요소를 관리하여 안전한 축산물을 생산하여 이를 소비자에게 제공하여 공중보건의 질을 향상시키기 위함이다(Unnevehr and Jensen, 1996; Codex Alimentarius Commission, 2001). 미국, 유럽 및 호주와 같은 선진국은 축산물 가공장, 도축장, 판매장 등에 HACCP 제도를 의무화하여 안전한 축산물을 생산하고 있다(Bernard, 1998; Ropkins and Beck, 2000; Khatri and Collins, 2007). 한국은 1998년부터 HACCP 제도를 도입하여 산업에 적용하기 시작하였으며 지속적인 제도 발전으로 인하여 보다 안전한 축산물을 생산하는데 많은 역할을 하였다. 이러한 발전은 축산물의 위생안전 수준을 향상시켜 소비자에게 국내산 축산물의 안전성에 대한 믿음을 주었다. 그러나

HACCP 제도가 축산물 작업장 및 축산물에 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 다양하게 진행되지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 축산물 판매장의 HACCP 제도 도입이 병원성 미생물의 관리수준에 미치는 영향을 연구하기 위하여 HACCP 적용 축산물 판매장과 미적용 축산물 판매장의 생물학적 위해 관리 수준을 비교 분석하였다. 아울러 축산물 제조환경에 대한 위생안전 설문조사를 실시하여 HACCP 인증 작업장과 미인증 작업장을 비교 분석하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료처리

돈육을 작업하는 45개 축산물 판매장(HACCP 인증 판매장 22개소, HACCP 미인증 판매장 23개소)에서 채취한 원료육 및 완제품 시료를 멸균된 bag에 넣어 -18℃에서 보관 후 분석을 실시하였다. 식육작업대는 Swab sample kit (3M Maplewood, MN, USA) 방법을 이용하여 10 cm × 10 cm를 도말하였다. 칼과 장갑도 Swab sample kit (3M, USA)를 이용하였다.

### 2. 미생물 분석

#### 1) 일반세균수

일반세균수 분석을 위해 돈육 25 g의 시료를 멸균된 0.85% physiological saline에 10배 희석하여 Bag-mixer 400 혼합기(Interscience, Saint Nom, France)를 이용하여 혼합한 후 10배 단계 희석하여 시험용액으로 사용하였다. 시료 용액 1 mL을 취하여 Petrifilm (Petrifilm™ Counting Plate, 3M Microbiology Products)에 분주하고 이를 35℃에서 48시간 동안 배양하였다. 배양 후 생성된 붉은 집락수를 계산하고 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 계산하였다.

#### 2) *E. coli* 및 *Coliforms* 수

일반세균수 실험방법에 따라 전처리된 단계별 희석액 1 mL을 *E. coli* / *Coliform* 전용 Petrifilm (Petrifilm™ *E. coli* / *Coliform* Count Plates)에 분주하고 이를 35℃에서 48시간 동안 배양하였다. *E. coli*는 표면 주변이 푸른 집락을 계수하였으며 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 계산하였다. *Coliform*은 표면 주변이 푸른색과 붉은색을 계수하였으며 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 계산하였다.

3) *S. aureus*

약 25 g의 시료를 225 mL 10% NaCl 첨가 Tryptic Soy Borth (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에서 35-37°C에서 24시간 배양하였다. 이 배양액을 Baird-Parker RPF Agar (Oxoid, Basingstoke Hampshire, UK)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 불투명한 환으로 둘러싸인 검정색 집락은 분리하여 Tryptic Soy Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에서 37°C로 24시간 다시 배양하였다. 이를 VITEK2 compact (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France)를 이용하여 동정하였다.

4) *Salmonella* spp.

약 25 g의 시료를 225 mL Buffered Peptone Water (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에 첨가하여 36°C에서 24시간 전 배양을 실시하였다. 배양된 1 mL의 시료는 10 mL의 Tetrathionate Broth (TT broth, BD Biosciences)와 0.1 mL의 Rappaport-Vassiliadis Broth (RV broth, BD Biosciences)에서 36°C, 42°C로 각각 24시간을 배양하였다. 각 배양액은 Xylose-ysin-Desoxycholate Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)와 BG Sulfa Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에서 36°C로 24시간 배양하였다. 의심되는 집락은 Triple Sugar Iron Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양 결과 *Salmonella* spp.로 의심되는 집락은 Tryptic Soy Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에 접종하여 36°C에서 24시간 배양하여 VITEK2 compact (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France)를 이용하여 동정하였다.

