

인천지역 도축장 소고기 위생실태 조사

정윤정*¹⁾, 김도현, 김민석, 라도경, 김경호, 권문주
인천보건환경연구원 축산위생과, ¹⁾정밀검사과

The Survey of Beef Hygiene at Slaughterhouse in Incheon

Yun-Jeong Jeong*¹⁾, Do-Hyeon Kim, Min-Suek Kim, Do-kyung Ra, Kyung-Ho Kim, Mun-Ju Kwon

¹⁾Division of Precision Inspection, Incheon Research Institute of Public Health and Environment
Division of livestock Products Sanitation Management, Incheon Research Institute of Public Health and Environment

Abstract

Food poisoning caused by microorganisms worldwide is increasing in frequency, and the size of the food poisoning tends to be grouped and enlarged. In Korea, the number of food poisoning patients due to antibiotic-resistant bacteria contaminated with livestock products is approaching 30,000 annually. In order to secure the safety of livestock products, it should be managed from the slaughter stage, which is converted from livestock to meat. This study was conducted to find control points by classifying the surface of beef carcasses by contamination factors, collecting samples, and identifying the degree and cause of contamination by parts. As a result of the study, it was confirmed that the highest level of bacterial contamination was found in the area in contact with the floor. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) was most detected in the region close to the anus with a detection rate of 7 %. In order to prevent food poisoning derived from livestock and to produce safe meat, it is necessary to improve the management method, cleaning method and facilities for floor contact during the slaughter process.

Key words : EHEC, food poisoning, contamination, slaughterhouse

I. 서론

전 세계적으로 미생물에 의한 식중독은 발생 빈도가 증가하고 그 규모는 집단화, 대형화되는 추세이다. 최근 한국식품커뮤니케이션 포럼은 축산물에 오염된 항생제 내성 식중독균으로 인한 식중독 환자 수가 연간 3만명에 육박한다고 발표하였다(Kofrum, 2021). 식육을 비롯한 대부분의 축산식품은 고단백 영양식품인 반면 부패와 변질이 쉽고, 동물 분변에 존

재하는 식중독 관련 세균에 직간접적으로 오염되기 쉽기 때문에 집단 식중독 사고의 주요 원인으로 지목되고 있다(Lund B.M. et al., 2000).

축산식품과 식중독 세균 조합의 위험순위를 확인하기 위해 2008년~2012년 식중독 사고에 대한 보고서를 분석한 연구 결과 관리 우선순위 첫 번째가 *Campylobacter*-계육이고 두 번째 *Salmonella*-식용란, 세 번째 *Enterobacter*

sakazakii-조제분유, 네 번째 Pathogenic *E. coli*-분쇄가공육, 다섯 번째가 Pathogenic *E. coli*-식육이라고 제시되었다(Hong SH et al., 2015).

위험도 Top 5에 속하는 원료축산물의 안전 확보를 위해서는 가축에서 축산물로 전환되는 도축장에서부터 철저한 위생관리가 필요하다.

도축 과정은 도살 후 방혈을 시작으로 박피를 거쳐 내장 적출과 분할, 세척 등으로 진행되는데 도축공정이 진행되는 과정에서 체표면의 오염이 발생하는 것으로 보여진다. 특히 소고기의 경우 도체의 부피가 크고 도축공정이 다단계로 진행되어 오염 발생요인이 많으므로 주된 오염 요인을 단계별로 파악하여 관리하는 것 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 도축된 소고기 지육 표면을 오염 요인 별로 구분하여 시료를 채취하고 각 부위별 오염의 정도와 원인을 파악하여 요인별 관리점을 찾아 개선하고자 실시하게 되었다.

