

< Original Article >

## 인천지역 소 부산물의 미생물 및 Pb, Cd 오염도 조사

남지현\* · 정윤정 · 윤가리 · 홍성희 · 안은정 · 이정구 · 이성모

인천광역시보건환경연구원

### A survey for Pb, Cd and microbiological contamination from by-products of cattle in Incheon city

Ji-Hyeon Nam\*, Yun-Joung Joung, Ga-Ri Yun, Seong-Hee Hong,  
Eun-Jung Ahn, Jung-Goo Lee, Sung-Mo Lee

Incheon Metropolitan City Institute of Health & Environment, Incheon 404-812, Korea

(Received 6 August 2012; revised 26 August 2012; accepted 29 August 2012)

#### Abstract

This study was carried out to investigate the heavy metal and microbiological hazards on by-products (liver, omasum, small intestines) of cattle. From April to October in 2011, one hundred and twenty samples were equally collected from slaughterhouse and meat by-product markets in Incheon city. The total bacteria counts and *E. coli* count were applied to assess the microbiological quality. Food borne bacteria including *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* and *E. coli* O157:H7 were also determined. The results were obtained as follows: The undesirable grade (more than  $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup>) was detected in the by-product from 18.3% (slaughterhouse) and 23.3% (by-product markets). The frequency of generic *E. coli* (more than  $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup>) from the slaughterhouse was 20.0%, whereas that of the meat by-product markets was 26.7%. Of the samples from slaughterhouse, 3 (5.0%), 5 (8.3%), and 12 (20.0%) samples were contaminated with *Salmonella* spp, *S. aureus*, and *C. perfringens*, respectively. *S. aureus* and *C. perfringens* were also detected in 6 (10.0%) and 25 (41.7%) samples in the meat by-product markets, respectively. Nine of 11 *S. aureus* isolates harbored toxin gene. However, the *cpe* gene of *C. perfringens* was not detected among the 37 isolates. The detection rate was higher in August than in February, April and June. The levels of Cd and Pb in all the samples tended to be low (<0.2 mg/kg). This preliminary data could be used for legislation on the regulation and control of microorganism and heavy metal in by-products of cattle.

**Key words** : Cattle, Meat by-products, Chemical and microbiological hazards

## 서 론

식육부산물은 정육 및 지육을 제외한 것으로(식품의약품안전청, 2011) 우리나라에서는 심장, 폐장, 간장, 신장 등의 적색 내장과 위, 장 등의 백색 내장으로 분리된다. 식육부산물은 지방함량이 낮고 단백질, 미네랄, 비타민 등의 함량이 높아 일반 정육 못지않

게 많이 소비되고 있는데 이는 현재 우리나라에서 소 67,109톤, 돼지 178,597톤 정도의 식육 부산물이 수입되었고 전국 도축두수가 205,076두라는 국내 통계자료를 보면 잘 알 수 있다(농림수산검역검사본부, 2011). 그러나 이러한 식육부산물 소비량 증가에도 불구하고 국내는 식육의 미생물 기준만 있을 뿐 식육부산물에 대한 기준은 정해져 있지 않아 위생관리가 제대로 이루어지지 않게 되어 식중독 발생률 증가로 연결될 수 있는 가능성이 높다. 중금속 기준에 대해서는 국

\*Corresponding author: Ji-Hyeon Nam, Tel. +82-32-440-5573,  
Fax. +82-32-440-5582, E-mail. vethyun79@korea.kr

내 축산물의 납, 카드뮴 및 총수은의 허용기준이 신설되었음에도 불구하고 그 기준이 식육과 간과 신장의 식육부산물에 국한되어 있고(식품의약품안전청, 2011) 소장과 천엽에 대한 기준은 마련되어 있지 않은 실정이다.

따라서 이번 연구에서는 2011년 4월부터 10월까지 인천 지역 도축장 내 부산물처리장과 식육부산물 판매장에서 유통되고 있는 소장과 간과 천엽 표면의 위생지표세균 및 주요 식중독 원인균 검사와 더불어 카드뮴과 납에 대한 중금속 함량을 조사하여 식육부산물의 위생 실태를 파악하고 향후 축산물의 가공기준 및 성분규격 설정 등 제도개선 시 기초자료로 활용하고자 이번 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

2011년 4월부터 2개월 간격으로 6, 8, 10월에 인천 지역 소재 HACCP적용 도축장 내 부산물처리장 1개소와 식육부산물 판매장 1개소에서 소 간, 천엽, 소장 각각 20건씩을 수거하여 실험에 사용하였다.