5) *L. monocytogenes*

약 25 g의 시료를 225 mL의 Listeria Enrichment Broth (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에서 30°C로 24시간 배양한 후 이 배양액 0.1 mL을 10 mL의 Fraser Broth (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에서 24시간 배양하였다. 이 배양액을 Oxford Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에 접종하여 35°C로 48시간 배양하여 분리된 집락을 Tryptic Soy Agar (BD Biosciences, Franklin Lakes, NJ, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양하였다. 배양된 미생물은 VITEK2 compact (bioMérieux, Marcy-l'Étoile, France)를 이용하여 동정하였다.

## 3. 미생물 오염원인 상관관계 분석

완제품에 대한 오염도 원인 규명을 위해 원료육 및 제조환경에 대한 상관관계를 Pearson Correlation Analysis (Rodgers and Nicewander, 1988)를 통하여 상관계수를 산출하고 분석하였다.

#### 4. 제조환경 위생관리에 대한 설문조사

비교 분석을 위한 축산물 판매장의 위생관리에 대한 설문은 45개 작업장(HACCP 인증 판매장 22개소, 미인증 판매장 23개소)을 대상으로 실시하였다. 설문조사에 필요한 설문지는 축산물 위생관리법과 식품 및 축산물 HACCP 기준(고시)을 기초로 하여 개발하였다. 설문지는 총 15개 항목으로 개발되었으며, 개인위생(3개 항목), 작업환경(8개 항목), 시설기준(4개 항목)으로 구성하였다.

#### 5. 통계분석

본 연구를 통하여 도출된 미생물 분석 결과는 SPSS (Ver. 22.0, SPAA, Inc., Chicago, USA)를 이용하여 T-test 방법을 활용하였다. 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준에서 분석하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

HACCP을 적용 중인 축산물 판매장의 식육 및 제조환경에서의 미생물 수준을 비교하기 위하여, HACCP 인증 판매장 22개소와 미인증 판매장 23개소에서 채취한 돈육(원료 및 완제품) 및 제조환경(장갑, 칼, 도마) 미생물 검사 결과는 Table 1~3과 같다.

일반세균수의 경우, 원료육은 HACCP 인증 판매장은  $10^2 \sim 10^3$  CFU/g 범위에서 40.9%, 미인증 판매장은  $10^5 \sim 10^6$  CFU/g 범위에서 34.8%로 조사되었다. 완제품의 일반세균수는 HACCP 인증 판매장에서  $10^3 \sim 10^4$  CFU/g 범위에서 31.8%, 미인증 판매장은  $10^4 \sim 10^5$  CFU/g 범위에서 39.1% 및  $10^6 \sim 10^7$  CFU/g 범위에서는 30.4%였다. 원료육의 평균값은 HACCP 인증 판매장  $6.2 \times 10^5$  CFU/g, 미인증 판매장은  $1.8 \times 10^6$  CFU/g으로 미인증 판매장이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 장갑, 칼, 도마 등 제조환경에 대한 검사 결과 불검출율은 HACCP 인증 판매장에서 각각 50.0% (11/22개소), 68.2% (15/22개소) 및 50.0% (11/22개소)로 나타난 것에 비해 미인증 판매장은 26.1% (6/23개소), 26.1% (6/23개소) 및 30.4% (7/23개소)로 다소 낮게 나타났다. HACCP 인증 판매장은 작업자 장갑, 칼, 도마 대부분이  $10^2 \sim 10^3$  CFU/g 수준인데 비해 미인증 판매장은  $10^1 \sim 10^7$  CFU/g까지 다양한 수준에서 검출되어 오염도가 다소 높았다. 특히, 도마는 HACCP 인증 판매장이 평균  $4.3 \times 10^4$  CFU/100 cm<sup>2</sup>, 미인증 판매장은  $1.7 \times 10^6$  CFU/100 cm<sup>2</sup>으로 미인증 판매장이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). Chung (1999)은 식육 판매장에서 채취한 돈육 89건을 조사한 결과, 식육에서  $10^1 \sim 10^7$  CFU/g 범위에서 다양하게 조사되었다고 보고하였고, Yang 등(2013)도 돈육 138건을 조사한 결과, 일반세균수는 주로  $10^2 \sim 10^6$  CFU/g 범위를 나타내었고  $10^7$  CFU/g 이상을 초과하지 않았다고 보고하여

