

서울지역 유통식육의 *Yersinia enterocolitica* 분리 및 특성 연구

축산물안전팀

여정민* · 김주영 · 양윤모 · 손장원 · 최태석 · 이주형

Identification and Characterization of *Yersinia enterocolitica* Isolated from Raw Meat in Markets of Seoul

Livestock Safety Team

Jung-min Yeo*, Ju-young Kim, Yun-mo Yang,
Jang-won Son, Tae-seok Choi and Ju-hyung Lee

Abstract

Yersinia enterocolitica is an important foodborne pathogen that causes illness in humans and animals. In this study, 1,270 raw meat samples were collected from markets in Seoul and were investigated for the distribution of *Yersinia* spp. In addition, epidemiological analysis was performed assessing the biochemical, serological, genetic, and virulence-associated characteristics of *Y. enterocolitica*. *Yersinia* spp. were detected in 136(10.7%) samples, of which the most frequently isolated species was *Yersinia enterocolitica*(57.4%), followed by *Yersinia intermedia*(33.8%), *Yersinia frederiksenii* (6.6%), and *Yersinia kristensenii* (2.2%). Of the 78 *Y. enterocolitica* isolates, biotypes 1A(83.3%), 2(15.4%), and 3(1.3%), were identified; biotypes 1B, 4, and 5 were not identified. Serotypes included O:1,2(3.9%), O:5(44.9%), O:8(10.3%), and NT (not typeable)(41.0%); serotypes O:3 and O:9 were not isolated. The prevalence of virulence genes included *yadA*(1.3%), *inv*(33.3%), *ail*(1.3%), *ystA*(1.3%), and *virF*(0%). This study highlighted the importance of raw meat as a potential source of *Y. enterocolitica* infection in Seoul.

Key words : raw meat, serotyping, biotyping, virulence gene, *Yersinia enterocolitica*

서 론

Yersinia spp.는 그람음성간균으로 장내 세균과에 속하는 인수공통전염병의 원인체 중 하나이며, 분포의 영역이 매우 넓어서 설치류 등의 야생동물과 돼지를 비롯한 개, 고양이, 소, 양, 닭, 토끼 등의 동물 및 여러 환경에서도 분리되고 있다(1, 2). *Yersinia* spp.는 크기가 $0.5\sim 0.8\times 1\sim 3\ \mu\text{m}$ 이며 내생포자를 형성하지 않는 Gram 음성, 통성혐기성 간균이다. 운동성이 있는 균주는 1~18개의 편모를 균체 표면에 가지고 있으며, 온도에 따라 운동성에 차이가 있어서 25°C에서는 운동성이 있으나 37°C에서는 운동성이 없다. 성장온도는 4~42°C이며 최적온도는 28~29°C이다(3).

Yersinia spp. 가운데 대표적인 병원성 균주는 *Y. pestis*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. enterocolitica* 3종이 있으며, 이중 *Y. enterocolitica*가 사람에서 다양한 장 질환을 유발시키는 중요한 병원체로 알려져 있다(4). *Y. enterocolitica*는 동물에서 유산, 장염, 하리, 장간막 임파절염, 패혈증 등을 유발시키고, 사람에서는 급성 위장염, 하리, 가성 충수염, 말단 회장염, 장간막 임파절염, 식중독, 패혈증, 관절염 등의 다양한 증세를 유발하는데, 특히 유아에서 급성 장염을 일으키는 것으로 보고되고 있다(5, 6). 또한, *Y. enterocolitica*가 냉장온도에서도 증식할 수 있는 호저온성 장내병원 세균으로 냉장식품을 통한 식중독의 원인체로 알려지면서 더욱 중요시되었으며(7, 8) 진공포장에서 증식할 수 있는 특성과 저온발육 특성으로 인하여 식품의 취급·보존에 방심할 수 있는 가을과 초겨울 철에 식중독 발생의 원인이 될 수 있다. *Yersinia*속의 세균에 감염되면 Yersiniosis라는 감염성 질환이 발병하는데, 대부분 *Y. enterocolitica* 종에 의해 유발된다. 감염된 사람의 연령에 따라 다양한 증상이 나타날 수 있으며, 감염 빈도가 가장 높은 5세 미만의 어린이의 경우 발열, 복통, 설사 등이 유발되고 때에 따라 설사에 피가 섞이기도 한다. 설사의 경우는 감염 환자의 80%에서 발생하는 것으로 보고되고 있다(9). 또한, 유럽에서는 *Y. enterocolitica*에 의한 Yersiniosis가 Campylobacteriosis와 Salmonellosis와 함께 장 질환을 유발시키는 3대 중요한 식중독으로 알

려져 있다(10).

