

## 경상북도 한우축사에서 계절별 세균 및 *Escherichia coli* O157 분포 변화

강용호\* · 강문숙

영남대학교 생명공학부

한우농장의 효율적인 청정관리를 위하여 경상북도 20개 시·군에 있는 한우축사에서 환경세균의 계절별 분포를 2년(2006년과 2007년)에 걸쳐서 정량적으로 조사하였다. 축사 바깥에 있는 공기 중의 연평균 낙하세균 밀도는  $3 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min (n=63)이었으나, 축사 안에 있는 공기 중의 평균 낙하세균 밀도는 봄에는  $8 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min (n=63), 여름에는  $16 \pm 2$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min (n=69), 가을에는  $7 \pm 2$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min (n=69), 겨울에는  $6 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min (n=70)이었다. 가장 높은 수치인 여름철 자료를 제외하면 다른 계절에는 축사 안 공기의 평균 낙하세균 밀도가  $7 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup>·15 min이었으며 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P=0.37). 한우음용수에서의 평균 세균 밀도는 봄에는  $4,710 \pm 780$  CFU/ml (n=65), 여름에는  $10,430 \pm 1170$  CFU/ml (n=65), 가을에는  $4,820 \pm 700$  CFU/ml (n=64), 겨울에는  $2,510 \pm 530$  CFU/ml (n=64)이었다. 가장 높은 수치인 여름철 자료를 제외하면 다른 계절에는 축사 한우음용수의 평균 세균 밀도는  $4,000 \pm 400$  CFU/ml이었으며 분산분석 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p-value=0.027). 축사 토양에서 나타나는 *E. coli* O157 빈도는 2007년도 시료채취 수를 기준으로 할 때 봄에는 5% (n=65), 여름에는 72% (n=65), 가을에는 67% (n=66), 겨울에는 29% (n=66)이었다. 따라서 여름철과 가을철에 많이 분포한 *E. coli* O157이 추운 겨울철을 지나면서 봄철에는 대부분 소멸하는 것으로 나타났다.

**Key words** □ bacteria, *E. coli* O157, Korean cattle (Hanwoo) feedlot, seasonal distribution

국내 축산업이 발전하면서 한우산업도 발전하여 농가에서 가 구마다 50~500두의 한우를 사육하고 있는 전업농가가 점점 증가 하고 있다. 축사환경을 청정하게 관리하는 것은 소들의 질병예방 이나 생산성 향상에 큰 도움을 주고 있다(4). 그러나 국내에서 세균과 관련된 축사환경의 모니터링에 관한 분석자료는 매우 빈 약하다.

경상북도에는 방목으로 키우는 한우농장은 매우 드물고 대부분이 축사 내에서 많은 수의 한우를 고밀도로 사육하고 있다. 한 우를 제한된 공간 안에서 고밀도로 사육하면 사양관리는 편리한 점이 있지만, 한 마리에 잠재한 병원성 세균이 쉽게 전체의 한우 들에게로 전파될 수 있는 단점이 있다(23). 성장한 큰 소들은 체 내에 병원성 세균을 갖고 있다 할지라도 외부로는 별 증상이 나 타나지 않음으로 축사에서 병원성 세균을 갖고 있는 한우를 눈 으로 식별하기는 쉽지 않다. 소에게서 발원되는 병원성 세균으로 는 병원성대장균인 *Escherichia coli* O157:H7을 포함하여 *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Brucella* spp., *Leptospirosis interrogans*와 같은 세균이나, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia duodenalis* 등의 원형동물이 있다(5, 14, 21). 이들 중에서 병원성 대장균인 *E. coli* O157:H7는 사람에게 감염될 경우 혈변을 동반 한 설사나 생명을 위협하는 신장질환을 유발하고 있어서 축산업

에서 가장 관심이 많은 세균이다(11, 12, 20). 병원성 대장균은 Shiga toxin을 분비하는 *E. coli* O157 외에 nonO157 *E. coli* (members of the O26, O91, O103, O111, O118, O145, and O166 serogroups)가 있다. *E. coli* O157은 독소를 만드는데 관여 하는 유전자인 *stx1*나 *stx2*, 또는 질병 유발에 보조적인 역할을 하는 intimin (*eaeA*)이나 hemolysin (*hlyA*) 유전자를 갖고 있으며 이들은 중합효소연쇄반응(polymerase chain reaction, PCR) 방법으로 탐색이 가능하다(1, 10, 15, 20).