### 시료채취

소 부산물에서 검체 채취는 Swab법(Kim 등, 2004; 농림수산검역검사본부, 2011; Kim 등, 2003; Kim 등, 2005a)을 사용하였다. 소 부산물은 당일도축 후 곧바로 내장적출실에서 멸균장갑을 끼고 무균적으로 시료를 채취 후 멸균비닐 bag에 담아서 완전히 묶고, 봉지를 다시 다른 봉지 안에 넣은 다음 휴대용 ice box에 5°C 냉장상태로 유지하여 6시간 내로 실험실로 운반하여 실험하였다. 식육부산물 판매장에서의 소 부산물은 도축장으로부터 냉장 상태로 운반되어 판매를 위해 수돗물로 세척된 것으로 위와 동일하게 채취 후 운반하여 실험하였다.

### 일반세균수 및 대장균수 검사

일반세균수 및 대장균수 검사는 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림수산검역검사본부, 2011)의 미생물 시험법에 의하여 실시하였다. 즉, 일반세균수와 대장균수는 채취한 시료액 10 ml와 희석액 90 ml를 혼합

한 후 멸균 생리식염수로 10배 단계 희석하여 aerobic count plate petrifilm (3M, USA)와 *E. coli* count plate petrifilm (3M, USA) 2매에 1 ml씩 접종·배양(37°C, 24시간) 후 생성된 집락수를 계수하여 산출하였다.

### 식중독균 검사

5종 식중독균 검사방법은 축산물의 가공기준 및 성분규격(농림수산검역검사본부, 2011) 중 축산물 시험방법. 9. 미생물시험법에 준하여 실시하였다. *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* 및 *Clostridium perfringens*의 최종 확인은 Vitek system (BioMérieux, France)를 이용하였고, *Listeria monocytogenes*와 *Escherichia coli* O157:H7은 각각 API *Listeria* 20 kit (BioMérieux, France)와 API ID 32E kit (BioMérieux, France)를 이용하여 최종 확인하였다.

### *Salmonella* 열청형 확인시험

균체 O 항원과 편모 H 항원을 이용한 열청응집검사를 통하여 살모넬라 열청형을 결정하였다(Kim 등, 2005b). 즉, Tryptic soy agar (TSA)를 이용하여 37°C에서 18시간 균을 배양한 후 슬라이드 응집반응 시험을 통하여 *Salmonella* O 항원의 결정을 확인하였다(Tsang 등, 1991). 국립보건연구원에서 생산하는 *Salmonella* A, B, C, D, E group, Vi, 6가지의 항열청을 이용하여 응집시험을 하였고, A~E 그룹 이외의 열청들은 미국 항열청(DIFCO, Maryland, USA)을 이용하여 시험하였다. Motility GI medium, Veal infusion broth (DIFCO, Maryland, USA)를 이용하여 37°C에서 18시간 균을 배양한 후 *Salmonella*의 H 항원 응집시험을 하였다. *Salmonella*의 H 항원 응집시험은 Kauffman-White scheme을 따라 하였다(Lee, 2009). 최종적으로 phase 1, 2에 대한 열청을 Motility GI medium에 흡수하여 확인시험을 하고 *Salmonella* 항원 표를 참조하여 열청형을 대조하였다(Patrick과 Francois-Xavier, 2007).

### PCR을 이용한 *S. aureus* 및 *C. perfringens* enterotoxin 검출

***S. aureus* enterotoxin 검출:** 분리된 균으로부터 G-spin genomic DNA Extraction Kit (Intron, Korea)를 이용하여 template DNA를 추출하였다(Lee 등, 2009).

PCR을 실시함에 있어서 *S. aureus* toxin 특이적인 primer는 (주)코젠바이오텍에 제조를 의뢰하였고, A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q 총 16개의 toxin gene을 분석하였다. PCR은 2× PCR Master Mix (코젠바이오텍, Korea)에 primer를 각각 5 μM 첨가하고, 각각의 *S. aureus* 균에서 추출한 template DNA를 2 μl씩 첨가한 후, pre-denaturation 95°C, 10분 후 95°C 30초, 58°C, 30초 및 72°C에서 30초로 35회 반복 실시하였다. *S. aureus* toxin의 DNA 증폭산물은 Lee 등 (2009)의 방법에 준하여 확인하였다.