Bercovier 등의 연구에 의하면, *Y. enterocolitica*는 엄밀히 말해서 각각의 생화학적, 항원 특성 및 생태학적 활성에 따라 여러 성질을 띠고 있다(11). 따라서 모든 *Y. enterocolitica*가 같은 병원성을 갖는 것은 아니며, 생태학적, 지리학적 분포, 생화학적, 항원 특성 및 염색체와 플라스미드에 존재하는 유전자 각각의 상호작용에 따라 각 균주별 병원성 차이가 존재한다(12, 13). 자연계에 널리 분포하는 *Y. enterocolitica*는 지역과 동물에 따라 혈청형이 매우 다양하여 70여 가지의 혈청형 및 미분류 혈청형으로 나뉘며, 이 가운데 가장 흔한 O:3를 비롯하여 O:8, O:9, O:5, 27 등이 사람에서 병원성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 한편, *Y. enterocolitica*의 생물형 또한 지역과 동물에 따라 특정 형만 분포하는 것으로 보고되고 있으며, 국내에서는 3B형과 3A형이 많이 나타나고, 생물형과 혈청형과의 관련성(serobiotyp)에서는 3형/O:3, 2형/O:9, 1형/O:8 등이 병원성 및 분포도가 높은 것으로 나타났다(14).

돼지는 사람에서 Yersiniosis를 유발시키는 매우 주요한 매개체이다(15). 특히, 돼지의 편도, 장, 분변과 림프절이 주요한 오염원으로 보고되고 있으며(16~19) 유럽에서는 돼지고기에서 이미 빈번하게 분리되고 있는 실정이다(20). 소고기와 소 부산물 또한 Yersiniosis감염의 원인체로 알려져 있다(21). 그러나 우리나라 식육에서 *Yersinia* spp.의 오염도에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며 유행병 연구로써 사람의 식중독 증례에서 분리된 *Y. enterocolitica*에 대한 일부 정보만 보고되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 서울지역에 유통되는 소고기, 돼지고기에서 *Yersinia* spp.를 분리하여 각 균종의 오염 실태를 파악하고 분리된 *Y. enterocolitica*의 생물형 및 혈청형, 병원성 유전자를 분석함으로써 Yersiniosis 예방을 위한 기초 자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 *Yersinia* spp. 분리를 위해 2015년

1월부터 9월까지 서울지역에서 유통된 식육 시료 중 소고기 560건, 돼지고기 710건을 재료로 사용하였다.

2. *Yersinia* spp. 분리 및 동정

*Y. enterocolitica*의 분리 실험은 미국 FDA method에(22) 따라 실시하였다. 즉, 검체 25 g을 225 μ l peptone sorbitol bile broth(PSBB)에 넣고 호모게나이저로 30초간 분쇄한 후 10°C에서 10일간 증균배양하였다. 증균배양액 0.1 μ l를 1 μ l의 0.5% KOH/0.5% NaCl에 넣어 잘 섞은 후 MacConkey agar(Merck, Germany)와 Cef-sulodin irgasan novobiocin agar(Merck, Germany)에 각각 도말하여 30°C에서 48시간 배양하였다. 배지 상에서 전형적인 집락을 선별하여 Tryptic soy agar(Merck, Germany)에 계대배양한 후 *Yersinia* spp. 동정시험을 실시하였다. *Yersinia* spp.의 전형적인 집락은 MacConkey agar에서는 옅거나 무색투명한 집락을 형성하며 CIN agar에서는 집락 중앙이 짙은 붉은 색을 띠고 주위가 투명한 모양을 띠는 일명 bull's eye의 형태를 나타낸다.

Yersinia spp.로 추정되는 균주는 Kligler's

iron agar(Merck, Germany)에 접종하여 30°C에서 48시간 배양하였다. *Y. enterocolitica*의 전형적인 반응은 alkali slant/acid butt이며 가스를 생성하지 않고 H₂S 반응은 음성이다. 추가적으로 자동화 미생물 동정 장비(Vitek2 compact, BioMérieux, France)와 API 20E(BioMérieux, France)를 이용하여 최종 동정하였다.

3. Serotype 및 Biotype 동정

*Y. enterocolitica*의 biotype은 Bottone의 방법(23) 따라 표 1과 같이 10개의 생화학적 특성에 따라 분류 동정하였다.

분리주의 serotype 동정은 Slide agglutination 방법을 이용하여 실시하였다. 본 실험에 이용된 항혈청은 *Y. enterocolitica* antisera (Denka Seiken, Japan)의 type 1·2, type 3, type 5, type 8, type 9이다.