II. 연구대상 및 방법

2.1. 시료채취

조사는 2021년 2월부터 11월까지 인천 관내 도축장에서 도축된 소 지육을 대상으로 검사 하였다. 시료는 예상되는 오염요인에 따라 식육을 5개 부분으로 나누어 채취하였으며, 매일 소 10두의 식육에서 채취하여 50건의 시료를 검사하였다. 시료 채취 부위는 분변 오염이 의심되는 항문주위 부분과 손이나 기계 톱 접촉 오염이 의심되는 등심절단면, 외부 오염은 적지만 세척이 어려울 것으로 예상되는 횡격막 안쪽 안창 부위, 도체 간 접촉 오염이 의심되는 어깨나 등 부위, 작업장이나 냉장시설 바닥오염이 의심되는 목이나 앞다리 끝 부위를 선정하였다(Fig. 1). 채취 시점은 도축 후 심부까지 적정 온도로 냉장이 완료되고 경매가 진행되기 전에 실시하였다.

2.2. 검사방법

시험용액은 대상 부위의 일정면적(약 100 cm²)을 희석액(BPW)으로 적신 멸균 거어즈로 문질러 총 희석액 10 mL에 넣고 강하게 진탕하는 Swab 방법을 활용하여 제조하였고, 시험용액을 이용하여 지표세균 2종(일반세균, 대장균)과 식중독 원인균 4종을 각각 검사하였다.

식중독 원인균 4종에는 장출혈성 대장균(EHEC, Enterohemorrhagic *Escherichia coli*)과 황색포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 리스테리아(*Listeria monocytogenes*), 살모넬라균(*Salmonella* spp.)이 해당된다.

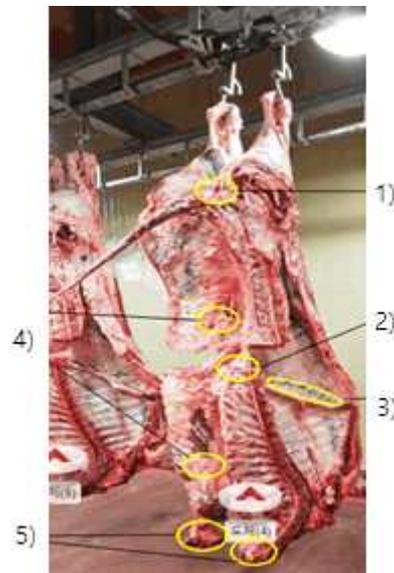


Fig. 1. Description of sampling site. 1) perianal surface, 2) sirloin cut surface, 3) inside the diaphragm, 4) shoulder or back, 5) neck or leg amputation

지표세균 검사는 3M사의 petrifilmTM 제품을 이용하여 식품공전의 건조필름법으로 실시하였고, 식중독 원인균 검사는 식품공전에 수록되어 있는 방법에 따라 배양하고(table 1), 의심집락에 대해 Vitek II 기기를 이용한 생화학 검사와 PCR을 통한 유전자 확인 검사를 진행하였다.

Table 1. Culture and confirmation method for target bacteria

Test Stage		<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Listeria monocytogenes</i>	EHEC
M E T H O D	enrichment	TSB ¹⁾ add 10 % NaCl 37 °C, 24 H	BPW ²⁾ 37°C, 24 H	Listeria enrichment broth 30 °C, 24 H	mTSB ⁶⁾ 37 °C, 24 H
			TT ³⁾ 37 °C, 24 H & RV ⁴⁾ 42 °C, 24 H	Fraser broth 37 °C, 24~48 H	
	separate	Baird-Parker agar, 37 °C, 24 H	XLD ⁵⁾ & Chrom salmonella plus agar, 37 °C, 24 H	PALCAM 37 °C, 24 H	TC-SMAC ⁷⁾ & BCIG ⁸⁾ 37 °C, 24 H
confirm	Vitek II	Vitek II	Vitek II	PCR & Vitek II	

1) Tryptic Soy Broth, 2) Buffered Peptone Water, 3) Tetrathionate, 4) Rapaport-Vassiladis broth, 5) Xylose Lysin Deoxycholate agar, 6) Modified Tryptic Soy Broth, 7) Tellurite Cefixime-Sorbitol MacConkey Agar, 8) Tryptone Bile Glucuronide Agar

2.3. 오염 순위 분석

시료별 위험도 순위를 확인하기 위해 지표세균 2종에 각 10점, 식중독균 4종에 각 20점의 score를 부여하여 순위별 감점하는 방식으로 위험도를 분석하였다. 즉 일반세균과 대장균은 가장 검출이 적은 시료에 10점 부여, 그 다음 순위 2.5점 감점하는 방식으로 점수를 부여하였고, 그 외 식중독균은 불검출 시료에 20점을 부여하고 단계별로 5점씩 감점하여 점수를 부여하였다. 단, 대장균 검사의 경우 평균집락수와 최대 검출수가 각각 근소한 차이로 두 시료에서 교차된 결과를 보여 동점을 부여하였다.