**C. perfringens enterotoxin 검출:** 분리된 *C. perfringens*로부터 G-spin genomic DNA Extraction Kit (Intron, Korea)를 이용하여 template DNA를 추출하여, *C. perfringens*의 enterotoxin을 encoding하는 *cpe* gene을 PCR로 검출하였다. 프라이머는 Bioneer사(Korea)에 *cpe1* (5'-GGAGATGGTTGGATATTAGG-3')과 *cpe2* (5'-GGA-CCAGCAGTTGTAGATA-3') (Meer와 Songer, 1997) 제작을 의뢰하여 사용하였고, 10× PCR buffer, 2.5 U Taq polymerase (Takara, Japan), primer (10 pmol) 각 1 μl, template DNA 1 μl를 넣어 총 20 μl가 되게 조정하였다. 94°C에서 2분간 pre-denaturation, 94°C에서 1분간 denaturation, 55°C에서 1분간 annealing, 72°C에서 1분간 extension 과정을 30회 반복 후 마지막으로 extension 과정을 10분간 실시하였다. PCR product는

Lee 등(2009)의 방법에 준하여 확인하였다.

**카드뮴과 납 중금속 검사**

카드뮴과 납에 대한 검사는 건식 분해법(Om 등, 1993; Jorhen 등, 1991)을 사용하여 시료용액을 조제한 후 유도결합플라즈마 발광광도법(ICP, Inductively Coupled Plasma, Perkin-Elmer, US/Optima 5300DV, USA)으로 측정하였으며 그 조건과 미량원소 용액 농도 및 ICP의 분석파장은 Table 1과 같은 조건으로 수행하였다.

**결 과**

**일반세균 및 대장균 오염도**

인천지역 도축장 내 부산물처리장의 식육부산물 60건과 식육부산물 판매장 식육부산물 60건에 대한 오염지표 세균수를 측정한 결과, 도축장 식육부산물의 18.3% (11/60), 식육부산물 판매장 식육부산물의 23.3% (14/60)가 농림부에서 고시한 도축단계 소고기 일반세균수 권장기준( $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하)을 초과하였고, 도축장 식육부산물의 20.0% (12/60), 식육부산물 판매장 식육부산물의 26.7% (16/60)가 소고기 대장균수 권장기준( $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하)을 초과하였다(Table 2).

**Table 1.** Operation condition of ICP for trace metals

Element	Concentration of solutions (mg/kg)	Wavelength (nm)	Parameters	Value
Cd	0.01, 0.05, 0.1, 0.2	228.802	Flush time	35 sec
			Integration	30 sec
			Flood power	1,200 Watts
Pb	0.1, 0.5, 1.0, 2.0	220.353	Auxiliary flow	0.2 L/min
			Reflected power	1.2 KW
			Nebulizer flow	0.65 L/min
			Coolant flow	4.0 L/min

**유통 단계별 식중독 세균의 오염도**

4월부터 10월까지 2개월 간격으로 식중독균을 검사한 결과 Table 3과 같이 식중독균은 도축장에서 평균 5건, 식육부산물 판매장에서 평균 7.8건으로 조사되었으며 월별로는 8월이 11건으로 가장 높게 나타났으며 4월이 3.5건으로 가장 낮았다.

식육부산물 120건에 대하여 도축단계, 소비단계로 구분하여 검사한 결과 도축단계에서 33.3% (20/60),

**Table 2.** Prevalence of total bacteria counts and *E. coli* from surfaces of by-product surfaces (liver, omasum and small intestines) in cattle

Stages	Items	No. of samples tested	No. of positive sample (CFU/cm <sup>2</sup> )					
			≤10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup> ~ ≤10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> ~ ≤10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> ~ ≤10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> ~ ≤10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
Slaughter-house	Total bacterial counts	60	8		5	24	12	11
	<i>E. coli</i>	60	31	17	7	5		
Meat by-product market	Total bacterial counts	60	9		7	15	15	14
	<i>E. coli</i>	60	35	9	12	4		

**Table 3.** The isolation rates of pathogenic microorganism in meat by-products

Stages	Month (%)				Mean (%)
	April	June	August	October	
Slaughter-house (n=60)	4 (6.7)	3 (5.0)	13 (21.7)	0 (0.0)	5.0 (8.3)
Meat by-product store (n=60)	3 (5.0)	8 (13.3)	9 (15.0)	11 (18.3)	7.8 (13.0)
Average	3.5 (2.9)	5.5 (4.6)	11 (9.2)	5.5 (4.6)	6.4 (5.3)