본 연구결과보다 더 낮은 수치를 나타내었다. 그러나 사용 후 보관중인 장갑의 일반세균수 수준을 비교한 결과 주로  $10^3 \sim 10^7$  CFU/glove라고 보고하여 오히려 본 연구결과보다 다소 높은 수준으로 조사되었다. Igor 등(2016)은 HACCP 적용 전 작업도구에 대한 미생물 검사를 실시하였는데, 식육가공장과 식육판매장의 도마, 설비, 칼, 절단기 표면에서 각각 90.45% 및 98.3%가  $2 \log 10/\text{cm}^2$  이상 검출되었으나, HACCP 적용 이후 meat processing plat와 meat retail에서 각각 96.38% 및 85.8%가  $2 \log 10/\text{cm}^2$  이하로 감소되었다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. Oh와 Lee (2001)는 우육 가공장의 작업도구 중 칼, 도마에서 각각  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup>,  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup>를 나타내었고, 대장균군수는 도마에서  $10^3 \sim 10^4$  CFU/cm<sup>2</sup> 범위를 보였다고

Table 1. The management level of general bacteria counts on raw meat, finished product and manufacturing environment compared between HACCP and non-HACCP meat market

Sample range	Raw meat		Finished product		Glove		Knife		Cutting board	
	HACCP	Non HACCP								
<10 <sup>1</sup> (%)	-	-	-	-	11 (50.0)	6 (26.1)	15 (68.2)	6 (26.1)	11 (50.0)	7 (30.4)
10 <sup>1</sup> ≤ ~ <10 <sup>2</sup> (%)	2 (9.1)	-	-	-	-	1 (4.3)	1 (4.5)	2 (8.7)	-	-
10 <sup>2</sup> ≤ ~ <10 <sup>3</sup> (%)	9 (40.9)	-	5 (22.7)	1 (4.3)	7 (31.8)	3 (13.0)	4 (18.2)	3 (8.7)	5 (22.7)	3 (13.0)
10 <sup>3</sup> ≤ ~ <10 <sup>4</sup> (%)	6 (27.3)	5 (21.7)	7 (31.8)	2 (8.7)	3 (13.6)	3 (13.0)	-	3 (13.0)	3 (13.6)	4 (17.4)
10 <sup>4</sup> ≤ ~ <10 <sup>5</sup> (%)	1 (4.5)	6 (26.1)	2 (9.1)	9 (39.1)	-	2 (8.7)	1 (4.5)	2 (8.7)	1 (4.5)	2 (8.7)
10 <sup>5</sup> ≤ ~ <10 <sup>6</sup> (%)	2 (9.1)	8 (34.8)	6 (27.3)	2 (8.7)	1 (4.5)	3 (13.0)	1 (4.5)	4 (17.4)	2 (9.1)	2 (8.7)
10 <sup>6</sup> ≤ ~ <10 <sup>7</sup> (%)	2 (9.1)	2 (8.7)	2 (9.1)	7 (30.4)	-	3 (13.0)	-	-	-	5 (21.7)
10 <sup>7</sup> ≤ (%)	-	2 (8.7)	-	2 (8.7)	-	2 (8.7)	-	3 (13.0)	-	-
Total	22 (100)	23 (100)								
Mean*	6.2×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>6</sup>	2.5×10 <sup>5</sup>	2.4×10 <sup>6</sup>	1.8×10 <sup>4</sup>	3.0×10 <sup>6</sup>	6.9×10 <sup>4</sup>	4.8×10 <sup>6</sup>	4.3×10 <sup>4</sup>	1.7×10 <sup>6</sup>
p-value	0.209		0.050		0.068		0.131		0.038	

\* Unit : Raw Meat = CFU/g; Finished Product = CFU/g; Glove = CFU/Glove; Knife = CFU/knife; Cutting Board = CFU/100 cm<sup>2</sup>

하였다. 장갑의 경우 일반세균수는  $10^4 \sim 10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>, 대장균군수는  $10^3$  CFU/cm<sup>2</sup>를 나타냈다고 하였다. 칼의 위생 상태는 작업자의 관리 상태에 따라 개선될 수 있고, 장갑은 2차 오염의 원인이 될 수 있으므로 자주 교환하여야 한다고 했다. 부분육은 생산 후 1시간 이내에 4°C 정도의 냉장실에서 보관하는 것이 non-psychrotrophic 병원균의 증식을 예방하는데 효과적이라고 하였다. Kim과 Yim (2016)은 한국의 HACCP 적용 식육 판매장의 돈육 일반세균수는  $3.19 \pm 0.89$  Log CFU/g 수준이었고 대장균군은  $0.36 \pm 0.92$  Log CFU/g 수준이었다고 보고하였다.