4. Multiplex PCR을 이용한 병원성 검사

분리 균주의 병원성여부를 확인하기 위하여 병원성과 관련 있는 *Ail*, *ystA*, *yadA*, *virF*, *inv* 유전자에 대한 PCR을 실시하였으며 이용된 프라이머는 표 2와 같다. Multiplex PCR을 위한

Table 1. Biochemical tests used for biotyping *Yersinia enterocolitica*

Test	1A	1B	2	3	4	5
Salicin(acid production in 24 h)	+	-	-	-	-	-
Esculin(24 h)	+/-	-	-	-	-	-
Xyloza(acid production)	+	+	+	+	-	v ¹⁾
Trehaloza(acid production)	+	+	+	+	+	-
Indol production	+	+	v	-	-	-
Ornithine decarboxylase	+	+	+	+	+	+
Inositol(acid production)	+	+	+	+	+	+
Sorbose(acid production)	+	+	+	+	+	-
Pyrazinamidase	+	-	-	-	-	-
Lipase activity	+	+	-	-	-	-

1) variable.

reaction mixture는 10×reaction buffer 2 μ l, 각각의 primer(20 μ m) 1 μ l, dNTP(dATP, dCTP, dGTP, dTTP) 각 250 μ l, Taq DNA polymerase(1 unit/ μ l) 1 μ l와 증류수로 조성되었다. 여기에 template DNA 5 μ l를 가하여 총 20 μ l가 되도록 한 후, Thermal Cycler(Applied biosystems, USA)를 이용하여 PCR 실험을 실시하였다. Multiplex PCR 반응조건은 denaturation 95°C 10 min 1cycle; melting 95°C 45 sec, annealing 60°C 1 min, elongation 72°C 70sec 25cycle; final extention 10 min으로 실시하였다. 증폭된 샘플은 1.5% agarose gel electrophoresis를 통하여 확인하였다.

결 과

1. 식육 중 *Yersinia* spp. 검출률

서울지역 식육에서 분리한 *Yersinia* spp.의 검출률은 표 3과 같이 총 1,270건 중 10.7%(136주)로 나타났다. 식육별 검출률은 소고기에서 9.8%(55주/560건), 돼지고기에서 11.4%(81주/710건)로 검출되었고 분리된 *Yersinia* spp. 균종은 각각 *Yersinia enterocolitica* 57.4%(78주), *Yersinia frederiksenii* 6.6%(9주), *Yersinia intermedia* 33.8%(46주), *Yersinia kristensenii* 2.2%(3주)로 나타났다. 이중 *Yersinia enterocolitica*는 소고기에서 50.9%(28주/55주),

Table 2. Primers used for detection of the various genes of *Yersinia enterocolitica*

Gene	Primer name	Primer sequence, 5'-3'	Amplicon length, bp	Reference
yadA	yadA1	CTTCAGATACTGGTGTGCTGT	849	44
	yadA2	ATGCCTGACTAGAGCGATATCC		
inv	YC1	CTGTGGGGAGAGTGGGAAGTTTGG	570	45
	YC2	GAACCTGCTTGAATCCCTGAAAACCG		
ail	Ail1	ACTCGATGATAACTGGGGAG	170	46
	Ail2	CCCCCAGTAATCCATAAAGG		
ystA	Pr2a	AATGCTGTCTTCATTTGGAGCA	145	47
	Pr2c	ATCCCAATCACTACTGACTTC		
virF	VirF1	TCATGGCAGAACAGCAGTCAG	590	48
	VirF2	ACTCATCTTACCATTAAGAAG		

Table 3. Distribution of *Yersinia* spp. isolated from meat samples(n=1,270)

<i>Yersinia</i> spp.	Total		Meat			
	No. of isolates	%	Beef		Pork	
			No. of isolates	% ¹⁾	No. of isolates	% ¹⁾
<i>Yersinia enterocolitica</i>	78	57.4	28	50.9	50	61.7
<i>Yersinia frederiksenii</i>	9	6.6	3	5.5	6	7.4
<i>Yersinia intermedia</i>	46	33.8	24	43.6	22	27.2
<i>Yersinia kristensenii</i>	3	2.2	-	-	3	3.7
Total	136	-	55	-	81	-

1) Percentages were calculated out of the total number of isolates in the meat type.

돼지고기에서 61.7%(50주/81주)로 분리된 *Yersinia* spp. 중 가장 높은 검출률을 나타냈다.

2. *Yersinia enterocolitica*의 Biotype 및 Serotype

식육에서 분리된 78주 *Y. enterocolitica*의 biotype 및 serotype 동정결과는 표 4, 표 5와 같다. 분리주에 대해 생화학적 특성을 기초로 biotype을 조사한 결과, biotype 1A형, 2형 및 3형 3가지 type이 나타났고, 이 가운데 biotype 1A형이 65주(83.3%)로 가장 많이 나타났으며, 2형 12주(15.4%), 3형 1주(1.3%)로 나타났다.

