국내 식육에서의 병원성대장균 검출 최신 동향

Recent Trends on Detection of Pathogenic *E. coli* from Raw Meat in Korea

문진산*, 김하영, 홍세림, 김이슬, 강혜정

Jin-San Moon, Ha-Young Kim, Serim Hong, Eseul Kim, Hye-Jeong Kang

농림축산검역본부 세균질병과

Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, South Korea

문 진 산

Correspondence to

Jin-San Moon
Bacterial Disease Division, Animal and Plant Quarantine Agency, 177, Hyeoksin 8-ro, Gimcheon-si, Gyeongsangbuk-do 39660, Republic of Korea
Tel: +82-54-912-0729
Fax: +82-54-912-0759
E-mail: moonjs727@korea.kr

I. 서론

최근 국내외에서 다양한 유형의 식품으로 인한 식중독 발생이 증가하면서 농수축산식품의 안전성에 대한 소비자의 관심이 높아지고 있다. 특히, 축산물은 영양소가 풍부하여 미생물 번식으로 인해 변질되기 쉬우므로 취급 및 보관관리가 매우 중요하다. 따라서 축산물의 안전성을 확보하기 위해서 전세계적으로 사육, 도축, 가공, 운반, 보관, 판매, 소비까지 생산 · 가공 단계별로 연계된 일관성 있는 안전관리를 요구하고 있는 추세이다. 최근에는 식품 안전에 있어서 생물학적 위해요소가 가장 중요시되고 있다. 식육 중 문제가 되는 주요 병원성 미생물로는 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* O157:H7 등이 있다.

국내에서는 도축장 미생물 위생관리기준 설정과 모니터링을 위하여 「식육 중 미생물 검사에 관한 규정」을 농림축산식품부와 식품의약품안전처 공동고시로 운영하고 있으며 농림축산검역본부에서 식중독균 탐색조사를 수행하고 있다. 이에 본 고에서는 이러한 국가사업보고서와 국내에서 보고된 최신 논문들을 바탕으로 생산단계인 농장과 도축장, 그리고 유통단계인 정육점에서의 시가독소생성 대장균을 중심으로 병원성대장균의 검출 동향에 대해서 소개하고자 한다.

II. 본론

병원성대장균의 분류 및 특성

대장균(*E. coli*)은 사람과 온혈동물의 장관 내에 있는 정상 상재 세균으로 자연계에서도 널리 분포되어 있다. 대부분의 대장균은 병원성이 없는 것으로 알려져 있으나, 일부는 유아에게 설사증이나 성인의 급성 장염을 일으킨다. 이러한 대장균을 병원성대장균이라 하며, 독소생성, 부착인자의 생산 유무, 임상증상 등에 따라서 장병원성 대장균(Enteropathogenic *E. coli*: EPEC), 장독소형 대장균 (Enterotoxigenic *E. coli*: ETEC), 장침투성 대장균(Enteroinvasive *E. coli*: EIEC), 장흡착성 대장균(Enteroaggregative *E. coli*: EAEC), 시가독소생성 대장균(shiga toxin-producing *E. coli*; STEC), 장출혈성 대장균(Enterohemorrhagic *E. coli*: EHEC) 등으로 분류되며, 각각 서로 다른 감염 기전을 가지고 있다〈그림 1〉. 이러한 병원성대장균은 각종 외래성 대장균에 오염된 식품을 섭취함으로써 사람에게 식중독을 일으킨다.

EPEC는 소장 상피에 세균이 부착하여 장관 상피를 탈락시키는 특징적인 attaching and effacing을 주요 병변으로 하는 병원성대장균으로서 LEE(locus of enterocyte effacement)에 위치한 부착인자인 Intimin(*eaeA*) 유전자