일반세균수 권장 기준은 1×10^5 이하이다. 검사 결과 향문주위 시료에서 14건, 목·다리 끝 시료에서 41건이 권장기준을 초과하는 것으로 나타났다(table 4).

대장균수 검사 결과 평균 집락수는 향문주위 표면 시료에서 40.0 CFU로 높게 나타났지만 대장균이 검출된 89두 중 33두에서 최대 집락수를 나타냈고, 45두는 목·다리 끝 시료에서 최고 집락수가 측정되었다. 또한 관련 규정의 대장균수 권장 기준은 1×10^2 이하이나 향문주위 시료에서 10건, 목·다리 끝 시료에서 15건이 이를 초과한 것으로 검사되었다(table 5).

III. 결과 및 고찰

3.1. 지표세균 검사 결과

일반세균수 검사 결과 바닥과 접촉오염이 다발하는 목·다리끝 부분이 평균 집락수 3.2×10^5 CFU로 가장 높은 수치로 검출되었으며, 검출된 도체 99개 중 70개의 식육에서 해당 시료에서 다른 부위 검출량 보다 많은 최고 집락수를 나타냈다. 식육 중 미생물 검사에 관한 규정에서 제시하는 도축장 소고기의

3.2. 대상 식중독균 검사 결과

식중독 원인균 검사에서 황색포도알균은 도체 간 접촉부인 어깨·등 시료에서 1건, 목·다리 끝 시료에서 1건이 검출되었고, 살모넬라균과 리스테리아는 검출되지 않았다. 장출혈성대장균은 10건이 검출되었고 이중 7건은 향문주위 시료, 3건은 목·다리 끝 시료에서 검출되었다(table 2).

3.3. 결과분석 및 고찰

Table 2. Table of test results

Sample	Test	Number of standard bacteria		Number of <i>E. coli</i>		Number of detection			
		ANC ¹⁾ (CFU ²⁾ correction ³⁾	meximum number	ANC(CFU) correction	meximum number	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Listeria monocytogenes</i>	EHEC
Beef meat	perianal surface	5.8×10^4	23	40.0	33	0	0	0	7
	sirloin cut surface	4.4×10^3	2	4.1	7	0	0	0	0
	inside the diaphragm	2.1×10^3	2	2.8	3	0	0	0	0
	shoulder or back	5.7×10^3	2	0.9	1	1	0	0	0
	neck or leg amputation	3.2×10^5	70	39.8	45	1	0	0	3
합계		-	99	-	89	2	0	0	10

1) ANC : Average number of colonies, 2) CFU : Colony-Forming Unit의 약자 집락형성단위
 3) correction(보정) : 검출값 중 최대 · 최소값 제외

Table 3. Score analysis table for test results

Sample	score	Standard bacteria	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Listeria monocytogenes</i>	EHEC	Total
perianal surface		2.5	2.5	20	20	20	10	75
sirloin cut surface		7.5	5	20	20	20	20	92.5
inside the diaphragm		10	7.5	20	20	20	20	97.5
shoulder or back		5	10	15	20	20	20	90
neck or leg amputation		0	2.5	15	20	20	15	72.5

위생 수준 확인을 위한 일반세균수 및 대장균수 검사 결과 바닥 접촉 부위인 목·다리 끝 부위의 오염도가 가장 높았고, 항문 주위 표면이 두 번째로 높게 나타났다. 모든 검사 결과에 대해 일정한 기준으로 score를 주고 평가한 결과 역시 목·다리 끝(바닥 오염) 시료와 항문 주위 표면 시료가 오염에 취약한 것으로 확인되었다(table 3).

또한 일반세균수와 대장균수에서 관련 규정의 권장기준을 초과한 시료도 두 부위에서 상당수 확인되었다.