분리 균주의 serotype을 조사한 결과, O:5가 35주(44.9%)로 가장 많이 나타났고, 그 다음으로 O:8이 8주(10.3%), O:1,2가 3주(3.9%) 등의 순으로 나타났다. Serotype O:3 및 O:9는 검출되지 않았으며, 나머지 32주는 NT(not typeable)로 나타났다.

본 실험에서 서울지역 유통식육 중 가장 많이 분리된 serobiototype은 O:5/1A형이었으며, 78주의 *Y. enterocolitica* 중 31주(39.7%)에서 검출되었다. 그 다음으로 O:8/1A형이 8주(10.3%), O:5/2형이 4주(5.1%) 순으로 나타났다.

3. *Yersinia enterocolitica*의 병원성 유전자

*Y. enterocolitica*의 병원성 유전자 *yadA*, *inv*, *ail*, *ystA*, *virF*의 검출률은 표 6과 같다. 각각의 유전자 특이적인 primer를 이용하여 PCR을 실시

Table 4. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* biotypes isolated from meat samples¹⁾

Biotype	Positive samples, no.(%)
1A	65 (83.3)
1B	-
2	12 (15.4)
3	1 (1.3)
4	-
5	-

1) n = 78 isolates.

하였으며, 각 DNA product를 확인하여 병원성 유전자의 유무를 판단하였다. 전체 78주의 *Y. enterocolitica* 분리주로부터 *inv* 유전자는 33.3% 검출되었다. *yadA*, *ail*, *ystA* 유전자는 각각 1.3%를 나타냈으며, *virF* 유전자는 검출되지 않았다.

Table 5. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* serotypes/biotypes isolated from meat samples¹⁾

Serotype/biotype	Positive serotype & biotype, no.(%)
O:1,2/1A	1 (1.3)
O:1,2/2	2 (2.6)
O:1,2/3	-
O:5/1A	31 (39.7)
O:5/2	4 (5.1)
O:5/3	-
O:8/1A	8 (10.3)
O:8/2	-
O:8/3	-
NT ²⁾ /1A	25 (32.1)
NT/2	6 (7.7)
NT/3	1 (1.3)

1) n = 78 isolates.

2) not typeable.

Table 6. Prevalence of *Yersinia enterocolitica* virulence genes isolated from meat samples¹⁾

Gene	Positive samples, no.(%)
<i>yadA</i>	1 (1.3)
<i>inv</i>	26 (33.3)
<i>ail</i>	1 (1.3)
<i>ystA</i>	1 (1.3)
<i>virF</i>	-

1) n = 78 isolates.

고 찰

*Yersinia enterocolitica*는 그람음성간균으로 물, 유제품, 식육 등에 널리 분포하여 사람에서 식중독을 유발시키며, 서부 및 북부 유럽에서는 위장관염을 일으키는 대표적인 식중독의 원인균 중 하나이다. 과거에 비해 향상된 검출기법으로 근래에는 미국과 캐나다뿐만 아니라 각국의 검출률이 점점 높아지고 있다(24, 25). 식중독은 모든 병원성 *Y. enterocolitica* 균주에 의해 발병이 가능하지만, serotype O:8은 사람에서 감염 시 치명적인 반면, O:3와 O:9은 비교적 경미한 감염을 일으키는 것으로 보고되고 있다(23, 24). 본 연구는 서울지역 식육판매업소에서 취급하는 소고기, 돼지고기에서 *Y. enterocolitica*의 검출률과 분리주의 특성을 최초로 연구하고자 하였다.

2015년 1월부터 9월까지 서울지역 유통된 소고기 560건, 돼지고기 710건을 재료로 사용하여 총 1,270개의 식육에서 *Yersinia* spp. 136주를 분리하여 10.7%의 검출률을 보였다. 이중 *Y. enterocolitica*는 78주 분리되어 검출률이 6.1%였으며, 이 밖에 *Yersinia intermedia* 46주, *Yersinia frederiksenii* 9주, *Yersinia kristensenii* 3주가 분리되어 각각 3.6%, 0.7%, 0.2%의 검출률을 나타냈다. *Y. enterocolitica*의 식육별 검출률은 소고기에서 5.0%(28주/560건), 돼지고기 7.0%(50주/710건)를 나타냄으로써 돼지고기에서 비교적 높게 나타났다. Yersiniosis의 여러 매개체 중 돼지의 편도, 장내용물 및 분변과 림프절이 *Y. enterocolitica*의 주요한 보유체로 보고되고 있다(16~19). 또한 유럽에서는 *Y. enterocolitica*가 돼지고기에서 빈번하게 분리되고 있으며(10), 이는 돼지의 구강과 장내용물 및 분변에 오염된 균이 도축과정과 이후 공정에서 교차오염되고 있기 때문인 것으로 보고 있다(26, 27). 본 실험에서 함께 검출된 *Y. intermedia*, *Y. frederiksenii*, *Y. kristensenii*는 그 병원성 여부에 대해 계속 연구가 진행 중이며 여전히 논란의 소지가 남아있다(28). 따라서 시중에 유통되는 식육의 *Y. enterocolitica*를 비롯한 기타 *Yersinia* 속 균의 오염에 대한 철저한 위생관리가 요구된다.