HACCP 인증 및 미인증 판매장의 식육 및 제조환경의 대장균 검사결과는 Table 2에 나타내었다. 전반적으로 HACCP 인증 판매장의 불검출율은 81.8% (18/22개소)~100% (22/22개소)로 조사된 것에 비해 미인증 판매장은 60.9% (14/23개소)~95.7% (22/23개소)로 오염도가 다소 높게 나타났다. 원료육은 HACCP 인증 판매장은  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 범위가 9.1%이었다. 그러나 HACCP 미인증 판매장은  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 범위가 26.1%,  $10^2 \sim 10^3$  CFU/g 범위가 13.0%으로 조사되었다. 완제품은 HACCP 인증 판매장은  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 범위가 18.2%로 평균  $1.3 \times 10^6$  CFU/g으로 나타났으나 미인증 판매장은  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 및  $10^2 \sim 10^3$  CFU/g 범위가 각각 17.4%로 미인증 판매장에서 유의하게 높게 나타났다( $p < 0.05$ ). 제조환경의 경우 HACCP 인증 판매장은 장갑과 도마에서 모두 불검출, 칼에서  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 범위에서 4.5%로 나타났으나 미인증 판매장은  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 범위에서 모두 4.3%로 조사되었다. Chung (1999)은

Table 2. The management level of *Escherichia coli* on raw meat, finished product and manufacturing environment compared between HACCP and non-HACCP meat market

Sample range	Raw meat		Finished product		Glove		Knife		Cutting board	
	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP
<10 <sup>1</sup> (%)	20 (90.9)	14 (60.9)	18 (81.8)	15 (65.2)	22 (100)	22 (95.7)	21 (95.5)	22 (95.7)	22 (100)	22 (95.7)
10 <sup>1</sup> ≤ ~ <10 <sup>2</sup> (%)	2 (9.1)	6 (26.1)	4 (18.2)	4 (17.4)	-	1 (4.3)	1 (4.5)	1 (4.3)	-	1 (4.3)
10 <sup>2</sup> ≤ ~ <10 <sup>3</sup> (%)	-	3 (13.0)	-	4 (17.4)	-	-	-	-	-	-
Total	22 (100)	23 (100)	22 (100)	23 (100)	-	-	-	-	-	-
Mean*	2.0×10 <sup>1</sup>	5.1×10 <sup>1</sup>	1.3×10 <sup>1</sup>	7.6×10 <sup>1</sup>	-	1.0×10 <sup>1</sup>	3.0×10 <sup>1</sup>	5.0×10 <sup>1</sup>	-	1.0×10 <sup>1</sup>
p-value	0.472		0.010		-		-		-	

\* Unit : Raw Meat = CFU/g; Finished product = CFU/g; Glove = CFU/Glove; Knife = CFU/knife; Cutting Board = CFU/100 cm<sup>2</sup>

식육 판매장 장갑에서  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위에서 3.4%의 대장균이 조사되었다고 하였고, Yang 등(2013)은 식육 검사결과  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 범위가 2.7%,  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위에서 1.4%,  $10^3\sim 10^4$  CFU/g 범위가 0.7%,  $10^4\sim 10^5$  CFU/g 범위가 1.4% 검출되었다고 보고하였다.

대장균군의 검사결과는 대장균 검사결과와 유사한 경향을 나타내었는데, HACCP 인증 판매장의 불검출율은 59.1% (13/22개소)~95.5% (21/22개소)로 나타난 것에 비해 미인증 판매장은 39.1% (9/23개소)~73.97% (17/23개소)로 조사되었다(Table 3).