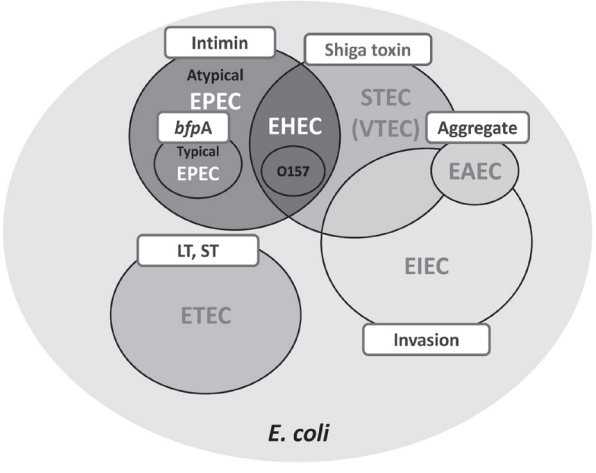

그림 1. 병원성 인자에 의한 병원성대장균의 분류

와 plasmid에 위치한 EAF(EPEC adherence factor)라는 *bfp* 유전자가 있으며, *bfp* 유전자를 보유한 경우에는 typical EPEC, 보유하지 않는 경우를 atypical EPEC로 각각 구분한다. ETEC는 colonization factor인 pili 항원에 의해 소장 점막에 쉽게 부착하고 증식하면서 이열성 독소(Heat-labile enterotoxin: LT)와 내열성 독소(Heat-stable enterotoxin: ST)를 분비하여 장점막으로부터 수분과 전해질의 과다 분비에 의한 설사를 일으킨다. EIEC는 대장 점막의 상피세포 침투(invasive)에 관여하는 병원성 인자인 *ipaH*를 보유하여 사람이나 동물에서 심한 수양성 설사와 이질을 유발하며, 오염된 식품이나 물을 통해서 전파된다. EAEC는 장관 상피에서 층층이 쌓인 벽돌 모양으로 부착하여 장독소 및 세포독소를 생산하고 상피에 손상을 일으켜 염증을 일으킨다. AggR Regulon은 EAEC의 병원성 인자 및 유전자섬(pathogenicity island)을 코딩하는 플라스미드의 유전자를 조절하는 것으로 알려져 있다.

시가독소생성 대장균의 정의와 사람에서 장출혈성 대장균 감염증의 중요성

시가독소생성 대장균(STEC)은 시가독소(shiga toxin, Stx)를 산생하는 모든 대장균에 대한 일반적인 용어로 사용된다. Stx1과 Stx2로 구분되며, 병원성은 Stx2가 1,000배 이상 높은 것으로 알려져 있다. 시가독소는 globotriaosylceramide(Gb3) 수용체와 결합함으로써 조직을 손상시키는데 이 수용체는 신장과 소화관에 많이 분포하고 있다. EHEC는 시가독소를 산생하면서 장관상피세포에 부착하여 소멸적 손상을 나타내는 intimin(*eae*)을 포함한다. 사람에서 수양성 및 혈액성 설사를 주요 증상으로 하는 출혈성 결장염(hemorrhagic colitis: HC)과 어린이에서 용혈성 요독 증후군(hemolytic uremic syndrome: HUS) 및 성인에서 혈전성 혈소판 감소성 자반증(thrombotic thrombocytopenic purpura: TTP) 등의 증상이 특징이다. 하지만 독일에서 대형 사망사고를 일으킨 *E. coli* O104:H4의 경우에는 *eae* 유전자 없이 시가

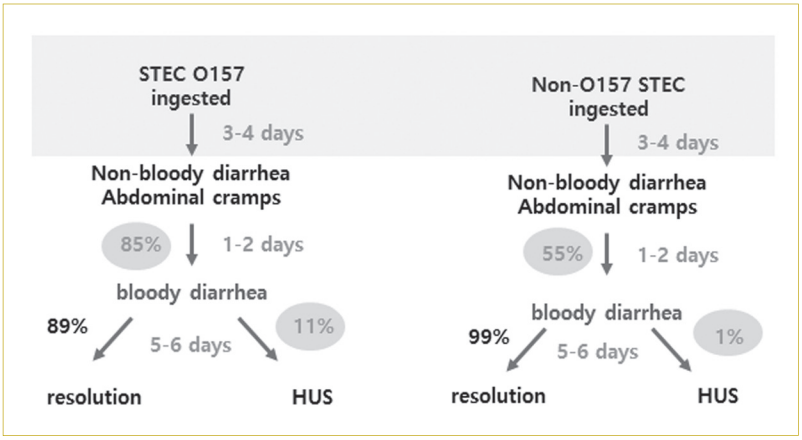

그림 2. 사람에서 STEC O157과 Non-O157 STEC 감염시 임상증상 비교

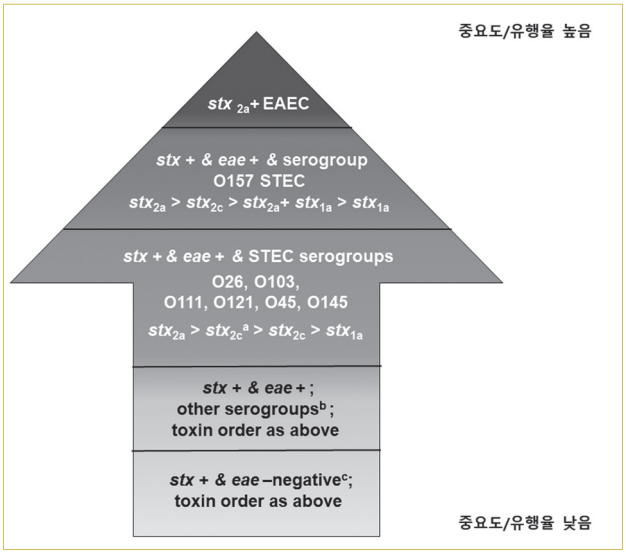

그림 3. 미국 식품미생물 기준 자문위원회에서 권고한 시가독소 생성 대장균 관리 우선 순위

독소와 다른 유전자를 가진 STEC이 출혈성 결장염과 용혈성 요독 증후군을 유발하기도 하였다.