자연계에 널리 분포하는 *Y. enterocolitica*는 생화학적 성질에 의하여 6개의 biotype으로 분류된다. biotype 1A는 사람에서 병원성을 나타내지 않는 반면, 그 외 생물형 1B, 2, 3, 4, 5는 병원성을 나타내는 것으로 알려져 있다(29). 또한, *Y. enterocolitica*는 지역과 동물에 따라 혈청형이 매우 다양하여 O-항원에 의하여 60여 가지의 혈청형으로 나뉘며, 그 중 11가지는 사람에서 질병을 일으키는 것으로 보고되었다(30). 본 실험에서 분리된 78주에 대해 생화학적 특성을 기초로 biotype을 조사한 결과, biotype 1A형, 2형 및 3형 3가지 type이 나타났고, 이 가운데 biotype 1A형이 65주, 전체 분리주 중 83.3%로 가장 많이 나타났으며, 2형 12주(15.4%), 3형 1주(1.3%) 순으로 나타났다.

*Y. enterocolitica*의 혈청형은 나라와 지역 및 분리 대상 동물에 따라 차이가 있으나, 유럽, 캐나다, 일본에서는 혈청형 O:3가 많이 분리되고, 네덜란드에서 혈청형 O:9, 그리고 미국에서는 O:5 및 O:8이 빈번하게 분리되고 있다(31). 본 실험에서는 식육에 분포하는 serotype을 조사한 결과, O:5가 35주(44.9%)로 가장 많이 나타났고, 그 다음으로는 O:8이 8주(10.3%), O:1,2가 3주(3.9%) 순으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 서울지역 유통식육의 *Yersinia enterocolitica*는 serotype O:5 및 O:8이 주로 분포하는 것으로 조사되었다.

전체 *Y. enterocolitica* 분리균주 78건에 대해 병원성 유전자 보유여부를 multiplex PCR로 분석한 결과, chromosomal virulence genes에 속하는 *inv*는 33.3%, *ail*, *ystA*는 각각 1.3%를 나타냈으며, plasmid-encoded virulence factors에 속하는 *yadA*는 1.3%, *virF*는 검출되지 않았다. 모든 병원성 *Yersinia* spp.는 다양한 virulence factors를 코딩하는 virulence plasmid를 보유하고 있다(32). Lee 등의 연구 중 세포실험에서 병원성 *Y. enterocolitica*는 진핵세포를 침투하는 반면, 비병원성 균주는 침투하지 못하였으나(33), *inv* gene을 염색체로 클로닝 한 결과 세포침투가 가능하였다(34). *Inv* gene로부터 생성된 Invasin은 포유류 세포표면의 수용체와 작용하여 균의

세포침투를 개시하고 질병을 유발시키며(35), Ail gene 또한 균의 세포침투에 관여하는 것으로 본 유전자를 보유한 균주는 100% 병원성이 있는 것으로 간주되고 있다(36). 한편, YstA는 내열성 장독소를 생산하여 장 상피조직을 파괴함으로써 균의 조직침투성을 촉진시키고 병원성을 나타낸다(37, 38).

병원성 *Yersinia* 균주는 pYV(plasmid *Yersinia* Virulence)로 명명된 약 70 kb 크기의 플라스미드를 보유하는데, pYV 상의 유전자 산물인 세포외막 단백질 YadA(*Yersinia* adhesin A)는 숙주의 체내 complement와 defensin의 항균활성을 억제하고 *Y. enterocolitica*와 숙주의 세포 간 결합을 촉진시키기 때문에(39) 발병의 주요한 작용을 한다고 알려져 있다. 본 실험에서는 *Y. enterocolitica* 1주에서 genotype inv+ail+ystA+yadA+virF-, bioserotype 3/NT형을 나타냈고 나머지 분리주 중 25주에서 inv gene이 검출되고 pYV plasmid를 보유하지 않는 것으로 나타났다. *Y. enterocolitica* 특성상, 균주의 장기 보관과 37°C에서 반복된 계대에 의해 virulence plasmid가 소실되지만, 본 실험 과정 중에는 37°C에서 배양시키는 과정이 없었으며 균 동정 이후 신속하게 DNA를 추출하였다. 따라서 본 실험의 식육에서 분리된 78주 중 1.3%에서 pYV plasmid를 보유하고 inv gene이 검출된 33.3%에서 병원성을 갖는 것으로 판단된다.