원료육은 HACCP 인증 판매장은  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 범위가 18.2%,  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위가 4.5%로 나타났다. 반면에 미인증 판매장은  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 범위가 39.1%,  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위가 13.0%으로 조사되었다. 완제품은 HACCP 인증 판매장은  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 범위가 40.9%로 평균  $3.7\times 10^1$  CFU/g, 미인증 판매장은  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 및  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위가 각각 30.4%로 평균  $1.1\times 10^2$  CFU/g으로 완제품에서 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 제조환경의 경우 HACCP 인증 판매장은 장갑, 칼 및 도마에서  $10^1\sim 10^2$  CFU/g 범위에서 각각 9.1%, 4.5% 및 13.6%로 나타났다. 미인증 판매장은  $10^2\sim 10^3$  CFU/g 범위에서 각각 13.0%, 13.0% 및 8.7%로 조사되었다.

*Salmonella* spp., *S. aureus* 및 *L. monocytogenes* 등 병원성 미생물에 대한 검사 결과, HACCP 인증 판매장은 모든 시료에서 음성이었으나 미인증 판매장은 *S. aureus*는 칼에서 1주, *L.*

Table 3. The management level of coliform counts on raw meat, finished product, and manufacturing environment compared between HACCP and non-HACCP meat market

Sample	Raw meat		Finished product		Glove		Knife		Cutting board	
	HACCP	Non HACCP								
$<10^1$ (%)	17 (77.3)	11 (47.8)	13 (59.1)	9 (39.1)	20 (90.9)	16 (69.6)	21 (95.5)	17 (73.9)	18 (81.8)	15 (65.2)
$10^1\leq \sim <10^2$ (%)	4 (18.2)	9 (39.1)	9 (40.9)	7 (30.4)	2 (9.1)	4 (17.4)	1 (4.5)	3 (13.0)	3 (13.6)	5 (21.7)
$10^2\leq \sim <10^3$ (%)	1 (4.5)	3 (13.0)	-	7 (30.4)	-	3 (13.0)	-	3 (13.0)	1 (4.5)	2 (8.7)
$10^3\leq \sim <10^4$ (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	22 (100)	23 (100)								
Mean*	$3.9\times 10^1$	$8.8\times 10^1$	$3.7\times 10^1$	$1.1\times 10^2$	$1.5\times 10^1$	$1.8\times 10^2$	$3.0\times 10^1$	$1.4\times 10^2$	$8.5\times 10^1$	$3.0\times 10^2$
p-value	0.325		0.005		0.780		-		0.507	

\* Unit : Raw Meat = CFU/g; Finished product = CFU/g; Glove = CFU/Glove; Knife = CFU/knife; Cutting Board = CFU/100 cm<sup>2</sup>

*monocytogenes*는 완제품에서 1주가 검출되었다(Table 4). 본 연구에서 분리된 *S. aureus* 및 *L. monocytogenes*의 enterotoxin 유전자 보유여부를 PCR로 확인한 결과 각 균주 모두가 음성으로 조사되었다(Data not shown). Yang 등(2013)은 모든 시료에서 *Salmonella* spp.은 음성이었으나, *S. aureus*는 돈육에서 0.7% (1/138case), 장갑에서 3.8% (10/146case) 검출되었고 *L. monocytogenes*는 장갑에서 1.4% (2/146case) 검출되었다고 보고하였다. Oh와 Lee (2001)는 *Salmonella* spp.은 장갑에서, *S. aureus* 도마, 장갑에서, *L. monocytogenes*는 도마, 칼, 컨베이어 벨트에서 검출되었다고 보고하였다. Hayes (1991)는 돈육에서 *L. monocytogenes*를 검사한 결과  $4.3 \times 10^4$  CFU/g 검출되었다고 보고한바 있다. Igor 등(2016)은 HACCP 적용 이후 *Enterobacteriaceae*가 meat plant와 meat retail의 food contact surface에서 각각 약 10~15%가 감소하고, *Staphylococcus*는 0.9~1.4%가 감소하였다고 보고하였다. 식육의 경우 주로 완제품에서 HACCP 인증 및 미인증 판매장에서 유의적인 차이가 나타나는 것으로 조사되었다. 따라서 완제품의 오염도에 미치는 영향을 조사하기 위해 원료육 및 제조환경의 일반세균수 결과에 대해 상관관계를 분석하였다(Table 5).

HACCP 미인증 판매장은 원료육에서 매우 강한 양의 상관관계를 나타내었고 제조환경 중 칼에서도 비교적 높은 양의 상관관계를 나타내었다( $p < 0.05$ ). HACCP 인증 판매장은 모든 시료에서 통계적으로 유의한 결과를 보이지는 않았다.