장출혈성대장균에 의한 식중독시 감염량은 10~100 CFU이며, 주로 오염된 채소나 덜 익힌 소고기, 특히 갈아 만든 소고기(햄버거)나 비살균된 우유에 의해 경구감염이 일어나고, 소의 분변에 직접 접촉하거나, 오염된 식품과 음용수에 의한 수인성 감염, 그리고 사람에서 사람으로 직접 감염도 일어날 수 있다. 일반적으로 STEC O157을 섭취한 경우에 약 10%가 수양성 설사를 보인다. 약 90%는 O157를 섭취한 후 3-4일 뒤에 심한 복통과 1-2일 정도의 혈액이 없는 설사를 보이고 5-6일 동안 통증을 동반한 혈변을 보인 후 회복되거나 약 11%는 용혈성 요독 증후군을 나타낸다. 이에 반하여 Non-O157 STEC의 경우에는 약 1%에서 용혈성 요독 증후군을 나타낸다〈그림 2〉.

장출혈성 대장균 감염증은 특정 혈청형이 감염을 일으킨다. O26, O45, O68, O103, O104, O106, O111, O113, O121, O145, O146, O157 등 400개 이상의 혈청형이 *stx* 유전자를 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며, O157:H7이 장출혈성 대장균에 의한 식중독의 주요 원인균으로 인식된다. 미국 식품미생물기준 자문위원회(National Advisory Committe on Microbiological Criteria for Food; NACMCF)에서는 중요도와 유행률을 고려하여 주요 혈청형인 O157를 비롯한 O26, O45, O103, O111, O121, O145 등 Top 7종에 대하여 집중적으로 관리하고 있다〈그림 3〉.

국내에서 병원성대장균에 의한 식중독 발생 현황

우리나라의 경우 병원성대장균에 의한 식중독이 가장 문제가 되고 있다. 특히, 장출혈성 대장균 감염증이 2000년 법정감염병으로 지정된 이후 2003년 7월부터 용혈성 요독 증후군 표본감시가 개시되는 등 본격적인 감시체계가 이루어져 숨어 있는 환자들이 발견되고 있으며 감염사례가 연간 50~100건 정도 꾸준히 발생하고 있는 추세이다. 2020년 부터는 제2급 법정감염병으로 지정되어 관리되고 있다. 발생사례와 관련된 혈청형을 분석하면 *E. coli* O157은 극히 제한적인 반면 기타 혈청형에 의한 감염은 증가 추세에 있는 실정이다. 연중 발생하고 있지만 온도가 높은 6~8월에 발생률이 가장 높으며, 성인에 비하여 면역력이 낮은 10세 미만에서 용혈성 요독 증후군 발병률이 50% 이상을 보이는 것으로 나타났다.

질병관리청에서 2016년부터 2018년까지 수인성 · 식품매개감염병 병원체 감시사업을 통해 전국적으로 총 29,717건의 설사 환자에서 수집된 분변 검체를 대상으로 검사한 결과 병원성대장균이 총 1,395(31.4%)건이 검출되었으며, 이중 EPEC 69.8%, ETEC 19.4%, EHEC 5.9%, EAEC 3.3%, EIEC 1.6%를 차지한 것으로 보고되었다〈그림 4〉. 계절별 분리율은 하절기가 시작되는 6월부터 증가하여 10월까지 지속적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 연령별로는 전연령에서 비교적 골고루 분리되었으나, 20대에서 50대의 연령에서 높은 분리율을 보이는 것으로 보고되었다.

가축에서의 시가독소생성 대장균(STEC) 분포 조사

1) 도축장에서의 도체 및 환경 시료

동물에서 시가독소생성 대장균(STEC)은 소나 양 등 반추류와 돼지, 가금류 등의 동물이 보균자로 알려져 있다. 동물에서의 피해는 주로 어린 송아지에서 출혈성 장염 등의 보고가 있으나 다른 질병과의 복합감염 등으로 원인 규명이 어렵고 건강한 동물에서도 무증상으로 분포하기 때문에 이에 대한 정확한 피해 발생 파악에는 어려움이 있다. STEC은 가축에서 다양한 혈청형이 정상적으로 분포하고 있다.