Favier 등의 연구에서 아르헨티나 식육으로부터 *Y. enterocolitica* 검출률을 조사한 결과, 전체 238건의 시료에서 92(38.7%)건이 검출됨으로써 본 실험의 오염률 보다 높게 나타났다(6.1%). 분리주에서 모든 bioserotype 2형/O:9은 genotype virF+myfA+ail+ystA+을 나타냈고, biotype 1A형 또한 genotype virF-myfA-ail+ystA+ystB+를 나타냄으로써 병원성 유전자를 확인하였다(40). 또 다른 연구에서 설사 증세를 나타낸 환자로부터 분리된 *Y. enterocolitica* 160주의 병원성 유전자 보유율을 조사한 결과, inv(100%), ail(94%), ystA(93%), ystB(7.5%), ystC(5%), yadA(89%), and virF(82%)를 나타냈다(41). Bhagat 등의 인도연구에서는 총 81주의 *Y.*

enterocolitica biotype 1A형을 분리하였으며 각각 사람의 설사 변에서 51주, 폐수 18주, 돼지 목구멍 7주, 돼지고기로부터 5주를 분리하였다. 분리된 biotype 1A형 81주에 대해 병원성 관련 유전자를 분석한 결과, 병증의 발현 유무와 관계없이 검출되었다. 기존에 *Y. enterocolitica* biotype 1A형이 비병원성 균주로 보고되었지만 최근 Bhagat 등과(42) Sharon 등의(43) 연구에서 biotype 1A 또한 병원성 유전자를 보유하며 사람에서 설사병을 일으킬 수 있음을 나타냈다. 이로써 본 연구에서 분리된 biotype 1A 65주 또한 표현형만으로 비병원성 균주로 단정할 수 없으며, 특히 병원성 유전자가 검출된 26주는 사람과 동물에서 병증을 일으킬 잠재적 가능성이 있는 것으로 판단된다.

결론

2015년 1월부터 9월까지 서울지역 유통된 소고기 560건, 돼지고기 710건을 재료로 사용하여 총 1,270건의 식육에서 *Yersinia* spp. 136주(10.7%)가 분리되었다. 이중 *Y. enterocolitica*는 78주(6.1%)를 나타냈으며, *Y. intermedia* 46주(3.6%), *Y. frederiksenii* 9주(0.7%), *Y. kristensenii* 3주(0.2%)를 각각 나타냈다. 식육별로 *Y. enterocolitica*는 소고기에서 5.0%(28주), 돼지고기 7.0%(50주)를 나타냄으로써 돼지고기에서 비교적 높게 검출되었다. 분리된 *Y. enterocolitica* 78주에 대해 생화학적 특성을 기초로 Biotype을 조사한 결과, biotype 1A형, 2형 및 3형 3가지 type이 나타났고, 이 가운데 biotype 1A형이 65주(83.3%)로 가장 많이 나타났다. Serotype을 조사한 결과, O:5가 35주(44.9%)로 가장 많이 나타났고, 그 다음으로는 O:8이 8주(10.3%), O:1,2가 3주(3.9%) 등의 순으로 나타났다. 분리주의 병원성 유전자 보유여부에 대해 multiplex PCR을 분석한 결과, inv는 33.3%, ail, ystA, yadA는 각각 1.3%를 나타냈으며, virF는 검출되지 않았다. 본 연구결과, 서울지역 유통 식육으로부터 *Y. enterocolitica*를 비롯한