Table 4. Incidence of pathogens on raw meat, finished product, and manufacturing environment compared between HACCP and non-HACCP meat market

HACCP implementation	<i>Salmonella</i> spp.		<i>S. aureus</i>		<i>L. monocytogenes</i>	
	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP	HACCP	Non HACCP
Raw meat	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Product	ND	ND	ND	ND	ND	1
Hand	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Knife	ND	ND	ND	1	ND	ND
Cutting board	ND	ND	ND	ND	ND	ND

\* ND : Not Detected

Table 5. Analysis of the correlation between of finished products in raw meat and manufacturing environment of HACCP and non-HACCP meat market

Classification		Raw meat	Gloves	Knife	Cutting board
Finished products	HACCP	0.216	0.560	-0.080	0.172
	Non HACCP	0.919**	0.072	0.542*	0.423

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$

Table 6. The result of questionnaire for personal hygiene, manufacturing environment and facility standard between HACCP and non-HACCP meat market

Classification	No.	Questionnaire contents	HACCP	Non HACCP
Personal hygiene	1	Wearing clean clothes (hygienic cloths, hands sanitation, mask)	2.6±0.7	1.5±0.7
	2	Wearing accessories and using nail polish	3.0±0.0	3.0±0.2
	3	Gloves, aprons, wash and replace	3.0±0.2	2.1±0.5
	Sub-total		2.8±0.4	2.2±0.8
Manufacturing environment	4	Foot disinfection and management of toilet	2.8±0.5	1.4±0.8
	5	Separate use and sanitation management of knife and cutting board	2.9±0.5	1.5±0.8
	6	Maintaining cleanliness of equipment and tools used for meat	2.9±0.4	2.0±0.6
	7	Arrangement of cleaning tools	3.0±0.2	1.9±0.6
	8	Cleanliness of scourer	2.8±0.5	2.2±0.7
	9	Cleanliness of water drainage in working place	2.9±0.4	2.7±0.7
	10	Cleanliness of walls, ceilings and floor	2.9±0.5	2.4±0.7
	11	Refrigeration and freezer cleaning and condensed water management	3.0±0.2	2.5±0.5
Sub-total		2.9±0.5	2.1±0.8	
Facility standard	12	Hand washing and disinfection facilities and cleanliness management	2.7±0.6	1.3±0.6
	13	Internal and external thermometer	3.0±0.0	2.1±0.7
	14	Whether floor waterproofing and drainage treatment	2.8±0.6	2.7±0.7
	15	Cleanliness of working place, refrigerator and freezer	2.8±0.6	2.1±0.3
	Sub-total		2.8±0.5	2.0±0.8
Total			2.9±0.4	2.1±0.8

종업원의 개인위생 수준, 제조회장관리 및 시설기준에 대한 평가 결과는 Table 6에 나타내었다. 개인위생의 경우 HACCP 인증 판매장은 평균 2.8±0.4이었으나 미인증 판매장은 2.2±0.8 수준으로 특히 위생복, 위생모자 등의 올바른 복장 착용에서 가장 낮은 점수(1.5±0.7)를 나타내었다. 제조회장관리 영역 평가 결과, HACCP 인증 판매장은 평균 2.9±0.5이었으나 미인증 판매장은 2.1±0.8 수준이었으며, 화장실 전용신발 구비 여부 및 축종별 칼, 도마 구분사용에서 가장 낮은 점수를 보였다. 시설기준에서는 HACCP 인증 판매장은 2.8±0.5이었고 미

인증 판매장은  $2.0 \pm 0.8$ 이었는데, 손 세척 및 소독시설 구비 부분에서 가장 낮은 점수를 보였다. 전체 평가항목의 평균 점수는 HACCP 인증 판매장은  $2.9 \pm 0.4$ 이었고 미인증 판매장은  $2.1 \pm 0.8$  수준으로 미인증 판매장의 위생관리 부분이 취약한 것으로 평가되었다.