본 조사는 세균과 관련된 한우농장의 청정도 현황을 파악하기 위하여 경상북도 20개 시·군에 산재하여 있는 한우농가 중 100 두 이상의 한우를 사육하는 축사를 대상으로 계절에 따른 세균 밀도의 정량적인 변화와 병원성 대장균의 출현 빈도수를 모니터링하였다.

연구조사는 2년 동안(2006년과 2007년) 20개의 시·군에 소재 한 한우전업농가를 매년 무작위로 선별하여 실시하였다. 선별된 한우전업농가에서는 사육규모에 따라서 한 농장에서 3~5개의 축사를 운영하고 있었으며, 축사 건물당 공기, 물, 토양의 시료를 각각 3개씩 채취하였다. 채취한 시료는 각 시료당 1회씩 분석하여 전체 시료의 평균치를 구하였다. 시료채취는 계절별로 한번씩 한우농장을 직접 방문하여 채취하였다. 계절별은 봄철은 3월에서 5월까지, 여름철은 6월에서 8월까지, 가을철은 9월에서 11월까지, 겨울철은 12월에서 2월까지로 분류하였다. 공기 중의 낙하세균 밀도는 영양배지(nutrient medium, Difco)로 만든 agar plates (diameter 55 mm)를 축사의 바닥에서 1 m 정도 떨어진 높이에서 15분간 개방한 다음 일반 세균 배양방법과 같이 37°C 배양기에

\*To whom correspondence should be addressed.  
Tel: 82-53-810-3051, Fax: 82-53-810-4663  
E-mail: yhkhang@ynu.ac.kr

**Table 1.** Oligonucleotides of the primers used in this study

No.	Primer name	Oligonucleotide sequences	Product size	Specificity <sup>a</sup>
1	<i>O157-f</i>	5'-CGGACATCCATGTGATATGG-3'	259 bp	nt 393-651 of <i>rfb</i> <sub>E0157:H7</sub>
	<i>O157-r</i>	5'-TTGCCTATGTACAGCTAATCC-3'		
2	<i>stx1-f</i>	5'-ATAAATCGCCATTCGTTGACTAC-3'	180 bp	nt 454-633 of A subunit coding region of <i>stx</i> <sub>1</sub>
	<i>stx1-r</i>	5'-AGAACGCCCACTGAGATCATC-3'		
3	<i>stx2-f</i>	5'-GGCACTGTCTGAAACTGCTCC-3'	255 bp	nt 603-857 of A subunit coding region of <i>stx</i> <sub>2</sub> (including <i>stx</i> <sub>2</sub> variants)
	<i>stx2-r</i>	5'-TCGCCAGTATCTGACATTCTG-3'		
4	<i>uidA-f</i>	5'-AAAACGGCAAGAAAAAGCAG-3'	147 bp	<i>E. coli uidA</i> gene
	<i>uidA-r</i>	5'-ACGCGGGACAGCTTGCG-3'		

<sup>a</sup> nt, nucleotide (20); ORF, open reading frame.

서 하룻밤(12시간) 배양하여 균주의 콜로니 수(Colony Forming Unit)를 측정하였다(18). 한우의 한우음용수는 축사에 있는 물(50 µl)을 영양배지(nutrient medium, Difco)로 만든 agar plates (diameter 55 mm)에 도말하여 37°C에서 12시간 동안 배양하여 균주의 콜로니 수를 측정하였다. 콜로니 수는 Gel/ChemiDoc System (Bio-Rad, USA) 기기를 사용하여 자동으로 분석하였다. 축사 내 토양에서 채취한 시료는 일정량(1 g)을 *E. coli* O157:H7의 선택배지인 Novobiocin이 첨가된 Tryptic-soy-broth (Merck, USA) 50 ml에 넣고 37°C에서 12시간 동안 배양한 다음 DNA

Isolation kit (Genetbio, Korea)를 사용하여 염색체 DNA를 정제하였다. *E. coli* O157 탐색은 Table 1에 제시한 *rfb*<sub>E0157:H7</sub> primers를 이용하였으며, *E. coli* O157이 아닌 일반대장균 탐색은 β-glucuronidase 효소 유전자인 *uidA* primers를 이용하여 PCR 방법으로 증폭하여 분석하였다(15, 19). PCR 반응은 1 unit의 *Taq* polymerase (TaKaRa, Japan), 5 µl의 10× 반응완충액(TaKaRa, Japan), dNTP (200 mM), primers (100 nM)를 사용하여 94°C에서 30초, 45°C에서 30초, 72°C에서 30초로 30회 반복하였다. PCR에 의하여 *rfb*<sub>E0157:H7</sub> 유전자가 검출된 시료는 Singlepath *E.*