국내의 경우 농식품부 및 식약처 공동 고시인 「식육 중 미생물 검사에 관한 규정」에 의하여 모니터링(monitoring)검사와 탐색조사(exploratory)를 실시하고 있다. 모니터링검사는 도축장 위생관리수준 파악 및 미생물의 오염을 방지 · 감소시킬 목적으로 실시하는 검사이며, 탐색조사는 모니터링 검사항목 이외의 병원성 미생물을 대상으로 분포상황 등 오염도 조사를 통해 모니터링검사의 실효성을 평가하고 식육의 위생관리를 위한 검사계획 수립시 기초자료로 활용하기 위한 목적으로 실시하고

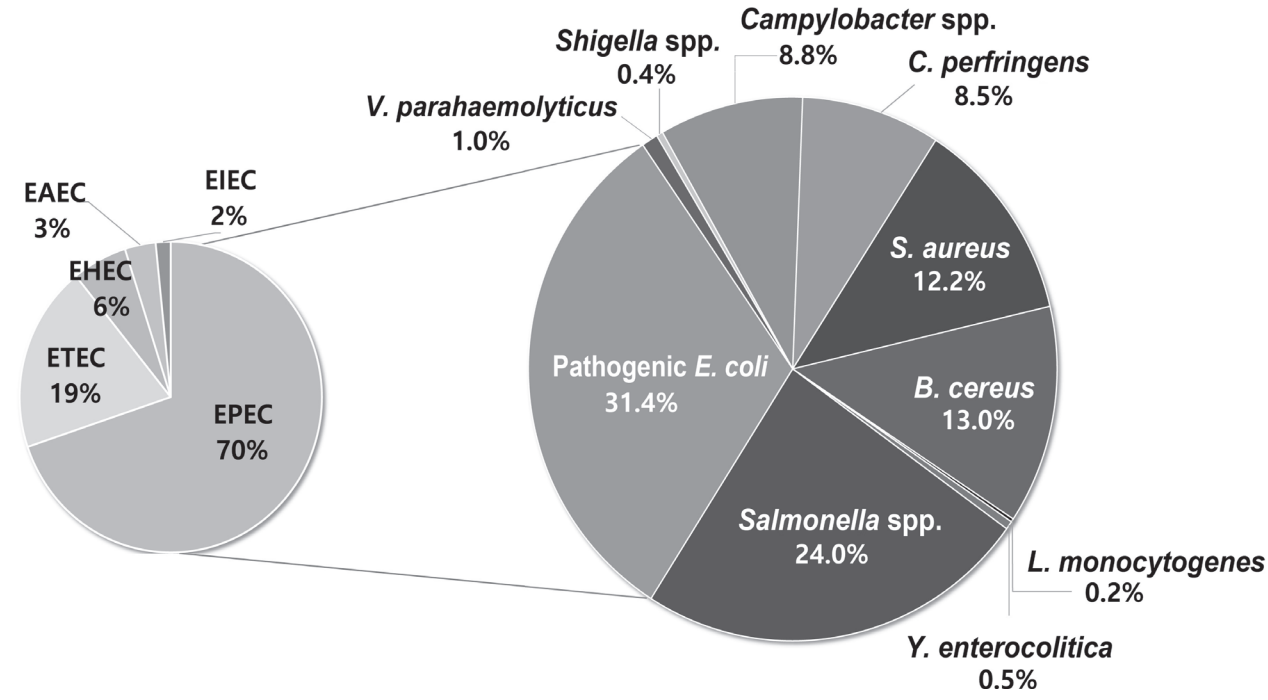

그림 4. 우리나라 설사 환자의 분변으로부터 식중독균 분리율 (2016–2018, 질병관리청)

있다.

우리나라 미생물 검사체계 및 절차는 〈그림 5〉에서와 같이 진행되며, 검사내용과 검사주체, 그리고 위반시 조치사항 등은 〈표 1〉과 같다. 즉, 각 시 · 도 축산물 시험 · 검사기관은 도축장, 식육포장처리장, 식육판매장에 식육으로부터 일반세균수와 대장균수를 모니터링하고 있으며, 농림축산검역본부에서는 2000년도 이후부터 미국에서와 같이 전국 도축장 도체를 대상으로 매년 소(염소) 100두, 돼지 100두, 닭(오리) 100두에 대하여 시가독소생성 대장균(*Escherichia coli* O157:H7, O26, O45, O103, O104, O111, O121, O128, O145)을 비롯하여 살모넬라균, 황색포도알균, 클로스트리디움 퍼프린젠스, 캠필로박터균(*Campylobacter jejuni/coli*), 리스테리아 모노사이토제네스, 여시니아 엔테로콜리티카 등의 식중독균 탐색조사를 실시하고 있다. 2015년부터 2020년까지 최근 6년 동안 STEC은 2017년 소에서 1건, 닭과 오리에서 4건과 3건이 각각 검출되었다. 이들 균주의 혈청형은 O45, O103, O111인 것으로 분석되었다〈표 2〉.