#### IV. 적 요

식육은 미생물이 증식하는데 필요한 각종 영양소 및 수분이 풍부한 식품이다. 그러므로 식육은 도축, 운반, 가공, 판매 과정에서 미생물이 오염되거나 증식되기 쉽다. 이러한 이유로 가공 및 유통과정에서 병원성 미생물의 증식으로 인해 여러 나라에서 집단 식중독이 발생한다. 식육의 유통과정에서 식육 판매업소는 소비자와 직접적으로 접촉하는 최종 단계이므로 위생관리가 매우 중요하다. 한국에서 식육의 미생물 기준은 돈육의 경우 일반세균수는  $10^7$  CFU/g 이하, 대장균은  $10^4$  CFU/g 이하로 설정하여 이를 준수하도록 권장하고 있다 (식품의약품안전처, 2014). 본 연구에서 식육 및 제조환경에 대해 미생물검사 권장기준을 초과한 경우는 HACCP 미인증 업체에서 6건으로 나타났다. 원료 돈육의 일반세균수의 경우 HACCP 인증 판매장이 평균  $6.2 \times 10^5$  CFU/g 수준으로 모두 식약처 권장 범위였다. 그러나 미인증 판매장은 평균  $1.8 \times 10^6$  CFU/g 수준으로 식약처 권장기준을 초과한 판매장은 2곳이었다.

[Submitted, February. 28, 2019 ; Revised, April. 1, 2019 ; Accepted, May. 13, 2019]

#### References

1. Baek, S. H., S. C. Kang, W. C. Lee, and I. S. Nam. 2012. Effects of HACCP system implementation on domestic livestock products plants. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 32: 168-173.
2. Bernard, D. 1998. Developing and implementing HACCP in the USA. *Food Control.* 9: 91-95.
3. Chung, M. S. 1999. Application of HACCP system in the pork industry in Korea. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12: 253-260.
4. Codex Alimentarius Commission. 2001. Food hygiene basic texts. Codex Alimentarius Joint FAO/WHO food standards programs, 3<sup>rd</sup> Bernam Association, Lanham, MD.

5. FAO. 2003. Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system and guidelines for application.
6. Hayes, P. S., L. M. Graves, G. W. Aiello, B. Swaminathan, R. E. Weaver, J. D. Wanger, A. Schuchat, and C. V. Broome. 1991. Comparison of cold enrichment and US Department of Agriculture methods for isolating *Listeria monocytogenes* from naturally contaminated foods. The Lister study group. *Appl. Environ. Microbiol.* 57: 2109-2113.
7. Igor, T., K. Jelena, A. Aleksandra, S. Miroslava, M. S. Mariija, and D. Ilija. 2016. The effects of mandatory HACCP implementation on microbiological indicators of process hygiene in meat processing and retail establishment in Serbia. *Meat Sci.* 114: 54-57.
8. James, M. J. 1996. Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. *Food Control.* 7: 209-214.
9. Kang, C. K. and C. H. Hong. 2013. Evaluation of HACCP system implementation in meat packaging industry. *Korean J. Vet. Serv.* 36: 291-296.
10. Khatri, Y. and Y. Collins. 2007. Impact and status of HACCP in the Australian meat industry. *Br. Food J.* 109: 343-354.
11. Kim, J. H. and D. G. Yim. 2016. Assessment of the microbial level for livestock products in retail meat shops implementing HACCP system, *Korea J. Food Sci. An.* 36: 594-600.
12. MFDS. 2016. Food and drug statistical year book. Ministry of Food and Drug Safety, Korea.
13. MFDS. 2014. Microbiological examination tip in the meat. (No. 2014-135). Ministry of Food and Drug Safety, Korea.
14. Roger, J. L. and W. A. Nicewander. 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *Am. Statistic.* 42: 59-66.
15. Oh, Y. S. and S. H. Lee. 2001. Hygienic quality and distribution of pathogens during cut-meat processing. *J. Food Hyg. Safety.* 16: 96-102.
16. Ropkins, K. and A. Beck. 2000. Evaluation of worldwide approaches to the use of HACCP to control food safety. *Trends Food Sci. Tech* 200: 10-21.
17. Unnevehr, L. J. and H. H. Jensen. 1996. HACCP as a regulatory innovation to food safety in the meat industry. *Am. J. Agric. Econ.* 78: 764-769.
18. Yang, Y. M., J. W. Son, T. S. Choi, M. A. Park, J. Y. Kim, J. H. Lee, and B. W. Shin. 2013. A survey of the microbial contamination level in butcher's shop in Seoul, Korea. *Korea J. Vet. Serv.* 36: 203-208.
19. Yin, M., B. Yang, Y. Wu, L. Wang, H. Wu, T. Zhang, and G. Tuohetaribayi. 2016. Prevalence and characterization of *Salmonella enterica* serovar in retail meats in market place in Uighur, Xinjiang, China. *Food Control.* 64: 165-172.