**Table 2.** The seasonal variation of falling bacterial populations of the air (unit: CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min) at Hanwoo feedlots. Data indicate the mean and its standard error (sample numbers)

City of feedlot site	Spring (Mar-May)		Summer (Jun-Aug)		Autumn (Sep-Nov)		Winter (Dec-Feb)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Bonghwa	3±1 (3)	21±7 (4)	3±1 (3)	7±5 (4)	4±1 (3)	3±1 (4)	3±1 (3)	2±1 (4)
Cheongdo	3±1 (2)	5±2 (5)	36±24 (2)	14±3 (5)	4±2 (4)	6±3 (5)	4±1 (4)	5±2 (5)
Cheongsong	15±1 (3)	9±1 (3)	8±5 (3)	20±10 (3)	6±4 (2)	3±2 (3)	16±13 (2)	2±1 (3)
Chilgok	5±1 (3)	5±2 (2)	8±2 (3)	29±5 (2)	27±7 (4)	3±2 (2)	26±10 (4)	6±4 (2)
Gimcheon	2±1 (2)	12±2 (4)	15±5 (3)	26±5 (4)	2±1 (2)	3±1 (4)	3±1 (2)	2±1 (4)
Goryeong	16±11(3)	4±2 (2)	8±4 (4)	26±7 (2)	3±1 (4)	13±12 (2)	6±2 (4)	2±1 (2)
Gumi	4±1 (3)	2±1 (2)	13±7 (4)	11±4 (2)	2±1 (4)	3±1 (2)	18±4 (4)	2±1 (2)
Gunwi	4±1 (2)	17±11 (5)	4±1 (2)	7±2 (5)	4±1 (2)	2±1 (5)	15±5 (2)	4±1 (5)
Gyeongju	18±8 (3)	8±2 (3)	2±1 (3)	13±3 (3)	2±1 (3)	2±1 (3)	4±1 (3)	23±2 (3)
Gyeongsan	3±1 (3)	5±2 (3)	15±6 (5)	17±5 (3)	11±2 (5)	5±2 (3)	4±1 (5)	2±1 (3)
Mungyeong	6±1 (3)	11±5 (4)	54±12 (5)	12±4 (4)	2±1 (5)	11±6 (3)	7±2 (4)	4±1 (3)
Pohang	5±1 (3)	5±1 (3)	2±1 (4)	14±5 (3)	11±5 (3)	39±4 (4)	12±3 (4)	6±2 (4)
Sangju	7±2 (4)	2±1 (3)	27±4 (4)	6±3 (4)	6±4 (4)	2±1 (4)	3±1 (4)	3±1 (4)
Seongju	2±1 (3)	2±1 (4)	13±3 (4)	17±4 (4)	31±16 (4)	7±3 (4)	5±2 (4)	2±1 (4)
Uiseong	5±1 (3)	25±2 (3)	2±1 (5)	22±3 (3)	18±4 (4)	4±2 (3)	11±3 (4)	4±2 (3)
Yecheon	7±3 (3)	13±3 (2)	8±5 (3)	9±5 (2)	2±1 (3)	5±1 (2)	2±1 (3)	3±1 (2)
Yeongcheon	4±1 (3)	19±6 (4)	14±7 (3)	11±2 (4)	2±1 (3)	10±4 (4)	6±3 (3)	2±1 (4)
Yeongdeok	5±2 (3)	7±2 (2)	24±7 (3)	21±1 (2)	2±1 (3)	10±5 (2)	9±5 (3)	4±3 (2)
Yeongju	4±2 (3)	27±2 (3)	21±8 (3)	5±1 (3)	9±4 (3)	2±1 (3)	8±2 (4)	2±1 (3)
Yeongyang	11±3 (2)	9±1 (2)	42±14 (3)	31±28 (2)	7±2 (4)	7±5 (2)	5±1 (4)	2±1 (2)

*coli* O157 (Merck, USA) 진단키트를 사용하여 *E. coli* O157 균주를 재확인하였다. *E. coli* O157의 *rfb*<sub>E0157:H7</sub> 유전자가 검출된 DNA 시료 중 일부는 다시 독소를 만드는데 관여하는 유전자인 *stx1*나 *stx2* primers를 이용하여 PCR 방법으로 증폭하여 관련 유전자의 존재유무를 검색하였다(Table 1).

