

식품에서 분리한 *Yersinia enterocolitica*의 특성조사

임순영 · 이동하 · 박선희 · 박영식* · 윤석권** · 김창민
식품의약품안전청 식품미생물과, *한국식품위생연구원
** 동덕여자대학교 식품영양학과

Characteristics of *Yersinia enterocolitica* Isolated from Foods

Soon Young Lim, Dong Ha Lee, Sun Hee Park, Young Sig Park*,
Suk Kwon Yoon** and Chang Min Kim
Korea Food and Drug Administration
*Korea Institute of Food Hygiene
** Dept. of food and nutrition, Dongduk Women's University

Abstract

The incidence of *Yersinia enterocolitica* in raw meat was determined over 10 month period. *Y. enterocolitica* was isolated from 8.5% of beef, 17.0% of pork and 25.6% of chicken. Overall prevalence of *Y. enterocolitica* in raw meat was 17.5%. Seasonal difference was observed in isolation rate in which pork and chicken samples collected in the second half of the year twice was more than that of the first half of the year. Serotypes of *Y. enterocolitica* isolates were O:5 (17.3%), O:8 (8.6%), O:3 (6.2%), O:1,2 (1.2%), and others. The antibiotics susceptibility tests showed *Y. enterocolitica* isolates were resistant to carbenicillin, ampicillin, erythromycin, penicillin and bacitracin. In contrast it showed sensitivity to polymyxin B, kanamycin, ciprofloxacin, gentamicin, trimethoprim/sulfamethoxazole, nalidixic acid, and tetracycline. PCR with specific primers derived from ail gene of *Y. enterocolitica* was applied to detect and confirm pathogenic *Y. enterocolitica*. About 10% of the isolated *Y. enterocolitica* proved to be pathogenic and most of them were found in pork. However, proper cooking and meat process can kill and remove all *Y. enterocolitica* in meat, because the organism is very sensitive to heat.

Key words: *Yersinia enterocolitica*, incidence, polymerase chain reaction (PCR)

서 론

*Yersinia*속의 대표적인 것은 *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. pestis*, *Y. intermedia* 등이며 이들은 장내세균과에 속한다⁽¹⁾. *Yersinia* spp.는 크기가 0.5~0.8×1~3 μm이며 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⁽²⁾.

*Y. enterocolitica*는 인수공통병원균으로 1939년 사람에게서 최초로 분리되었고⁽²⁾ 돼지, 소, 닭, 양, 개 등

의 동물^(3,4)들과 원유, 유제품, 계란제품, 식육(소, 돼지, 양, 가금류), 야채류 등의 식품 및 환경시료에서 분리되어 왔다⁽⁶⁾. 이 균은 사람과 동물에게 복통, 발열, 설사, 두통, 구토 등을 동반하는 급성 위장질환과 패혈증, 그리고 2차 면역질환으로 피부의 결절성 홍반, 다발성 관절염 등과 같은 여시니아증(yersiniosis)을 일으키는 병원균이다⁽⁷⁾. 세계 여러 나라에서 이 균으로 인한 세균성 장염은 *Shigella*보다 많이 발생하며, *Salmonella*, *Campylobacter*만큼 일반적으로 발생한다고 보고되고 있다⁽⁸⁾. 그리고 분리율이 가을과 겨울에 최고점에 이르는 것이 특징이다^(8,9).

국내에서 *Y. enterocolitica*는 다른 장내세균에 비해 분리율이 낮기 때문에 최근까지는 중요시되지 않았으나⁽¹⁰⁾, 냉장온도와 진공포장상태에서도 증식할 수 있는 특성⁽¹¹⁾ 때문에 식품위생상 중요한 의미가 있다고 할 수 있다. 외국의 경우에는 yersiniosis를 예방하기 위하여

Corresponding author: Soon Young Lim, Division of Food Microbiology, Korea Food and Drug Administration, 5 Nokbun-Dong, Eunpyung-Gu, Seoul 122-020, Korea

다양한 식품을 대상으로 오염도를 측정하는 baseline monitoring을 지속적으로 실시하고 있으나 우리나라에서는 이에 관한 연구가 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 국내 유통 식육종의 *Y. enterocolitica*를 분리하고 그 분리균에 대하여 serotyping, 항생제 내성 검사 및 PCR을 실시하여 우리나라의 식육종 *Y. enterocolitica*의 분포 조사 및 분리균의 특성을 알아보는 baseline 성격의 연구를 하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

1997년 4월부터 11월까지 서울, 대전, 부산, 광주 등 4개지역에서 상 하반기로 나누어 총 463건의 식육(소고기 130건, 돼지고기 177건, 닭고기 156건)을 구입하여 *Y. enterocolitica*의 분리에 사용하였다(Table 1).