**Table 4.** The isolation rates of food borne pathogen from meat by-products in cattle

Stages	Items	No. of samples tested	No. of isolates (%)					
			Ec	Sal	Lm	Sa	Cp	Total
Slaughter-house	Liver	20	0	0	0	1 (5.0)	4 (20.0)	5 (25.0)
	Omasum	20	0	2 (10.0)	0	0	6 (30.0)	8 (40.0)
	Small intestine	20	0	1 (20.0)	0	4 (20.0)	2 (10.0)	7 (35.0)
Subtotal		60	0	3 (5.0)	0	5 (8.3)	12 (20.0)	20 (33.3)
Meat by-product market	Liver	20	0	0	0	2 (10.0)	10 (50.0)	12 (60.0)
	Omasum	20	0	0	0	3 (15.0)	4 (20.0)	7 (35.0)
	Small intestine	20	0	0	0	1 (5.0)	11 (55.0)	12 (60.0)
Subtotal		60	0	0	0	6 (10.0)	25 (41.7)	31 (51.7)
Total		120	0	3 (2.5)	0	11 (9.2)	37 (30.8)	51 (42.5)

Ec: *E. coli* O157:H7, Sal: *Salmonella* spp., Lm: *L. monocytogenes*, Sa: *S. aureus*, Cp: *C. perfringens*.

소비단계에서 51.7% (31/60)의 식중독균 오염이 확인되었다. *C. perfringens*가 30.8% (37/120)로 가장 높은 검출 빈도를 보였고, *S. aureus* 9.2% (11/120), *Salmonella* spp. 2.5% (3/120) 순으로 검출되었다. 두 가지 이상의 균이 중복 검출된 시료는 4건이었고, *E. coli* O157:H7과 *L. monocytogenes*는 검출되지 않았다 (Table 4).

### Salmonella 열청형

살모넬라로 분리된 3주에 대한 열청 시험 결과 O 항원 그룹은 C와 E에 속하는 균들이었고, 균주 모두 *Salmonella enterica* subsp. *enterica*의 열청형에 속하는 균주였으며, *S. Densau* 2주, *S. Infantis* 1주가 식육 부산물에서 분리되었다.

### PCR을 이용한 *S. aureus* enterotoxin 검출률

부산물에서 분리한 *S. aureus* 11주 중 9주(81.8%)에서 enterotoxin 생성능이 있는 것으로 확인되었다. Enterotoxin 중 type으로는 E, G, O, Q가 6주로 가장 많았으며, type D는 4주, type B, I, J, P는 3주로 조사되었다. 반면 type A, C, H, K, L, M, N을 생성하는

균주는 확인되지 않았다(Fig. 1, 2).

### PCR을 이용한 *C. perfringens* enterotoxin 검출률

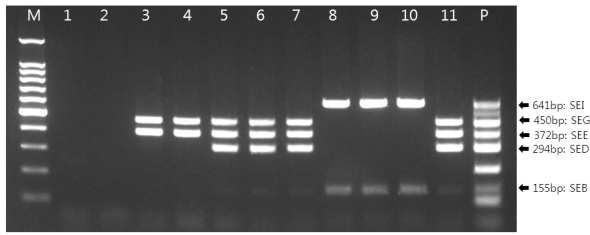
부산물에서 분리한 *C. perfringens* 37주 중 *cpe* gene은 검출되지 않았다.

### 납과 카드뮴 검출률

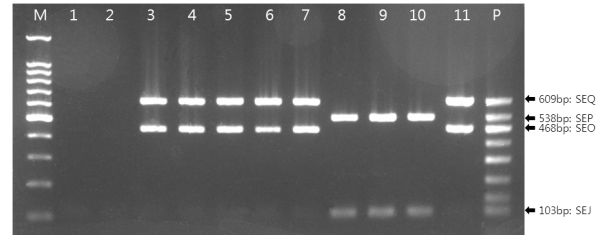
이번 실험에서 조사된 납의 잔류함량은 도축장 식육부산물에서 Cd은 0~0.046 (평균 0.006 mg/kg), Pb은 0~0.181 (평균 0.030 mg/kg)이었고, 식육판매장 식육부산물에서 Cd은 0~0.031 (평균 0.005 mg/kg), Pb은 0~0.108 (평균 0.030 mg/kg)이었다(Table 5).

## 고 찰

국민소득수준의 향상으로 식품의 고품질 및 안전성에 관한 요구가 증가하고 있는데(Kim 등, 2004) 반해 식육부산물의 미생물 오염도에 대한 국내 조사는 거의 보고된 바 없기에 이번 연구에서는 인천지역 도축장과 식육부산물 판매장에서의 판매중인 식육부산



**Fig. 1.** Multiplex PCR amplification of *S. aureus* enterotoxin I, G, E, D, B. Lane M: DNA size marker (1-kb ladder), lanes 1 to 2: Liver in meat by-product market (February), lane 3: The small intestine in slaughterhouse (February), lane 4: Liver in meat by-product market (April), lane 5 to 7: Omasum in meat by-product market (June), lane 8 to 10: The small intestine in slaughterhouse (June), lane 11: The small intestine in meat by-product market (August), P: positive control.