경상북도 한우농장은 대부분 청정지역인 야산근처에 위치하고 있어서 축사 밖에서의 공기 중 연평균 낙하세균 밀도는 3±1 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min 이하였다. 축사 안에서의 공기 중 평균 낙하세균 밀도는 계절에 따라 달라서 봄에는 8±1 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=63), 여름에는 16±2 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=69), 가을에는 7±2 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=69), 겨울에는 6±1 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=70) 이었다(Table 2). 이들 사계절의 자료 전체를 엑셀(Microsoft Excel) 프로그램으로 분산분석하면 P값이 0.01 이하여서 계절별로 차이가 있다고 볼 수 있으나, 여름철의 자료를 제외하면 P값이 0.37이어서 봄, 가을, 겨울 동안에는 축사 안의 공기 중 낙하세균 밀도에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 여름철을 제외한 봄철, 가을철, 겨울철의 축사 안 공기의 평균 낙하세균 밀도는 7±1 CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min이었다.

한우음용수에서의 평균 세균밀도는 봄에는 4,710±780 CFU/ml (n=65), 여름에는 10,430±1170 CFU/ml (n=65), 가을에는 4,820±700 CFU/ml (n=64), 겨울에는 2,510±530 CFU/ml (n=64)

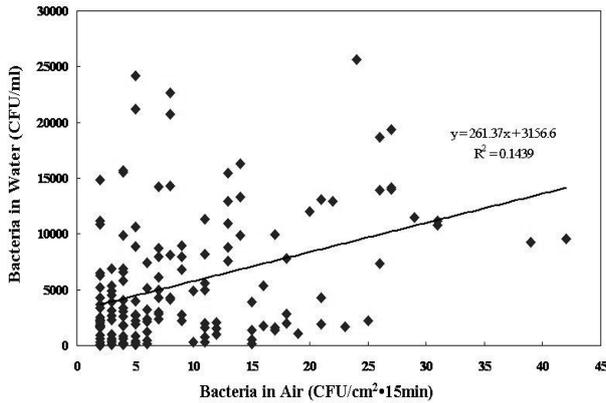
이었다(Table 3). 경산에 있는 한우농장에서는 수도물을 한우음용수로 사용하고 있었는데 지하수를 한우음용수로 사용하는 다른 지역의 축사보다도 세균밀도가 매우 낮았다는 것이 특이하였다. 한우음용수의 경우에는 여름철의 자료를 제외하여도 분산분석에 의한 P값이 0.027이어서 유의수준을 5%로 할 때 계절별로 한우음용수의 세균밀도에는 차이가 있다고 볼 수 있다. 여름철을 제외한 봄철, 가을철, 겨울철의 축사 한우음용수의 평균 세균밀도는 4,000±400 CFU/ml이었다.

소들은 매일 많은 양의 배설물을 방출하며, 또 그 배설물에는 많은 양의 세균들이 포함되어 있다. 축사 바닥이 청결하지 않거나 축사 내 환기가 잘되지 않으면 공기중의 세균밀도가 높아지게 되며 이는 다시 낙하세균에 의하여 한우음용수의 세균밀도도 높아지게 될 것이다. 축사 안 공기에서의 낙하세균 밀도와 한우음용수의 세균밀도 조사에서 얻은 2년 동안의 실험자료를 사용하여 선형회귀분석을 실시한 결과 통계적으로 양의 상관관계(P<0.001)가 있으나 그 가능성은 14% 정도로 낮게 나타났다(Fig. 1).

한우축사에서 채취한 토양시료에서는 세균밀도가 매우 높기 때문에 공기나 한우음용수의 시료처럼 세균의 총균주 수를 조사하는 대신, 지표 세균으로서 *E. coli* O157의 유무를 조사하였다. 토양시료를 *E. coli* O157 증균배지에 먼저 배양한 다음 염색체 DNA를 정제하여 *rfb*<sub>E0157:H7</sub> 유전자를 탐색하였다. 계절별로 *E.*

**Table 3.** The seasonal variation of bacterial populations in the drinking water (unit: CFU/ml water) at Hanwoo feedlots. Data indicate the mean and its standard error (sample numbers)