*Y. enterocolitica*의 분리 및 확인 시험

*Y. enterocolitica*의 분리 시험은 미국 FDA method에⁽²⁾ 따라 실시하였다. 즉, 검체 25 g을 225 mL peptone sorbitol bile broth (PSBB)에 넣고 호모게나이저로 30초간 분쇄한 후 10°C에서 10일간 증균배양하였다. 증균 배양액 0.1 mL를 1 mL의 0.5% KOH/0.5% NaCl에 넣어 잘 섞은 후 MacConkey agar (Difco)와 Cefsulodin-Irgasan-Novobiocin (CIN) agar (Difco)에 각각 희석도 말하여 30°C에서 48시간 배양하였다. 배지상에서 전형적인 집락을 선별하여 brain heart infusion (BHI) agar (Difco)에 계대배양한 후 *Yersinia* spp.의 동정 시험을 실시하였다. *Yersinia* spp.의 전형적인 집락은 MacConkey agar에서는 엷거나 무색투명한 집락을 형성하며 CIN agar에서는 집락 중앙이 짙은 붉은 색을 띠고 주위가 투명한 모양을 띠는 일명 bull's eye의 형태를 나타낸다.

Yersinia spp.로 추정되어지는 균주는 Kligler's iron agar (Difco)에 접종하여 30°C에서 48시간 배양하였다.

*Y. enterocolitica*의 전형적인 반응은 alkali slant/acid butt이며 가스를 형성을 하지 않고 H₂S반응은 음성이다. 추가적으로 urease 생성반응, L-lysine decarboxyase 및 citrate 이용반응 등의 생화학시험을 거친 후 API 20E (BioMerieux)에 접종하고 35°C에서 18~24시간 배양하여 결과를 판독하였다. 최종적으로 확인된 *Y. enterocolitica* 균주는 -70°C에 보관하여 필요시 꺼내어 사용하였다.

혈청형 시험

Slide agglutination 방법을 이용하여 분리균주의 serotyping을 실시하였다. 항혈청으로는 상품화된 제품(Denka Seiken)을 사용하였다.

분리 균의 항생제 내성시험

분리된 *Y. enterocolitica*에 대해 디스크법에 따라 항생제 내성시험을 실시하였다. 항생제는 ampicillin, carbenicillin, tetracycline, nalidixic acid, bacitracin, gentamicin, polymyxin B, kanamycin, erythromycin, ciprofloxacin, penicillin, trimethoprim/sulfamethoxazole을 사용하였으며 결과의 판독은 National committee for clinical laboratory standards (NCCLS)법에 준하였다⁽¹³⁾.

중합효소연쇄반응(Polymerase Chain Reaction: PCR)

식육에서 분리된 *Y. enterocolitica*의 병원성여부를 확인하기 위하여 PCR을 실시하였다. Template DNA는 다음과 같은 방법으로 제조, 사용하였다. 우선 *Y. enterocolitica*를 희석 배양한 평판배지에서 한 개의 집락을 선택하여 BHI broth에 접종한 후 37°C에서 24시간 배양하였다. 50 µL의 배양액을 3,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 pellet을 멸균중류수 50 µL에 균일하게 푼 다음 100°C에서 15분간 끓였다. 이것을 10,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 template DNA로 사용하였다.

PCR에 사용된 primer는 오 등⁽¹¹⁾이 사용한 것을 이용

Table 1. Number of samples collected from different area

Region	Number of samples						Total
	The first half of year			The second half of year			
	beef	pork	chicken	beef	pork	chicken	
Seoul	20	40	35	4	51	36	206
Daejeon	15	15	15	15	15	15	90
Kwangju	15	15	15	16	16	15	92
Pusan	15	15	15	10	10	10	75
Total	65	85	80	65	92	76	463

하였다. 이것은 *Y. enterocolitica*의 병원성과 관련 있는 *ail* gene에 특이적인 primer로서 Ail 1의 sequence는 5'-CGTCTGTAAATGTGTACGCTGC-3'이고 Ail 2는 5'-GGTGCCAACTTTTATGCTATCG-3'이다. PCR을 위한 reaction mixture는 10×reaction buffer 5 μL, 각각의 primer (20 μM) 2.5 μL, dNTP (10 mM) 4 μL, Taq DNA polymerase (5 unit/μL) 0.25 μL와 증류수 15.75 μL로 조성되었다. 여기에 template DNA 20 μL를 가하여 총 50 μL가 되도록 한 후, Touch Down Thermal Cycler (Hybaid Co., England)를 이용하여 PCR 실험을 실시하였다. PCR 조건은 denaturation 94°C 1분, annealing 56°C 1분 그리고 extension 72°C 1분 30초를 1 cycle로 하여 35 cycle을 반응시켰다. 증폭된 458 bp DNA fragment는 1.0% agarose gel electrophoresis를 통하여 확인하였다.