**Fig. 2.** Multiplex PCR amplification of *S. aureus* enterotoxin Q, P, O, J. Lane M: DNA size marker (1-kb ladder), lanes 1 to 2: Liver in meat by-product market (February), lane 3: The small intestine in slaughterhouse (February), lane 4: Liver in meat by-product market (April), lane 5 to 7: Omasum in meat by-product market (June), lane 8 to 10: The small intestine in slaughterhouse (June), lane 11: The small intestine in meat by-product market (August), P: positive control.

**Table 5.** The concentrations of heavy metals in meat by-product

Stages	Items	No. of samples tested	Cd (mg/kg)			Pb (mg/kg)		
			Min	Max	Mean±SD	Min	Max	Mean±SD
Slaughter-house	Liver	20	0.001	0.046	0.0114±0.0105	0.038	0.149	0.0593±0.0297
	Omasum	20	N.D.*	0.009	0.0011±0.0020	N.D.	0.181	0.0165±0.0405
	Small intestine	20	N.D.	0.018	0.0045±0.0041	N.D.	0.018	0.0154±0.0199
Meat by-product store	Liver	20	0.005	0.031	0.0109±0.0064	0.034	0.086	0.0595±0.0151
	Omasum	20	N.D.	0.002	0.0004±0.0319	N.D.	0.108	0.0163±0.0319
	Small intestine	20	N.D.	0.007	0.0024±0.0200	N.D.	0.060	0.0151±0.0200

\*Not detected.

물에 대한 식중독균을 포함하여 미생물 및 카드뮴과 납의 오염도를 조사하였다.

이번 연구에서는 식육부산물 표면의 20.8% (25/120)가 농림부에서 고시한 도축단계 소고기 일반세균수 권장기준( $10^5$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하)을 초과하였고, 23.3% (28/120)가 소고기 대장균수 권장기준( $10^2$  CFU/cm<sup>2</sup> 이하)을 초과하였다. 서울지역에서 도축된 소 도체 표면의 미생물 오염도 조사(Kim 등, 2005a; Kim 등, 2004; Ra 등, 2002)에서는 일반 세균수는 모두 권장기준 이내였고, 다만 Ra 등(2002)이 시료 중 1.8%가 대장균수 권장기준을 초과하였다고 보고한 바 있다. 이번 연구에서는 식육부산물 표면의 오염도를 조사하였기 때문에 단순 비교는 어려우나 부산물의 특성상 처리 과정에서 도체 표면보다 미생물에 오염될 가능성이 더 많기 때문에 매우 높은 오염도를 나타낸 것으로 생각한다. 식육부산물의 미생물 오염도를 줄이기 위한 대안으로는 첫째, 식육부산물에 대한 미생물 기준을 마련하기 위해서 부산물 생산 공정에 대한 지속적인 모니터링 검사가 필요하고 둘째, 작업장 시설의 위생적인 설계, 위생관리, 공정관리 등 선행요건을 개선해

야 하며 업체에 적합한 HACCP 프로그램이 작성되어 계획대로 준수하여 운영되고 있는지 평가하고 지적된 내용은 반드시 개선 조치가 이루어졌는지 확인하여야 할 것이다. 또한, 유통단계인 식육판매장의 위생환경 개선을 위해서 2011년 서울지역 식육판매업소의 식육과 식육처리기구에서 미생물 검사를 한 Jeon 등(2011)의 조사와 같은 추가적인 연구를 통해 식육판매장의 기구별 관리방법 및 검사 기준 마련이 필요하며 식육판매장의 자체위생관리기준(SSOP) 운영실태를 확인하고 또한, 종사자의 위생복·위생화 착용 등 위생교육에도 힘써야 할 것으로 생각한다.