City of feedlot site	Spring (Mar-May)		Summer (Jun-Aug)		Autumn (Sep-Nov)		Winter (Dec-Feb)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Bonghwa	650±190 (3)	4320±780 (4)	31810±11800 (3)	6110±1480 (4)	2610±1100 (3)	440±60 (4)	2690±1550 (3)	270±60 (4)
Cheongdo	3100±350 (3)	210±70 (5)	1810±1530 (2)	9910±2470 (5)	6890±3240 (4)	3210±620 (5)	5830±4070 (4)	3980±460 (5)
Cheongsong	3870±780 (3)	2750±1050 (3)	4150±4140 (3)	12040±5270 (3)	2390±2250 (2)	3920±1990 (3)	1730±10 (2)	2260±810 (3)
Chilgok	8900±1560 (3)	2210±1270 (2)	22680±5120 (2)	11470±6590 (2)	19350±2860 (4)	4520±120 (2)	18710±4680 (4)	490±240 (2)
Gimcheon	210±10 (3)	2070±310 (4)	120±80 (2)	13920±3260 (4)	1810±1770 (2)	4930±1260 (4)	290±100 (3)	2280±1240 (4)
Goryeong	5370±1640 (3)	15670±6610 (2)	20770±5440 (4)	7340±60 (2)	6910±4360 (4)	7570±1910 (2)	1250±950 (4)	630±610 (2)
Gumi	3030±380 (3)	2060±1640 (3)	12920±6080 (4)	4990±1860 (3)	10860±3540 (4)	430±410 (2)	7790±1440 (4)	900±820 (2)
Gunwi	9850±1150 (2)	1570±560 (5)	3370±1980 (2)	14200±3780 (5)	15510±2990 (2)	1590±250 (5)	1380±470 (2)	60±20 (5)
Gyeongju	2000±150 (3)	8080±3060 (3)	2540±760 (3)	10930±3440 (3)	1700±940 (3)	1740±1600 (3)	6590±6030 (3)	1710±760 (3)
Gyeongsan	110±10 (3)	70±40 (3)	500±350 (5)	1390±200 (3)	760±450 (5)	2650±1440 (3)	860±510 (5)	100±70 (3)
Mungyeong	5130±1920 (3)	8200±4180 (4)	720±260 (5)	1550±580 (4)	2260±1090 (5)	310±110 (3)	4300±2320 (5)	1730±790 (3)
Pohang	2790±310 (4)	21170±2620 (3)	11150±3190 (4)	13290±970 (3)	11360±3210 (4)	9260±3380 (4)	960±500 (4)	150±70 (4)
Sangju	3000±580 (4)	6510±2070 (4)	14040±4660 (4)	7450±4260 (4)	2130±970 (4)	6300±1860 (4)	5390±2060 (4)	1030±460 (4)
Seongju	5170±690 (3)	1700±1140 (4)	8830±80 (2)	9940±4510 (4)	11200±1960 (4)	4980±460 (4)	810±380 (4)	40±20 (4)
Uiseong	370±100 (3)	2230±470 (3)	14840±2430 (5)	12910±7550 (3)	2820±1410 (4)	4090±450 (3)	1620±490 (4)	250±160 (3)
Yecheon	7970±1390 (3)	15470±1790 (2)	14330±7200 (3)	7940±1600 (2)	290±220 (3)	10660±3440 (2)	640±350 (3)	2320±290 (2)
Yeongcheon	1800±350 (3)	1070±300 (4)	16280±6650 (3)	5620±4120 (4)	1710±610 (3)	280±120 (4)	1230±120 (3)	30±20 (4)
Yeongdeok	2200±180 (3)	8700±3380 (2)	25670±3520 (3)	1900±40 (2)	2200±1110 (3)	4890±410 (2)	6790±1930 (3)	130±110 (2)
Yeongju	610±150 (3)	14150±4830 (3)	13110±170 (2)	24190±6100 (3)	8930±1620 (3)	4250±730 (3)	4260±4000 (4)	3370±1750 (3)
Yeongyang	1970±290 (3)	2200±120 (2)	9580±4070 (3)	10760±3080 (2)	2800±520 (4)	2360±1420 (2)	1950±620 (4)	3660±3220 (2)



**Fig. 1.** Linear regression between the falling bacterial populations of the air and those of the drinking water sampled at 40 Hanwoo feedlots along with four seasons for the two years of 2006 and 2007 (n=157, P<0.001).