결과 및 고찰

식육종의 *Y. enterocolitica* 오염도

서울, 부산, 대전, 광주 지역에서 구입한 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등 총 463건의 식육종 *Y. enterocolitica*는 81건(17.5%), *Y. intermedia*를 포함한 다른 *Yersinia* spp.는 53건(11.4%)에서 분리되었다(Table 2). 각 식육에 대한 *Y. enterocolitica*의 분리율이 닭고기 25.6%, 돼지고기 17.0%, 쇠고기가 8.5%로 닭고기가 가장 높았다. 서독의 경우 *Y. enterocolitica*의 분리율이 닭고기 28.9%, 돼지고기 34.5%, 쇠고기 10.8%로⁽⁴⁾ 본 연구결과와 전체적인 분리율을 비교할 때 닭고기와 쇠고기에서는 비슷했으나 돼지고기에서는 월등히 높은 분리율을 보였다. 아르헨티나에서는 소의 직장, 어린 염소, 닭, 돼지의 맹장, 그리고 닭의 표피를 분석한 결과 전체 시료의 7.5%가 *Y. enterocolitica*에 오염되어 있었으며 돼지의 맹장이 가장 많이 오염되어 있었다⁽¹⁴⁾. 일본의 경우는 쇠고기 14.6%⁽¹⁴⁾, 영국에서는 도살된 돼지고기에서 *Y. enterocolitica*가 검출되었다⁽¹⁵⁾. 닭의 경우, 1990년 미국의 영계에서 26.7%가 분리되었으나 병원성은 없는 것으로 밝혀졌다⁽⁶⁾.

계절에 따른 분리율 비교에서는 하반기에 수거한

돼지고기와 닭고기에서 상반기보다 2배이상 높은 *Y. enterocolitica*가 분리된 반면 소고기는 서로 비슷한 분리율을 보였다. 이것은 *Y. enterocolitica*의 분리율이 다른 장내세균과는 달리 가을과 겨울에서 최고점에 이른다는 특징을 가지고 있다는 이전의 연구들^(8,9)과 같은 양상을 보였다.

환경에서 이 균이 분리되는 사례는 식육도살장이 대표적인 경우이다⁽⁹⁾. 식육도살장에서의 유출물들은 환경을 오염시킬 수 있고 설치류등은 이 균을 확산시키는 매개체가 될 수 있다. 실제로 노르웨이의 도살장 바닥에서 *Y. enterocolitica* O:3이 분리되기도 하였다⁽¹¹⁾. 이렇게 주위환경에서 *Y. enterocolitica*의 분리는 식품으로의 교차오염을 유발시킬 수 있기 때문에 식품위생상 중요하다. 또 *Y. enterocolitica*는 다양한 물에 널리 분포하기 때문에 물에 기인한 식중독 발생의 중요한 원인이 될 수 있다⁽⁶⁾. 음용수로 인한 장염 발생의 사례는 미국⁽¹⁷⁾과 노르웨이⁽¹⁸⁾에서 보고되었다. 만약 오염된 물이 식육가공 및 처리에 사용된다면 식육으로의 교차오염을 야기시킬 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구결과 식육에서 *Y. enterocolitica*의 분리율이 비교적 높은 편이었지만 식육에 존재하는 *Y. enterocolitica*는 가열처리 등에 의하여 쉽게 사멸되므로, 적절한 식품가공 및 조리가 이루어진다면 이로인한 식중독이 발생할 우려나 직접적으로 위생과 관련된 문제는 전혀 없다. 그러나 식육을 이용한 식품가공시 발생할 수 있는 교차오염에 관한 주의는 필요하다고 생각된다. 따라서 본 연구의 결과는 식품조리가공시 위생지도 자료로 유용한 baseline data로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

분리균의 serotyping

Slide agglutination 방법을 이용하여 *Y. enterocolitica*로 확인된 균주에 대하여 serotyping 시험을 실시한 결과 81건의 분리균 중 serotype O:5가 17.3%로 가장 많았고 다음으로 O:8 (8.6%), O:3 (6.2%), O:1,2 (1.2%) 순이었다(Table 3). 원료육별로는 쇠고기의 경우 11균주중 한 균주만 serotype O:8이었으며 나머지는 본실