2010년 농림수산검역검사본부에서 전국에서 도축된 소 9,713건 중 0.04%에서 *Salmonella* spp.가 검출되었다고 보고하였는데, 이번 연구에서는 도축장에서 채취한 식육부산물에서 2.5% (3/60)가 검출되어 비교적 높은 수치를 나타냈으므로 도축장에 대한 감시체계강화가 필요할 것으로 생각한다. Park 등(2002)은 2000년 광주지역 도축장, 운반·가공단계, 소비단계 등 유통 단계별로 소고기의 병원성 미생물을 검사하였는데 도축과 운반·가공단계의 식육에서는 검출되

지 않았으나, 소비단계에서는 *Salmonella* spp.가 2.9% 검출되었다고 보고한 바 있다. 한편, 이번 연구에서는 도축단계의 식육부산물에서 *S. enterica* subsp. *enterica*가 2.5% (3/60) 검출되었으나 소비단계의 식육부산물에서는 검출되지 않았다. 이는 도축장의 내장 세척용 수조에서 일차 세척하여 내장에 붙은 이물과 분비물을 제거한 후 냉장상태로 운반하였고 판매장에서 판매를 위해 외관상 깨끗이 하고자 또다시 세척을 여러 번 반복했기 때문인 것으로 생각한다. *C. perfringens*는 도축장과 식육부산물 판매장 식육부산물 표면에서 각각 20.0% (12/60), 41.7% (25/60)씩 분리되었다. 이는 서울지역 도축장에서 채취한 소 도체표면을 이용한 채 등(2006)의 결과인 3.2% (30/925)보다 10배 정도 높은 수치였다. 이러한 차이를 보이는 이유는 *Clostridium* spp.는 정상세균총으로 위장관내에 상당수가 질병을 일으키지 않고 존재할 수 있고 (Jones과 Hunt, 1983), 세척을 반복해도 위장관 점막에 붙어 떨어지지 않을 수 있어서 식육 표면에서보다 많이 검출된 것으로 생각한다. Chae 등(2006)과 이번 연구에서 *C. perfringens* enterotoxin 유전자 검출 결과 식중독을 일으키는 *cpe* gene은 분리되지 않았다. *C. perfringens*의 *cpe* gene에 대한 분리 연구는 검사방법이 까다롭다고 분리 한계가 있어 국내에서는 현재까지 이번 연구를 포함하여 2건의 연구가 보고된 실정이다. 그러나 *C. perfringens*의 *cpe* gene은 사람에서 조직 독성과 위장관 질병의 중요한 원인이 되는 강력한 장독소이며(Waters 등, 2003; Wen, 2003), 육류식품에 오염되어 *C. perfringens*에 의한 식중독이 흔할 것으로 예상되어 앞으로 도체 표면에서도 지속적인 검사가 필요할 것으로 생각한다.

*S. aureus*는 도축장과 식육부산물 판매장 식육부산물 표면에서 각각 8.3% (5/60), 10.0% (6/60)씩 분리되었다. 이는 2000년 광주지역 도축장, 운반·가공단계, 소비 단계에서 각각 채취한 소 도체 중 도축단계에서 5%, 소비단계에서 7%를 검출한 Park 등(2002)과 2010년 부산지역 관내 도축장에서 채취한 소 도체 중 5.6%를 검출한 Lee 등(2010)과 비교해 볼 때 다소 높게 분리되었다. *S. aureus* enterotoxin 검출 결과 이번 실험에서는 enterotoxin 산생능이 확인된 균주 9주 중에서 type E, G, O, Q가 6주로 가장 많이 나타났다.

부위별로 살펴보면, *S. aureus*가 생산하는 enterotoxin이 소장의 경우 5건이 검출되어 12.5% (5/40)로 부산물 부위 중 가장 높은 검출률을 보였다. Enterotoxin이 100°C에서 30분간 가열하여도 파괴되지 않는

점을 고려할 때 소장 중에 균이 증식하여 enterotoxin을 생성하였다면 조리 후에도 식중독의 위험성을 가지게 되므로 *S. aureus*의 오염을 낮추기 위한 노력이 필요할 것이다(한국수의공중보건학회, 1996).

식중독균의 월별 분리율을 보면 8월에 도축장 부산물 오염도가 높았는데 그 이유는 기온상승으로 축산물의 안전성이 낮아졌을 뿐만 아니라 작업장의 위생상태도 낮아졌을 가능성이 높기 때문이고, 10월에 판매장 부산물 오염도가 높았는데 그 이유는 가을이 되면서 기온이 내려감에 따라 판매장에서 여름보다 냉장관리를 소홀히 했을 가능성이 있기 때문인 것으로 생각한다.