*coli* O157이 나타나는 빈도는 2006년도에 시료를 채취한 한우축사에서는 봄 10% (n=20), 여름 11% (n=82), 가을 12% (n=78), 겨울 13% (n=78)로 낮게 분포하였으나, 2007년도에 시료를 채취한 한우축사에서는 봄 5% (n=65), 여름 72% (n=65), 가을 67% (n=66), 겨울 29% (n=66) 순으로 비교적 높게 나타났다(Table 4). 이런 결과는 여름철의 더운 날씨 탓에 축사 내에 널리 분포

한 *E. coli* O157이 가을철이 되어도 별로 줄어들지 않으나, 추운 겨울철을 지나면서 봄철에는 대폭 감소한다는 것을 보여주고 있다. 일반적으로 *E. coli* O157은 추운 날씨에 매우 취약한 것으로 알려졌다(6, 22).

영천의 한 농장에서는 2007년 한 해 동안 단 한번도 *E. coli* O157이 검출되지 않았는데, 이 농장은 토양소독을 자주하는 농장이었다(Table 4). 이는 *E. coli* O157의 출현 빈도수를 줄이기 위해서는 토양소독이 매우 중요하다는 사실을 보여주고 있다. 축사에서 *E. coli* O157의 전파를 줄이기 위해서는 토양소독 뿐만 아니라 한우음용수의 수질, 축사 내에 있는 소들의 사육두수, 쥐나 새들 같은 야생동물들의 접근 차단, 사료의 성분 등과 같은 환경변수들의 영향도 고려되어야 한다(3, 6, 7, 16).

기존 연구에 따르면 소들의 축사에서 *E. coli* O157의 존재가 확인되었다고 해서 이들 균주가 모두 독성유전자인 *stx1*나 *stx2*를 갖고 있는 것은 아니었다(8, 9, 13, 17). 본 조사에서도 검출된 *E. coli* O157의 균주들을 무작위로 시험한 결과 *stx1* 또는 *stx2* 유전자를 갖고 있는 확률은 50% 이하이었다(자료 미제시).

한우축사 주변에는 다양한 종류의 세균들이 매우 많이 분포하고 있다. 본 조사에서 나타난 계절에 따른 세균밀도 변화에 맞추어서 효율적인 방역관리를 실시한다면 한우의 질병예방으로 한우의 생산성을 증진시킬 뿐만 아니라, 소비자들에게 공급되는 한우쇠고기의 안전성도 함께 증진될 것이다(2, 12).

**Table 4.** The observed percentage frequency (sample numbers) of *E. coli* O157 from the soil samples at Hanwoo feedlots

City of feedlot site	Spring (Mar-May)		Summer (Jun-Aug)		Autumn (Sep-Nov)		Winter (Dec-Feb)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Bonghwa	0% (1)	0% (4)	25% (4)	75% (4)	0% (4)	50% (4)	25% (4)	0% (4)
Cheongdo	0% (1)	20% (5)	0% (4)	20% (5)	25% (4)	80% (5)	0% (4)	100% (5)
Cheongsong	0% (1)	0% (3)	0% (3)	100% (3)	0% (3)	67% (3)	0% (3)	33% (3)
Chilgok	100% (1)	0% (2)	50% (2)	100% (2)	0% (4)	50% (2)	50% (4)	0% (2)
Gimcheon	0% (1)	0% (4)	0% (3)	100% (4)	0% (3)	25% (4)	0% (3)	100% (4)
Goryeong	0% (1)	0% (2)	25% (4)	100% (2)	0% (4)	100% (2)	0% (4)	0% (2)
Gumi	0% (1)	0% (2)	0% (4)	50% (2)	0% (4)	100% (2)	0% (4)	0% (2)
Gunwi	0% (1)	0% (5)	0% (5)	60% (5)	0% (5)	40% (5)	0% (5)	0% (5)
Gyeongju	0% (1)	0% (4)	0% (4)	75% (4)	25% (4)	100% (4)	0% (4)	25% (4)
Gyeongsan	0% (1)	33% (3)	20% (5)	33% (3)	0% (5)	33% (3)	0% (5)	67% (3)
Mungyeong	0% (1)	0% (4)	0% (5)	75% (4)	0% (5)	25% (4)	0% (5)	0% (4)
Pohang	0% (1)	0% (3)	0% (4)	100% (3)	25% (4)	100% (4)	0% (4)	75% (4)
Sangju	0% (1)	0% (4)	33% (3)	100% (4)	25% (4)	100% (4)	100% (4)	25% (4)
Seongju	100% (1)	25% (4)	30% (10)	100% (4)	0% (4)	100% (4)	25% (4)	0% (4)
Uiseong	0% (1)	0% (3)	20% (5)	100% (3)	50% (4)	67% (3)	0% (4)	0% (3)
Yecheon	0% (1)	0% (2)	0% (3)	50% (2)	0% (3)	100% (2)	0% (3)	0% (2)
Yeongcheon	0% (1)	0% (4)	0% (3)	0% (4)	100% (3)	0% (4)	0% (3)	0% (4)
Yeongdeok	0% (1)	0% (2)	0% (3)	50% (2)	0% (3)	50% (2)	33% (3)	0% (2)
Yeongju	0% (1)	0% (3)	0% (4)	100% (3)	0% (4)	100% (3)	0% (4)	0% (3)
Yeongyang	0% (1)	0% (2)	0% (4)	100% (2)	0% (4)	100% (2)	25% (4)	100% (2)