Yersinia spp.의 검출이 빈번하게 나타났고 분리 주의 bioserotype 및 병원성 genotype을 분석한 결과 오염된 식육을 부적절하게 조리 후 섭취 시 Yersiniosis를 일으킬 가능성이 있으므로 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Hanna, MO, Smith, GC, Hall, LC, Vanderzant, C, Childers, AB and Jr : A research note : isolation of *Yersinia enterocolitica* from pig tonsils. J. Food Prot, 43:23~25, 1980.
- Wauters, G, Goossens, V, Janssens, M and Vanderpitte, J : New enrichment method for isolation of pathogenic *Yersinia enterocolitica* serogroup O:3 from pork. Appl. Environ Microbiol, 54:851~854, 1998.
- Ewing, WH : Edwards and Ewing's identification of Enterobacteriaceae. 4th ed, Elsevier, p.461~478, 1986.
- Lee, LA, Taylor, J, Carter, GP, Quinn, B, Farmer, III JJ and Tauxe, RV : *Yersinia enterocolitica* O:3 : An emerging cause of pediatric gastroenteritis in the United States. J Infect Dis, 163:660~663, 1991.
- Worldwide spread of infections with *Yersinia enterocolitica*. WHO Chronicle, 30:494~496, 1976.
- Tacket, CO, Davis, BR, Carter, GP, Randolph, JF and Cohen, ML : *Yersinia enterocolitica* pharyngitis. Ann Intern Med, 99:40~42, 1983.
- Tacket, CO, Ballard, J, Harris, N, Allad, J, Nolan, C, Nissinen, A, Quan, T and Cohen, ML : An outbreaks of *Yersinia enterocolitica* infections caused by contaminated tofu(soybean curd). J Epidemiol, 121:705~711, 1985.
- Lee, LA, Gerber, AR, Lonsway, DR, Smith, JD, Carter, GP, Puhr, ND, Parrish, CM, Sikes, RK, Finton, RJ and Tauxe, RV : *Yersinia enterocolitica* O:3 infections in infants and children, associated with the household preparation of chitterlings. N Engl J Med, 332:984~987, 1990.
- BBB(Bad Bug Book) Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook : *Yersinia enterocolitica* Last Updated : 05/04/2009 <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodborneIllness/FoodborneIllnessFoodbornePathogensNaturalToxins/BadBugBook/ucm070040.htm>, 2009.
- European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. EFSA Journal, 10:1~442, 2012.
- Bercovier, H, Brenner, DJ, Ursing, J, Steigerwalt, AG, Fanning, GR, Alonso, JM, Carter, GP and Mollaret, HH : Characterization of *Yersinia enterocolitica* sensu stricto. Curr. Microbiol, 4: 201~206, 1980.
- Cornelis, GR : *Yersinia* pathogenicity factors. Curr. Top. Microbiol. Immunol, 192:243~263, 1994.
- Cover, TL and Aber, RC : *Yersinia enterocolitica*. N. Engl. J. Med, 321(1): 16~24, 1989.
- 박주연, 박용하, 유한상 : 국내 분리 *Yersinia enterocolitica*의 생화학적, 혈청학적 및 병원성 관련 특성. 감염과화학요법, 32(3):186~196, 2000.
- Andersen, JK, Sorensen, R and Glensbjerg, M : Aspects of the epidemiology of

- Yersinia enterocolitica*: a review, Denmark. Int. J. Food Microbiol, 13: 231~237, 1991.
16. Fondrevez, M, Labbé, A, Houard, E, Fravallo, P, Madec, F and Denis, M : A simplified method for detecting pathogenic *Yersinia enterocolitica* in slaughtered pig tonsils. J. Microbiological Methods, 83(2):244~249, 2010.
 17. Gutler, M, Alter, T, Kasimir, S, Linnebur, M and Fehlhaber, K : Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in fattening pigs. J. Food Prot, 68(4):850~854, 2005.
 18. Liang, J, Wang, X, Xiao, Y, Cui, Z, Xia, S and Hao, Q : Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in pigs slaughtered in Chinese abattoirs. Appl Environ Microbiol, 78(8):2949~2956, 2012.
 19. Nesbakken, T, Eckner, K, Hridal, HK and Rrterud, OJ : Occurrence of *Yersinia enterocolitica* and *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and consequences for meat inspection, slaughtering, and dressing procedures. Int J Food Microbiol, 80(3): 231~240, 2003.
 20. European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control. : The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. EFSA Journal, 10:1~442, 2012.
 21. Fukushima, H, Hoshina, K, Itogawa, H and Gomyoda, M : Introduction into Japan of pathogenic *Yersinia* through imported pork, beef and fowl. Int J Food Microbiol, 35(3):205~212, 1997.
 22. Stephen, D, Weagant, PF and John, TS : *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis*, Bacteriological analytical manual. 7th ed., Food and Drug Administration, p.8.01~8.13, 1992.
 23. Bottone, EJ : *Yersinia enterocolitica*: The charisma continues. Clin. Microbiol. Rev. 10:257~276, 1997.
 24. Lamps, LW, Havens, JM, LJ, Gilbrech, PH, Dube and Scott. MA : Molecular biogrouping of pathogenic *Yersinia enterocolitica* : Development of a diag-nostic PCR assay with histologic correlation. Am. J. Clin. Pathol. 125: 658~664, 2006.
 25. Wesley, IV, Bhaduri, S and Bush, E : Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in market weight hogs in the United States. J. Food Prot, 71:1162~1168, 2008.
 26. Martínez, PO, Fredriksson-Ahomaa, M, Pallotti, A, Rosmini, R, Houf, K and Korkeala, H : Variation in the prevalence of enteropathogenic *Yersinia* in slaughter pigs from Belgium, Italy, and Spain. Foodborne Pathog Dis, 8(3):445~450, 2011.
 27. Terentjeva, M and Berzins, A : Prevalence and antimicrobial resistance of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis* in slaughter pigs in Latvia. J. Food Prot, 73(7):1335~1338, 2010.
 28. Sulakvelidze, A : *Yersiniae* other than *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* and *Y. pestis*: the ignored species. Microbes Infect, 2:497~513, 2000.
 29. Nesbakken, T : *Yersinia enterocolitica*. In: Fratamico, PM, Bhunia, AK, Smith, JL(Eds.), Foodborne Pathogens. Microbiology and Molecular Epidemiology. Caister Academic Press, Wymondham, UK, p.227~249, 2005.
 30. Bottone, EJ : *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. Microbes Infect. 1:323~333, 1999.
 31. Kapperud, G and Bergan, T : Biochemical