EU와 Codex에서는 소, 돼지, 양 및 가금류고기의 위해 중금속인 납과 카드뮴의 기준을 0.1과 0.05 mg/kg 이하로 규정하고 있고 우리나라는 축산물 중 중금속에 대한 잔류허용기준이 2010년 4월 신설되어 소 및 돼지고기에 대해 납은 0.1 mg/kg 이하, 카드뮴은 0.05 mg/kg 이하, 소 및 돼지 간에 대해 납은 0.5 mg/kg 이하, 카드뮴은 0.5 mg/kg 이하, 소 및 돼지 신장에 대해 납은 0.5 mg/kg 이하, 카드뮴은 1.0 mg/kg 이하로 규정하고 2011년 1월부터 시행하였다. 이번 조사에서는 납의 잔류함량은 0~0.181 mg/kg, 카드뮴의 잔류함량은 0~0.046 mg/kg로 외국이나 우리나라의 축산물에서의 허용기준 등과 비교할 때 매우 낮은 수치였다. 2009년 서울시 소재 도축장에서 채취한 소 도체를 사용한 Choi 등(2010)은 납의 함량이 0.011~0.211 mg/kg, 카드뮴의 함량은 0~0.004 mg/kg 검출되었다고 보고하였는데 이번 실험결과 보다는 높은 수치였다.

이상의 결과를 살펴보면 우리나라는 내장 등 식육부산물을 식용하는 국가이므로 이번 연구에서 식육부산물에서 카드뮴, 납의 함량은 낮은 수준으로 검출되었으나, 미생물오염도가 도축단계 소고기에서의 농립수산물식품부 권장기준과 비교할 때 매우 높았으므로 식육부산물의 오염이 작업장 환경이나 세척·소독방법, 작업자의 위생관리수준 등 여러 요인에 의해 영향 받을 수 있는 만큼 관리방법 및 위생검사기준 마련을 하여 국가적인 차원에서 지속적으로 감시를 하여야 할 것으로 생각한다. 또한, HACCP을 실시하기 어려워 위생관리가 취약한 업소에 SSOP 운영에 대한 적극적인 교육과 홍보를 하여 SSOP 운영을 하도록 하고 종사자의 위생의식과 판매업소의 위생환경을 개선시켜 나가야 할 것이다.

## 결 론

인천시 소재 도축장 내 부산물처리장과 식육부산물 판매장에서 각 60건의 식육부산물표면에 대해 오염지표세균, 병원성미생물 및 중금속 오염을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 일반세균수(CFU/cm<sup>2</sup>)는 도축단계 소고기에서의 농립부 권장기준인 10<sup>5</sup> CFU/cm<sup>2</sup> 이하를 초과하는 도축장의 식육부산물이 18.3% (11/60), 식육부산물 판매장 식육부산물이 23.3% (14/60)로 나타났으며 대장균수는 10<sup>2</sup> CFU/cm<sup>2</sup> 이하를 초과하는 도축장의 식육부산물이 20.0% (12/60), 식육부산물 판매장 식육부산물의 26.7% (16/60)로 나타났다. 식육부산물 표면에서 5종 식중독 세균의 검출결과는 총 42.5% (51/120)로 나타났다. 도축장 식육부산물에서 60건 중 20건(33.3%)이 검출되었으며 식육부산물 판매장 식육부산물에서 60건 중 31건(51.7%)이 검출되었다. *Salmonella* spp. 2.5% (3/120), *S. aureus* 9.2% (11/120), *C. perfringens* 30.8% (37/120)가 검출되었고, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7은 검출되지 않았다. 월별 분리율을 보면 8월에 9.2% (11/120)로 분리가 가장 많이 되었으며 실험에서 분리된 *S. aureus* 11주에 대한 enterotoxin 생성능 검사결과 9주(81.8%)에서 enterotoxin 생성능이 확인되었다. 9주가 생성하는 enterotoxin 중 type E, G, O, Q가 6주로 가장 많이 나타났다. 실험에서 분리된 *C. perfringens* 37주에 대한 *cpe* gene은 분리되지 않았다. 중금속 검사 결과, 도축장 식육부산물에서 Cd은 0~0.046 (평균 0.006 mg/kg), Pb은 0~0.181 (평균 0.030 mg/kg)이었고, 식육판매장 식육부산물에서 Cd은 0~0.031 (평균 0.005 mg/kg), Pb은 0~0.108 (평균 0.030 mg/kg)이었다.