## 감사의 말

본 연구는 영남대학교(2008년도 연구년)에서 지원을 받았습니다. 한우농장의 시료채취를 가능하게 도와준 경북한우클러스터 사업단과, 시료 분석을 도와준 영남대학교 응용미생물학과 학생들에게 감사함을 전합니다.

## 참고문헌

- Adwan, K., N. Abu-Hasan, T. Essawi, and M. Bdir. 2002. Isolation and characterisation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains from northern Palestine. *J. Med. Microbiol.* 51, 332-335.
- Callaway, T.R., R.C. Anderson, T.S. Edrington, K.J. Genovese, K.M. Bischoff, T.L. Poole, Y.S. Jung, R.B. Harvey, and D.J. Nisbet. 2004. What are we doing about *Escherichia coli* O157:H7 in cattle? *J. Anim. Sci.* 82, E93-E99.
- Callaway, T.R., R.O. Elder, J.E. Keen, R.C. Anderson, and D.J. Nisbet. 2003. Forage feeding to reduce preharvest *Escherichia coli* populations in cattle, a review. *J. Dairy Sci.* 86, 852-860.
- Cray, Jr., W.C. and A.H.W. Moon. 1995. Experimental infection of calves and adult cattle with *Escherichia coli* O157:H7. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1586-1590.
- Darwin, K.H. and V.L. Miller. 1999. Molecular basis of the interaction of *Salmonella* with the intestinal mucosa. *Clin. Microbiol. Rev.* 12, 405-428.
- Donkersgoed, J.V., J. Berg, A. Potter, D. Hancock, T. Besser, D. Rice, J. LeJeune, and S. Klashinsky. 2001. Environmental sources and transmission of *Escherichia coli* O157 in feedlot cattle. *Can. Vet. J.* 42, 714-720.
- Ellis-Iversen, J., R.P. Smith, S.V. Winden, G.A. Paiba, E. Watson, L.C. Snow, and A.J.C. Cook. 2008. Farm practices to control *E. coli* O157 in young cattle - a randomised controlled trial. *Vet. Res.* 39, 3 (DOI: 10.1051/vetres:2007041).
- Fields, P.I., K. Blom, H.J. Hughes, L.O. Hessel, P. Feng, and B. Swaminathan. 1997. Molecular characterization of the gene encoding H antigen in *Escherichia coli* and development of a PCR-restriction fragment length polymorphism test for identification of *E. coli* O157:H7 and O157:NM. *J. Clin. Microbiol.* 35, 1066-1070.
- Giovanni, M.G., S. Pignato, F. Grimont, P.A.D. Grimont, A. Caprioli, S. Morabito, and G. Giammanco. 2002. Characterization of shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 isolated in Italy and in France. *J. Clin. Microbiol.* 40, 4619-4624.
- Holland, J.L., L. Louie, A.E. Simor, and M. Louie. 2000. PCR detection of *Escherichia coli* O157:H7 directly from stools: Evaluation of commercial extraction methods for purifying fecal DNA. *J. Clin. Microbiol.* 38, 4108-4113.
- Hussein, H.S. 2007. Prevalence and pathogenicity of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in beef cattle and their products. *J. Anim. Sci.* 85, E63-E72.
- Hussein, H.S. and T. Sakuma. 2005. Invited review: prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in dairy cattle and their products. *J. Dairy Sci.* 88, 450-465.
- Jothikumar, N. and M.W. Griffiths. 2002. Rapid detection of *Escherichia coli* O157:H7 with multiplex real-time PCR assays. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 3169-3171.
- Ko, J. and G.A. Splitter. 2003. Molecular host-pathogen interaction in brucellosis: current understanding and future approaches to vaccine development for mice and humans. *Clin. Microbiol. Rev.* 16, 65-78.
- Lang, A.L., Y.L. Tsai, C.L. Mayer, K.C. Patton, and C.J. Palmer. 1994. Multiplex PCR for detection of the heat-labile toxin gene and Shiga-like toxin I and II genes in *Escherichia coli* isolated from natural waters. *Appl. Environ. Microbiol.* 60, 3145-3149.
- LeJeune, J.T. and A.N. Wetzel. 2007. Preharvest control of *Escherichia coli* O157 in cattle. *J. Anim. Sci.* 85, E73-E80.
- Leotta, G.A., E.S. Miliwebsky, I. Chinen, E.M. Espinosa, K. Azzopardi, S.M. Tennant, R.M. Robins-Browne, and M. Rivas. 2008. Characterisation of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157 strains isolated from humans in Argentina, Australia and New Zealand. *BMC Microbiol.* 8, 46 (doi:10.1186/1471-2180-8-46).
- Myint, M.S., Y.J. Johnson, N.L. Tablante, and R.A. Heckert. 2006. The effect of pre-enrichment protocol on the sensitivity and specificity of PCR for detection of naturally contaminated *Salmonella* in raw poultry compared to conventional culture. *Food Microbiol.* 23, 599-604.
- Paton, A.W. and J.C. Paton. 1998. Detection and characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* by using multiplex PCR assays for *stx1*, *stx2*, *eaeA*, enterohemorrhagic *E. coli hlyA*, *rfbO111*, and *rfbO157*. *J. Clin. Microbiol.* 36, 598-602.
- Paton, J.C. and A.W. Paton. 1998. Pathogenesis and diagnosis of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. *Clin. Microbiol. Rev.* 11, 450-479.
- Shama, V.K. and S.A. Carlson. 2000. Simultaneous detection of *Salmonella* strains and *Escherichia coli* O157:H7 with fluorogenic PCR and single-enrichment-broth culture. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 5472-5476.
- Vidovic, S., H.C. Block, and D.R. Korber. 2007. Effect of soil composition, temperature, indigenous microflora, and environmental conditions on the survival of *Escherichia coli* O157:H7. *Can. J. Microbiol.* 53, 822-829.
- Vidovic, S. and D.R. Korber. 2006. Prevalence of *Escherichia coli* O157 in Saskatchewan cattle: characterization of isolates by using random amplified polymorphic DNA PCR, antibiotic resistance profiles, and pathogenicity determinants. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, 4347-4355.