Table 2. Incidence of *Yersinia* spp. in raw meat

Meat	Tested samples	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>Y. intermedia</i>	Other <i>Yersinia</i> spp.
Beef	130	11 (8.5%)	1 (0.8%)	11 (8.5%)
Pork	177	30 (17.0%)	3 (1.7%)	15 (8.5%)
Chicken	156	40 (25.6%)	5 (3.2%)	27 (17.3%)
Total	463	81 (17.5%)	9 (1.9%)	44 (9.5%)

Table 3. Serotype patterns of *Y. enterocolitica* isolated from meat

	Serotype(%)						Total
	O:1,2	O:3	O:5	O:8	O:9	Others	
Beef	-	-	-	1 (9.0)	-	10 (91)	11 (100.0)
Pork	-	5 (1.7)	9 (30.0)	3 (10.0)	-	13 (43.0)	30 (100.0)
Chicken	1 (2.5)	-	5 (12.5)	4 (10.0)	-	30 (75.0)	40 (100.0)
Total	1 (1.2)	5 (6.2)	14 (17.3)	7 (8.6)	-	52 (64.2)	81 (100.0)

험에서 이용한 항혈청으로는 응집반응을 보이지 않았다. 돼지고기는 O:5, O:8, O:3의 순이었으며 닭고기는 O:5, O:8, O:1,2의 순이었다. 일본 및 유럽 등지에서 많이 분리되는 serotype O:9는 분리되지 않았고 serotype O:3은 돼지고기, O:1,2는 닭고기에서만 분리되었다. 일반적으로 병원성이 있는 것으로 알려진 serotype O:3은 돼지고기에서 가장 많이 분리되었다.

전체 분리균주중 응집반응을 보이지 않은 것이 64.2%나 되었는데 그 이유는 *Y. enterocolitica*의 다양한 serotype에 비해 현재 상업적으로 이용 가능한 항혈청은 본 실험에서 사용된 5가지뿐이기 때문이다. 따라서 보다 정확한 serotyping을 위해서는 보다 많은 항혈청의 상업적 보급이 필요하다 하겠다.

항생제 내성 시험

항생제에 대한 감수성 실험결과 대부분의 *Y. enterocolitica* 분리균은 carbenicillin, ampicillin, erythromycin, penicillin, bacitracin에 대해 내성을 나타내는 반면 polymyxin B, kanamycin, trimethoprim/sulfamethoxazole, ciprofloxacin, tetracycline, nalidixic acid, gentamicin 등에 감수성을 나타내었다(Table 4). 이 결과는 홍 등⁽¹⁰⁾이 보고한 결과와 비슷한 양상을 보였으나 carbenicillin의 경우 홍 등의 실험에서는 *Y. enterocolitica*가 감수성을 보인데 반해 본 연구에서는 내성을 보였다.

중합효소연쇄반응

*Y. enterocolitica*의 병원성과 관련된 인자는 크게 두 가지로 구분되어지는데 그중 하나는 plasmid의 존재

이다. 즉, 40~48 megadalton (MD) 크기의 plasmid를 보유하고 있을 경우 병원성과 관련성이 깊다고 알려져 있다⁽⁹⁾. 그러나 *Y. enterocolitica*를 37°C에서 배양할 경우 이 plasmid는 없어지는 특성⁽¹¹⁾을 지니고 있기 때문에 배양조건과 보관에 유의하지 않을 경우 plasmid의 존재 유무로 병원성을 판단하는 것은 적합하지 않다. 다른 하나는 진핵세포에 대한 침투능력과 관련된 *ail* gene (attachment-invasion locus)의 보유성 유무로서 이 유전자를 보유한 *Y. enterocolitica*는 100% 병원성이 있는 것으로 밝혀졌다⁽¹⁾. 이 유전자는 chromosome에 위치하므로 배양조건에 상관없이 병원성을 확정하기 위한 기준으로 사용하기에 적합하다. 그러므로 본 연구에서는 *ail* gene에 특이적인 primer를 이용한 PCR을 실시하여 증폭된 458 bp DNA fragment의 유무를 확인함으로써 *Y. enterocolitica*의 병원성 여부를 판단하였다(Fig. 1).