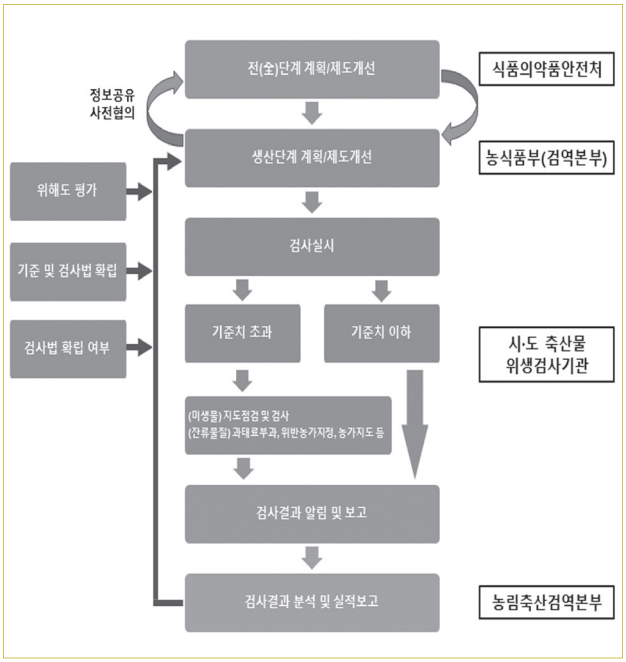

그림 5. 우리나라 축산물 안전성 검사 관리 체계도

한편, 2020년부터는 농림축산검역본부 연구개발사업으로 소와 돼지 도축장에서 도체 및 환경(도축 시설 및 칼, 톱, 장갑 등 도구) 시료에 대하여 병원성대장균 모니터링을 실시한 결과 일부 시료에서 STEC 2주, EPEC 2주, ETEC 1주가 각각 분리되었다. 하지만 EHEC와 EAEC 및 EIEC는 검출되지 않는 것으로 나타났다 〈표 3〉.

또한, 국내 연구자가 최근 조사한 도체 및 식육에서의 시가독소생성 대장균의 분리율이 소고기에서는 0.46%~6.77%, 돼지고기에서는 0~2.55%, 닭고기에서 0~3.79%로 보고되었다〈표 4〉.

표 1. 국내산 식육 중 미생물 검사 내용 및 검사 주체와 권장기준 초과한 경우 지도사항

구분	검사내용	법적근거	검사주체	권장기준 초과한 경우 지도사항
식육 모니터링 검사	일반세균수 대장균수	식육 중 미생물 검사에 관한 규정 (농식품부 및 식약처 공동고시)	시 · 도 축산물 시험 · 검사기관	• 시 · 도지사는 해당 작업장 영업자에게 위생감독 강화 지시 • 시 · 도지사는 「축산물위생관리법」에 의거 해당 작업장 등에 대한 위생관리기준, 자체 안전관리인증기준, 생체 · 해체검사기준, 시설기준, 영업자 · 종업원 준수사항 등에 부합되는지 여부를 점검하고 위반사항이 있을 경우에 규정에 따라 조치
식육 탐색 조사	국내 · 외에서 문제되는 병원성 미생물 (식중독균)		농림축산검역본부 • 포유류: 세균질병과 • 조류: 조류질병과	• 대장균O157:H7, 리스테리아 모노사이토제네스가 검출된 경우에 관할 시 · 도 축산물시험 · 검사기관이 향후 1개월간 해당 작업장에서 강화 검사(주1회 이상)를 실시하여 그 결과를 보고

표 2. 국내 도축장 도체에서의 축종별 시가독소생성 대장균(STEC) 검출률 비교

조사 연도	양성두수/검사두수					비고
	소	염소	돼지	닭	오리	
2015	0/104	NT	0/110	0/90	NT	
2016	0/100	NT	0/102	0/90	NT	
2017	1/102	NT	0/102	4/70	3/20	O45(닭1, 오리3), O103(소1), O111(닭3)
2018	0/100	NT	0/100	0/60	0/30	
2019	0/62	0/36	0/102	0/80	0/20	
2020	0/100	NT	0/100	0/80	0/20	
합계 (%)	1/568 (0.18)	0/36 (0)	0/616 (0)	4/470 (0.85)	3/90 (3.33)	

* NT : not tested

표 3. 국내 도축장 도체 및 환경 시료에서 병원성대장균 검출률 비교 (2020~2021.4.)

시료	축종(시료수)	합계(%)	EHEC	STEC	EPEC	ETEC	EAEC	EIEC
도축장 도체	소 (n=80)	1 (1.3)	0	1	0	0	0	0
	돼지 (n=80)	1 (1.3)	0	0	1	0	0	0
도축장 환경	소 (n=95)	0 (0)	0	0	0	0	0	0
	돼지 (n=109)	3 (2.8)	0	1	1	1	0	0

2) 한우 및 돼지 농장에서 설사 분변 시료

농림축산검역본부 질병진단과에서 수행한 연구사업 결과, 2014년부터 2016년까지 전국에서 의뢰된 소 1,350 두의 분변(설사변 1,263개, 정상변 87개)에서 211두인 15.6%에서 병원성대장균이 분리되었다〈표 5〉. 6개월령 이하의 송아지 1,152두와 6개월령 이상의 198두에서 일령별 병원성대장균 검출률을 비교한 바, 일령별로 큰 차이는 없었으나 3개월령에서 가장 높은 분포를 보였다. 계절별로는 봄에서 여름이 18.8%로서 가을에서 겨울 10.6%보다는 다소 높게 검출되었다. 그 중 STEC가 97주(46.0%)로 가장 많이 분리되었고, EHEC(26.5%), EPEC(23.7%), ETEC(3.8%) 순으로 분리되었다(EAEC 및 EIEC는 조사하지 않음).