- and serological characterization of *Yersinia enterocolitica* in Bergen, *Methods Microbiol*, 15(295), 1984.
32. Portnoy, DA, Moseley, SL and Falkow, S : Characterization of plasmids and plasmid-associated determinants of *Yersinia enterocolitica* pathogenesis. *Infect. Immun*, 31:775~782, 1981.
 33. Lee, WH, McGrath, PP, Carter, PH and Eide, EL : The ability of some *Yersinia enterocolitica* strains to invade HeLa cells. *Can. J. Microbiol*, 23:1714~1722, 1977.
 34. Isberg, RR and Falkow, F : A single genetic locus encoded by *Yersinia pseudotuberculosis* permits invasion of cultured animal cells by *Escherichia coli* K-12. *Nature (London)*, 317:262~264, 1985.
 35. Isberg, RR and Leong, JM : Multiple beta 1 chain integrins are receptors for invasins, a protein that promotes bacterial penetration into mammalian cells. *Cell*, 60:861~871, 1990.
 36. 오호경, 김창민, 성원근 : Polymerase chain reaction을 이용한 *Yersinia enterocolitica*와 *Yersinia pseudotuberculosis*의 조기진단법 개발에 관한 연구. *대한미생물학회지*, 31:165~173, 1996.
 37. Revell, PA and Miller, VL : *Yersinia* virulence: more than a plasmid, *Fems Microbiol Lett* 205:159~164, 2001.
 38. Tennant, SM, Grant, TH and Robins-Browne, RM : Pathogenicity of *Yersinia enterocolitica* biotype 1a. *Fems Immunol Med Microbiol*, 38:127~137, 2003.
 39. Heesemann, J, Sing, and Trulzsch, K : *Yersinia's* stratagem: targeting innate and adaptive immune defense, *Curr Opin Microbiol*, 9:55~61, 2006.
 40. Estrada, CS, Velázquez LD, Favier, GI, Genaro, MS and Escudero, ME : Detection of *Yersinia* spp. in meat products by enrichment culture, immunomagnetic separation and nested PCR. *Food Microbiol*, 30:157~163, 2012.
 41. Zheng, H, Sun, Y, Mao, Z and Jiang, B : Investigation of virulence genes in clinical isolates of *Yersinia enterocolitica*. *FEMS Immunol. Med. Microbiol*, 53:368~374, 2008.
 42. Bhagat, N and Viridi, JS : Distribution of virulence-associated genes in *Yersinia enterocolitica* biovar 1A correlates with clonal groups and not the source of isolation. *FEMS Microbiol Lett*, 266:177~183, 2007.
 43. Tennant, SM, Grant, TH and Robins-Browne, RM : Pathogenicity of *Yersinia enterocolitica* biotype 1A. *FEMS Immunol. Med. Microbiol*, 38:127~137, 2003.
 44. Thoerner, P, Bin, Kingombe, CI, Bögli-Stuber, K, Bissig-Choisat, B, Wassenaar, TM, Frey, J and Jemmi, T : PCR detection of virulence genes in *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis* and investigation of virulence gene distribution. *Appl. Environ. Microbiol*, 69:1810~1816, 2003.
 45. Rasmussen, HN, Rasmussen, OF, Andersen, JK and Olsen, JE : Specific detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by two-step PCR using hot-start and DMSO. *Mol. Cell. Probes*, 8:99~108, 2003.
 46. Nakajima, H, Inoue, M, Mori, T, Itoh, K, Arakawa, E and Watanabe, H : Detection and identification of *Yersinia pseudotuberculosis* and pathogenic *Yersinia enterocolitica* by an improved polymerase chain reaction method. *J. Clin. Microbiol*, 30:2484~2486, 1992.

47. Ibrahim, AW, Liesack, MW, Griffiths and Robins-Browne, RM : Development of a highly specific assay for rapid identification of pathogenic strains of *Yersinia enterocolitica* based on PCR amplification of the *Yersinia* heat-stable enterotoxin gene(yst). J. Clin. Microbiol, 35:1636~1638, 1997.
48. Wren, BW and Tabaqchali, S : Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* by the polymerase chain reaction. Lancet, p.336~693, 1990.