목이나 다리 끝 부위는 도체의 가장 아래 쪽에 위치하는 부분으로 주로 작업장이나 냉

장실의 바닥에 접촉하여 오염이 발생한다. 이를 방지하기 위해 S형 고리를 이용하여 바닥에 끌리지 않도록 고정하는 조치를 취하도록 하고 있으나, 오염을 완전히 차단하지 못하고 있는 것으로 보인다. 또한 혈액 및 세척수가 상층부에서 흘러 아래쪽인 목이나 다리 끝부분에 상당 시간 매달려 유지되는 상황도 미생물 오염도를 높이는 요인으로 생각할 수 있다. 따라서 바닥 오염이 완전히 차단되지 않는 경우 목·다리 끝 시료의 오염도가 높은 것은 일부 예상되는 부분이다. 그러나 항문 주위 시료의 오염도는 예상보다 매우 높은 수준으로 바닥 오염 시료와 비슷한 정도로 검사되었다.

Table 4. The result of Standard bacteria count

Range, CFU/cm ²	No. of Samples				
	perianal surface	sirloin cut surface	inside the diaphragm	shoulder or back	neck or leg amputation
~≤10 ²	4	14	30	14	4
~≤10 ³	17	37	41	28	5
~≤10 ⁴	34	37	23	43	10
~≤10 ^{5*}	31	12	5	14	40
~≤10 ⁶	13		1	1	29
10 ⁶ <	1				12

* 식육 중 미생물검사에 관한 규정의 일반세균수 권장기준치

Table 5. The result of *E. coli* count

Range, CFU/cm ²	No. of Samples				
	perianal surface	sirloin cut surface	inside the diaphragm	shoulder or back	neck or leg amputation
~≤10	68	94	92	95	67
~≤10 ^{2*}	22	5	8	5	18
~≤10 ³	8	1			14
10 ³ <	2				1

* 식육 중 미생물검사에 관한 규정의 대장균수 권장기준치

항문 주위는 도축 작업이나 현수 시 상층부에 위치하여 사람의 손이나 다른 기계적 요인으로 오염되기 어려운 부분이다. 따라서 주요 오염 요인은 도축 중 내장 적출 과정에서의 오염 발생으로 추정할 수 있으며, 세척 과정에서 충분히 세척되지 못한 것도 중요한 요인일 것으로 생각된다.

지표세균의 오염 뿐 만 아니라 장출혈성대장균(EHEC)도 본 조사에서 검출된 10건 중 7건이 항문 주위 시료에서 검출되어 7%의 검출율을 나타냈다. 장출혈성대장균은 일명 햄버거병이라 불리는 용혈성요독증후군의 원인균으로 집단 식중독을 일으키는 대표적인 식중독균 중 하나이다. 식중독균의 오염은 식육을 통한 섭취 뿐 만 아니라 도마, 칼, 조리자의 손 등을 통해 섭취 식품으로 전파 오염될 수 있으므로 도축공정에서 오염이 발생하지 않도록 차단하고 오염 발생 시 제거할 수 있도록 관리가 필요할 것으로 생각된다.

특히 항문 주위는 우둔과 설도 부분으로

잘게 썬 국거리나, 다짐육 형태의 소비가 많아 도마, 칼 등 조리기구의 오염원이 될 수 있으며, 햄버거 패티 등 재료로 사용되어 식중독을 유발하는 요인이 될 가능성이 있다.

따라서 안전한 축산물 생산을 위해서는 우선 도축 시 내장 적출 단계에서 항문 주변의 오염 방지를 위한 작업 방법 개선이 필요할 것으로 생각된다. 또한 도축 최종 단계인 세척 시 도체의 상층부위 부터 충분히 세척될 수 있도록 시설이나 세척 방법의 보완이 필요한 것을 보인다. 그리고 바닥과의 접촉 방지를 위한 대책 마련도 시급해 보인다.