병원성대장균을 병원성 인자별로 구분

표 4. 국내산 도체 및 식육에서의 시가독소생성 대장균(STEC) 검출률

조사 연도	도체/식육	양성두수/검사두수	검출률(%)	참고자료
2004 ~ 2006	소	7/750	0.93	Lee et al. (Int J Food Microb, 2009)
	돼지	4/1350	0.30	
	닭	3/900	0.33	
2009	소(도체)	1/217	0.46	Park et al. (J Microbiol Biotechnol 2015)
	돼지(도체)	6/235	2.55	
	닭(도체)	4/233	1.72	
2009	소	1/83	1.20	Park et al. (J Microbiol Biotechnol 2015)
	돼지	0/99	0	
	닭	0/45	0	
2006 ~ 2012	소	4/434	0.92	Lee et al. (J Vet Sci 2018)
	돼지	3/434	0.69	
	닭	0/434	0	
2016	닭	5/132	3.79	Cho et al. (J Food Hyg Saf 2017)
2016	소	9/133	6.77	Cho et al. (Microbiol Biotechnol Lett 2020)
	돼지	0/133	0	
	닭	2/133	1.50	

표 5. 한우 분변에서 분리된 병원성대장균 분포 (2016년 농림축산검역검사기술개발사업 연구보고서)

병원성 대장균	분리 균주	병원성 인자								
		f17	*eae*	*saa*	*stx1*	*hly*	*stx2*	*sta*	*f5*	*f41*
STEC	97	2	0	42	48	11	62	24	0	0
EHEC	56	1	56	1	56	49	5	1	0	0
EPEC	50	3	50	3	0	28	0	0	0	0
ETEC	8	0	0	0	0	1	0	8	0	0
Nt-EC*	1,139	383	0	61	0	5	0	1	0	0
합계 (%)	1,350	389(28.8)	106(7.9)	107(7.9)	104(7.7)	94(7.0)	67(5.0)	34(2.5)	0(0)	0(0)

* Nt-EC : Non-toxigenic *E. coli* strains

해보면, STEC의 경우에는 *stx1+saa*가 전체 211주 중에서 13.3%, *stx2+sta*가 10.0%로 높은 비율로 분포하고 있었다. EHEC의 경우, 대부분이 *stx1+eae+hly*(42/56, 19.9%)로 나타났으며, EPEC의 경우에는 *eae+hly*가 50주 중 26주 (12.3%)로 가장 많이 분포하고 있었다. *stx1*과 *stx2*가 동시에 검출되는 경우는 드물었으며(18/211), *stx1*은 주로 *saa*와(35주), *stx2*는 *sta*와(22주) 동시에 검출되었다. EHEC의 경우 모든 균주에서 *stx1*과 *eae*가 관여하고 있었고, *eae*를 보유하는 병원성대장균은 106주, *hly*는 89주로 나타났으며 *eae*는 대부분 *hly*(77주)와 동시에 검출되었다.

분리된 211주 중 145주에 대하여 O-serotyping을 실시한 결과 58주(40.0%)는 항혈청과 반응하지 않았으며, 60.0%가 typing되었다〈표 6〉. 총 35종류의 O-serogroup이 존재하였으며, O26(EHEC 12주, EPEC 4주, STEC 1주)이 17주로 11.7%를 차지하고 있었고, O168(STEC 7주, ETEC 2주)이 9주 (6.2%), O15(STEC 4주, EPEC 4주)가 8주(5.5%) 검출되었다. O111, O113, O2가 각각 5주, 4주, 3주씩 검출되었으며, O11, O84, O88, O103, O118, O145, O156이 각각 2주씩 검출되었다. O1, O3, O6, O7, O8, O9, O20, O22, O51, O55, O85, O93, O117, O128, O146, O153, O157, O159, O185, O186이 각 1주씩 검출되었다. 위와 같이 송아지 분변에서 사람에서 장출혈성 대장균(EHEC)의 주요 혈청형으로 보고된 O157을 비롯하여 혈청형 O26, O103, O111, O145가 일부에서 확인되었다.