(Received December 15, 2008/Accepted April 1, 2009)

---

**ABSTRACT : Seasonal Distribution of Bacterial Populations and *Escherichia coli* O157 at Hanwoo Cattle Feedlots in Gyeongsangbuk-do****Yong-Ho Khang\* and Moon-Sook Kang** (School of Biotechnology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Republic of Korea)

The seasonal variation of bacterial populations in the Korean cattle (Hanwoo) feedlots dispersed in the 20 cities of Gyeongsangbuk-do, Korea, was monitored for two years (2006 and 2007) to provide quantitative criteria for good agricultural management. Outside the feedlots, the average falling bacterial populations of the air were  $3 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=63) in a year. Inside the feedlots, the average falling bacterial populations of the air were  $8 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=63) in the spring,  $16 \pm 2$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=69) in the summer,  $7 \pm 2$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=69) in the autumn, and  $6 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min (n=70) in the winter. Without using the summer data, the average falling bacterial population of the air was  $7 \pm 1$  CFU/cm<sup>2</sup> · 15 min, which was not statistically significant ( $P=0.37$ ). The average bacterial populations in the cattle drinking water of the cattle feedlots were  $4,710 \pm 780$  CFU/ml (n=65) in the spring,  $10,430 \pm 1170$  CFU/ml (n=65) in the summer,  $4,820 \pm 700$  CFU/ml (n=64) in the autumn, and  $2,510 \pm 530$  CFU/ml (n=64) in the winter. Without using the summer data, the average bacterial population of the drinking water was  $4,000 \pm 400$  CFU/ml, which was statistically significant ( $P=0.027$ ). The average frequency of *Escherichia coli* O157 inside the feedlots was 5% (n=65) in the spring, 72% (n=65) in the summer, 67% (n=66) in the autumn, and 29% (n=66) in the winter on the basis of soil samples of the year 2007. The results indicate that most of the *Escherichia coli* O157 strains distributed in the summer and autumn was disappeared in the spring through the cold weather of the winter.