이와 같은 개선 대책을 마련하고 시행하기 위해서는 적극적인 개선 의지 마련을 위한 제도적 보완도 필요해 보인다. 현재 시행하고 있는 식육중미생물 검사에 관한 규정(농림축산식품부고시 제2020-42호, 2020.5.29.)은 도축장 식육에 대해 일반세균수와 대장균수의 권장기준만을 설정하고 있고, 식품 및 축산물 안전관리인증기준(식품의약품안전처고시 제2021-71

호, 2021.8.19.)은 대장균수(13회 검사 중 3회까지, 5~100 CFU/cm²)와 살모넬라균(연간 2.5 %, 26회 검사 중 1회 허용)에 대한 허용 기준을 설정하고 있다. 본 조사 결과를 적용해 보았을 때 대장균수의 경우 동일 식육에서 검사 부위에 따라 최대허용한계치에 미치지 않는 결과와 한계치를 넘어서는 결과가 공존하기 때문에 시료채취 부위에 대한 명시가 필요할 것으로 생각된다.

또한 살모넬라균과 마찬가지로 위해성이 높은 장출혈성대장균(EHEC)에 대해서는 기준이 없기 때문에 개선을 위한 적극적인 조치를 요구할 수 있는 근거가 모호한 실정이다. 따라서 관련 규정에 대한 세밀한 보완이 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결론

이번 조사는 도축된 소고기 지육 표면의 오염 요인을 부위별로 파악하여 오염원 별 관리점을 찾아 개선하기 위해 실시하였다. 인천 지역 도축장에서 생산된 소 식육 100개에 대한 조사 결과 바닥 접촉부와 항문 주변 부위의 미생물 오염이 심한 것이 확인되었고 장출혈성대장균(EHEC)과 같은 식중독 원인균의 오염도 확인할 수 있었다. 이를 개선하기 위해서는 도축 과정에서의 분변 오염과 바닥 접촉오염을 방지하고 도체 세척을 위한 시설 및 방법의 개선이 필요할 것으로 판단된다. 또한 적극적 위생관리 개선 노력을 위해 시료 채취 부위의 명시 및 검사 항목의 추가 등 관련 규정의 보완도 필요할 것으로 생각된다.

본 조사결과는 해당 업체가 위생적인 식육 생산을 위한 도축 단계별 위생 대책과 작업방법 개선 마련을 위해 제공될 예정이며, 종사자 위생교육이나 정책 수립을 위한 자료로 제공함으로써 축산물 위생관리 개선을 위해 활용할 예정이다.

V. 참고문헌

1. 김은주, 강원명, 정경주, 김우택, 김진희, 전창익, 임윤규 (2000). 도축과정중 식육의 미생물 오염실태 조사, 한국가축위생학회지, 23(4), 361~366.
2. 김주영, 이주형, 기노준, 이정학 (2005). 서울지역에서 도축된 식육의 미생물 오염도 및 병원성 미생물 검사, 한국가축위생학회지, 28(3), 361~366.
3. 나인택, 임홍규, 조미영, 이양수, 이병동 (2002). 소와 돼지 도체 표면의 미생물 오염도 및 병원성 미생물 검색, 한국가축위생학회지, 25(1), 9~14.
4. 식품의약품안전처고시 제2020-44호 (2020. 5. 29.), 식육 중 미생물 검사에 관한 규정.
5. 식품의약품안전처고시 제2021-71호 (2021. 8. 19.), 식품 및 축산물 안전관리인증기준.
6. 이종경, 박인희, 윤기선, 김현정, 조준일, 이순호, 황인균 (2012). 우리나라 병원성 대장균 식중독 역학조사 보고서 분석. 한국식품위생안전성학회지, 27, 366~374.
7. 홍수현, 박나운, 조혜진, 노은영, 고영미, 나유진, 박근철, 최범근, 민경진, 이종경, 문진산, 윤기선 (2015). 식중독 세균과 주요 축산식품 및 가공품 조합에 대한 위생순위 결정, 한국식품위생안전성학회지, 30(1), 1~12.
8. <http://www.kofrum.com>, 축산물에 오염된 항생제 내성균으로 인한 식중독 환자수 연간 3만명 수준 (2021. 8. 12.).
9. Lund B.M., Baird-Parker T.C. and Gould G.W. (2000): The microbiological safety and quality of food. Aspen Publisher, Inc., Maryland, pp.361~383.