최근 전북과 광주지역의 한우 송아지 설사 분변에서 분리한 병원성대장균의 pathotype별 분포를 조사한 결과 STEC(8.0~24.7%), EHEC(5.3~8.0%), EPEC(6.0~9.3%), ETEC(2.0~4.7%), EAEC(0~2.0%), EIEC(0%) 순으로 검출된 바 있다〈표 7〉. 또한, 2008년부터 2016년까지 전국 포유~이유자돈 설사 분변으로부터 분리한 병원성대장균 362주를 대상으로 pathotype별 분포도를 조사한 결과, ETEC 222주(61.3%), STEC 50주(13.8%)로 검출된 바 있다. 위와 같이 소, 돼지 등 가축의 분변에서 사람에게 식중독을 일으키는 STEC을 비롯한 다양한 유형의 병원성대장균이 대상축종, 조사시기 및 지역, 검사방법 등에 의하여 약간의 차이가 있을 뿐 지속적으로 분리되고 있는 실정이다.

Ⅲ. 결론

우리나라를 비롯하여 전세계적으로 식육 섭취를 통한 장출혈성 대장균 등 다양한 병원성 미생물에 의한 식중독이 지속적으로 문제가 되고 있다. 그리하여 농식품부에서는 식육 생산단계인 도축단계에서 식육의 미생물 오염 감

표 6. 송아지 설사 분변에서 분리된 병원성대장균의 pathotype별 O-serogroup (2016년 농림축산검역검사기술개발사업 연구보고서)

O-Serogroup	분리주 수	병원성대장균				분포율 (%)
		STEC	EHEC	EPEC	ETEC	
O1	1	0	1	0	0	0.7
O2	3	3	0	0	0	2.1
O3	1	1	0	0	0	0.7
O6	1	1	0	0	0	0.7
O7	1	0	0	1	0	0.7
O8	1	0	0	1	0	0.7
O9	1	1	0	0	0	0.7
O11	2	0	1	0	1	1.4
O15	8	4	0	4	0	5.5
O20	1	0	0	1	0	0.7
O22	1	1	0	0	0	0.7
O26	17	1	12	4	0	11.7
O51	1	0	0	1	0	0.7
O55	1	1	0	0	0	0.7
O84	2	0	2	0	0	1.4
O85	1	1	0	0	0	0.7
O88	2	2	0	0	0	1.4
O93	1	0	0	1	0	0.7
O103	2	0	2	0	0	1.4
O109	3	3	0	0	0	2.1
O111	5	0	5	0	0	3.4
O113	4	4	0	0	0	2.8
O117	1	1	0	0	0	0.7
O118	2	0	2	0	0	1.4
O128	1	0	0	1	0	0.7
O145	2	0	1	1	0	1.4
O146	1	1	0	0	0	0.7
O153	1	1	0	0	0	0.7
O156	2	2	0	0	0	1.4
O157	1	0	1	0	0	0.7
O159	1	0	0	0	1	0.7
O168	9	7	0	0	2	6.2
O177	4	1	0	3	0	2.8
O185	1	1	0	0	0	0.7
O186	1	1	0	0	0	0.7
Untypable	58	25	13	18	2	40.0
합계	145	63	40	36	6	100

표 7. 한우 및 돼지 설사 분변에서 분리한 병원성대장균의 pathotype별 분포

축종	지역	검사 시료수	EHEC	STEC	EPEC	ETEC	EAEC	EIEC
한우	광주*	100	8 (8.0)	7 (8.0)	6 (6.0)	2 (2.0)	0 (0)	0 (0)
한우	전북**	150	8 (5.3)	37 (24.7)	14 (9.3)	7 (4.7)	3 (2.0)	0 (0)
돼지	전국***	–		50 (13.8)		222 (61.3)		

* 고 등(한국가축위생학회지, 2019), **정 등(한국가축위생학회지, 2020), *** 도 등 (J Vet Sci, 2019)

소를 통한 안전성 확보를 위하여 소, 돼지, 양(염소 포함), 닭 및 오리 도체에 대하여 시가독소생성 대장균 등 8종 식중독 세균을 주기적인 탐색조사를 통해 도축장 위생개선과 식육의 안전성을 확보하고자 노력하고 있다. 그럼에도 불구하고 가축 사육 및 도축 특성상 동물 분변 및 작업자로 인한 미생물 오염 가능성은 항상 존재하고, 완전한 미생물 제어에는 한계가 있어서 식육 생산단계인 소, 돼지, 닭, 오리 농장에서부터 도축장과 유통단계인 정육점에서의 장출혈성 대장균을 비롯한 병원성대장균이 꾸준하게 검출되고 있다. 특히, 사람에서 출혈성 대장염과 용혈성 요독 증후군 및 혈전성 혈소판 감소 자반증 등의 증상을 일으켜 심각한 피해를 주고 있는 장출혈성 대장균도 식육 생산 단계에서 간헐적으로 분리되고 있어 보다 위생적이고 안전한 식육 공급을 위해서는 국가 단위의 지속적인 감시 체계 강화가 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다도 병원성대장균에 대한 검출기법의 표준화가 선행되어야 하며 식육 생산단계의 첫 출발점인 농장에서의 위생적인 사육 환경 등을 통하여 장출혈성 대장균 오염 저감화에 대한 노력이 필요하다. 또한, 분변에 의한 식육 오염을 예방하기 위하여 도축 과정에서의 분변 오염 최소화, 교차 오염을 방지하기 위한 도축 기구들의 철저한 세척 및 소독 등의 위생관리가 체계적으로 수행되어야 할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산검역본부 농림축산검역검사기술개발사업(B-1543081-2020-21-02)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Brooks JT, Sowers EG, Wells JG, Greene KD, Griffin PM, Hoekstra RM, Strockbine NA. 2005. Non-O157 Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infections in the United States, 1983-2002. The Journal of Infectious Diseases. 192:1422-9.