## 참 고 문 헌

- 농림수산검역검사본부. 2011. 축산물의 가공기준 및 성분규격. 농림수산검역검사본부 고시 제 2011-43호.
- 식품의약품안전청. 2011. 식품공전.
- 한국수의공중보건학회. 1996. 한국수의공중보건학. pp. 242-245. 문운당, 서울.
- Chae HS, Kim YH, Kim JY, Kim JH, Kim GH, Choi TS, Shin BW, Lee DJ, Lee JH. 2006. Isolation and characterization of *Clostridium perfringens* on bovine and porcine carcass. Korean J Vet Serv 29: 97-102.
- Choi YH, Kim YJ, Lee KH, Kang YI, Lee JH. 2010. Determination of heavy metal contents in meats. Korean J Vet Serv 33: 299-302.
- Jeon HC, Kim JE, Son JW, Chae HS, Jin KS, Oh JH, Shin BW, Lee JH. 2011. Evaluation of the microbial contamination status and sanitation practice level in butcher's shops in Seoul. Korean J Vet Serv 34: 409-416.
- Jones TC, Hunt RD. 1983. Diseases due to simple bacteria. pp. 578-587. Veterinary Pathology. Lea & Febiger, London.
- Jorhen L, Slorach S, Sundstrom B. 1991. Lead, cadmium, arsenic, and mercury in meat, liver and kidney of Swedish pigs and cattle in 1984-1988. Food-Addit-Contam 8: 201-211.
- Kim E, Ra IT, Gi RJ, Lee JH. 2004. Microbiological quality on surfaces of beef and pork carcasses in Seoul. Korean J Vet Serv 27: 1-6.
- Kim JY, Lee JH, Gi NJ, Lee JH. 2005a. Microbiological quality and detection of pathogenic microorganisms in slaughtered meat in Seoul area. Korean J Vet Serv 28: 215-223.
- Kim SH, Kim S, Lee SW, Kang YH, Lee BK. 2005b. Rapid serological identification for monophasic *Salmonella* serovars with *hin* gene-specific polymerase chain reaction. Bacteriol Virol 35: 291-297.
- Kim SH, Na KB, Yang SM, You JY, Bae YJ, Choi YT. 2003. Survey of bacterial contamination of chicken meat. Korean J Vet Serv 26: 221-225.
- Lee DY. 2009. Serotyping of *Salmonella* spp. (Standard Operating Procedure: KCDC-Sal-SE SOP 003). KCDC, Seoul, Korea.
- Lee WW, Jung BY, Kim SH, Lee SM, Lee GR, Kim GH, Kim YH. 2010. Isolation of *Staphylococcus aureus* and detection of enterotoxin from pigs and cattle carcass by PCR. Korean J Vet Serv 33: 255-261.
- Lee WW, Lee SM, Lee GR, Lee DS, Park HK. 2009. Identification of *Salmonella* Enteritidis and *S. Typhimurium* by multiplex polymerase chain reaction. Korean J Vet Serv 32: 147-153.
- Meer RR, Songer JG. 1997. Multiplex polymerase chain reaction assay for genotyping *Clostridium perfringens*. AJVR 58: 702-705.
- Om AS, Jang JO, Ko YS. 1993. Study on comparison of the amount of trace metals in edible viscera. Korean J Soc Food Sci 9: 195-197.
- Park SD, Kim YH, Koh BRD, Kim CH, Yoon BC, Kim CK. 2002. A study on the contamination level of pathogenic microorganism in beef distribution stages. Korean J Vet Serv 25: 117-126.
- Patrick ADG, Francois-Xavier W. 2007. Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars. 9th. WHO Collaborating Centre for Reference on *Salmonella*. Institute Pasteur, Paris, France.
- Ra IT, Rhim HG, Jo MY, Lee YS, Lee BD. 2002. Survey of microbiological quality and detection of pathogenic microorganisms on the surface of slaughtered beef and pork products. Korean J Vet Serv 25: 9-14.
- Tsang RS, Chan KH, Lau NW, Choi DK, Law DK, Ng MH. 1991. Characterization of murine monoclonal antibodies against serogroup B *Salmonella* and application as serotyping reagents. J Clin Microbiol 29: 1899-1903.

- Waters M, Savoie A, Garmory HS, Bueschel D, Popoff MR, Songer JG, Titball RW, McClane BA, Sarker MR. 2003. Genotyping and phenotyping of beta 2-toxigenic *Clostridium perfringens* fecal isolates associated with gastrointestinal diseases in piglets. J Clin Microbiol 41: 3584-3591.
- Wen Q, Miyamoto K, McClane BA. 2003. Development of a duplex PCR genotyping assay for distinguishing *Clostridium perfringens* type A isolates carrying chromosomal enterotoxin (*cpe*) genes from those carrying plasmid-borne enterotoxin (*cpe*) genes. J Clin Microbiol 41: 1494-1498.