2. Cho YS, Koo MS, Jang HJ. 2020. Characterization of Diarrheagenic *Escherichia coli* isolated from Fresh Beef, Pork, and Chicken Meat in Korean Markets. Microbiology and Biotechnology. 48(2):121-128.

3. Do KH, Byun JW, Lee W. 2019. Prevalence of O-serogroups, virulence genes, and F18 antigenic variants in *Escherichia coli* isolated from weaned piglets with diarrhea in Korea during 2008-2016. Journal of Veterinary Science. 20(1):43-50.

4. Koo MS, Kim HJ. 2011. Shiga Toxin Producing *Escherichia coli* and Foodborne Disease. Safe food. 6(4):23-28.

5. Lee GY, Jang, HI, Hwang IG, Rhee MS. 2009. Prevalence and classification of pathogenic *Escherichia coli* isolated from fresh beef, poultry, and pork in Korea.

International journal of food microbiology. 134(3):196-200.

6. Lee JB, Han D, Lee HT, Wi SM, Park JH, Jo JW, Yoon JW. 2018. Pathogenic and phylogenetic characteristics of non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolates from retail meats in South Korea. Journal of veterinary science. 19(2):251.

7. Moraa Azucena, Jesús E. Blancoa, Miguel Blancoa, M. Pilar Alonsob, Ghizlane Dhabia, Aurora Echeitac, Enrique A. Gonzáleza, M. Isabel Bernárdeza, Jorge Blanco. 2005. Antimicrobial resistance of Shiga toxin (verotoxin)-producing *Escherichia coli* O157:H7 and non-O157 strains isolated from humans, cattle, sheep and food in Spain. 156(7):793 - 806.

8. Pradel N, Livrelli V, Forestier C. 2000. Prevalence and characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* isolated from cattle, food, and children dyring a one-year prospective study in France. J. Clin. Microbiol. 38, 1023-1031.

9. Read SC, Gyles CL, Clarke RC, Lior H, McEwen S. 1990. Prevalence of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in ground beef, pork and chicken in Ontario. Epidemiol. Infect. 105:11-20.

10. Park SH, Kim SH, Seo JJ, Kee HY, Kim MJ, Seo KW, Lee DH, Choi YH, Lim DJ, Hur YJ, Cho SH, Lee BK. 2006. An outbreak of inapparent non-O157 enterohemorrhagic *Escherichia coli* infection. The Korean Journal of Medicine. 70(5):495-504.

11. Wang H, Paton James C, Paton Adrienne W. 2007. Pathologic changes in mice induced by subtilase cytotoxin, a potent new *Escherichia coli* AB5 Toxin that targets the endoplasmic reticulum. The Journal of Infectious Diseases. 196:1093-1101.

12. Willshaw GA, Smith HR, Roberts D, Thirlwell J, Cheasty T, Rowe B. 1993. Examination of raw beef products for the presence of Verocytotoxin producing *Escherichia coli*, particularly those of serogroup O157. J. Appl. Bact. 75:420-426.

13. 고바라다, 김효중, 오아름, 정보람, 박재성, 이재기, 나호명, 김용환. 2019. 광주지역 한우 분변 내 설사병 병원체 조사. 한국가축위생학회지, 42(2):93-112.

14. 김난옥, 홍사현, 전정훈, 황규잠. 2019. 2016-2018 년 국내 수인성 · 식품매개감염병 원인세균 병원체 감시 현황. 주간 건강과 질병. 12(27):898-903.

15. 농림축산검역본부. 2016. 국내 송아지 설사에 대한 전염성 원인체 조사 및 특성 분석(2014-2016). 농림축산검역검사기술개발사업 연구보고서.

16. 식육 중 미생물 검사에 관한 규정 (농식품부고시 제2020-42호; 2020. 5.29.)

17. 식품의 기준 및 규격 (식약처고시 제2020-24호; 2020. 4.14.)

18. 정한솔, 백귀정, 고원석, 이정원, 정재교. 2020. 전북지역 소 설사유래 병원성대장균 감염실태 조사. 한국가축위생학회지, 43(2):53-58.

19. 조용선, 이다연, 김희언, 이명기, 이주영. 2017. 국내 유통중인 생닭 및 닭가공품에서 병원성 대장균의 분리 및 특성. 한국가축위생학회지, 32(2):129-134.

20. 축산물 위생관리법 (법률 제17091호, 2020. 3.24.)