전체 81건의 *Y. enterocolitica* 분리균주중 병원성이 있다고 확인된 균주는 8균주로서(10%), 각각의 식육종 돼지고기에서 6균주(serotype O:3 5균주와 O:5 1균주), 닭고기에서는 O:1,2 O:3, O:8, O:9 모두에서 응집반응을 보인 1균주, 그리고 소고기에서는 serotyping이 되지 않은 1개의 균주가 PCR 양성반응을 나타내었다. 분리균주중 serotype O:8은 모두 병원성이 없는 것으로 나타난 반면 serotype O:3은 모두가 병원성이 있었다. 일반적으로 병원성이 없는 것으로 알려진 serotype O:5가 본 실험의 돼지고기 분리균주에서는 PCR 양성반응을 보인 것이 특이했으며 그 이유에 대해서는 자세한 연구가 필요할 것 같다.

Table 4. Antibiotic susceptibility of *Y. enterocolitica* isolated from various meat

	Antibiotics											
	PB-300 ⁽¹⁾	CB-100 ⁽²⁾	K-30 ⁽³⁾	SXT ⁽⁴⁾	CIP-5 ⁽⁵⁾	TE-30 ⁽⁶⁾	NA-30 ⁽⁷⁾	GM-10 ⁽⁸⁾	AM-10 ⁽⁹⁾	E-15 ⁽¹⁰⁾	P-10 ⁽¹¹⁾	B-10 ⁽¹²⁾
Resistant(%)	-	81	-	-	13	1	1	-	92	100	100	100
Intermediate(%)	97	2	11	-	1	17	5	7	6	-	-	-
Susceptible(%)	3	17	89	100	86	82	94	93	2	-	-	-

PB-300⁽¹⁾(Polymyxin B), CB-100⁽²⁾(Carbenicillin), K-30⁽³⁾(Kanamycin), SXT⁽⁴⁾(Trimethoprim/Sulfamethoxazole), CIP-5⁽⁵⁾(Ciprofloxacin), TE-30⁽⁶⁾(Tetracycline), NA-30⁽⁷⁾(Nalidixic acid), GM-10⁽⁸⁾(Gentamicin), AM-10⁽⁹⁾(Ampicillin), E-15⁽¹⁰⁾(Erythromycin), P-10⁽¹¹⁾(Penicillin), B-10⁽¹²⁾(Bacitracin)

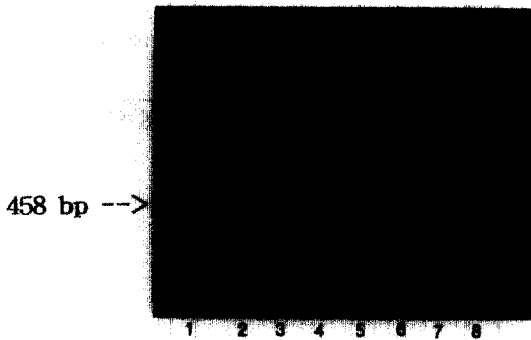


Fig. 1. Agarose gel electrophoresis (1.0%) of PCR amplified products (458 bp) which represents the detection of ail gene. Lane 1: Molecular marker (100 bp ladder), Lane 2: Beef isolate, Lane 3~7: Pork isolates, Lane 8: Chicken isolate

요 약

국내 식육중 *Y. enterocolitica*의 분포 조사 및 분리균의 특성을 조사하기 위하여 4월부터 11월사이에 상, 하반기로 나누어 소고기, 돼지고기, 닭고기 463건을 서울, 대전, 광주, 부산에서 구입하여 실험하였다. 전체 식육중 17.5% (81건)에서 *Y. enterocolitica*가 분리되었으며 닭고기(26.0%)가 가장 많이 오염되어 있었다. 분리율은 계절에 따라 차이를 보였는데 하반기에 수거한 돼지고기와 닭고기에서 상반기보다 2배이상 높은 균 분리율을 보였다. 항생제 감수성 실험결과 대부분의 분리균은 carbenicillin, ampicillin, erythromycin, penicillin, bacitracin에 대해 내성을 나타내는 반면 polymyxin B, kanamycin, trimethoprim/sulfamethoxazole, ciprofloxacin, tetracycline, nalidixic acid, gentamicin등에 감수성을 나타내었다. 분리된 *Y. enterocolitica*의 혈청형은 serotype O:5가 주종이었고 일본 및 유럽 등지에서 많이 분리되어지는 O:9는 분리되지 않았다. PCR 실험결과 81개의 분리균주중 8균주(10%)가 병원성을 갖고있는 것으로 밝혀졌는데 그 중 6균주가 돼지고기에서 발견되었다. 그리고 돼지고기 분리균주중 병원성이 없는 것으로 널리 알려져 있는 serotype O:5가 PCR 양성반응으로 병원성을 보여 이전 연구들과 상반된 결과를 나타낸 것에 대해서는 더 연구해야할 과제로 남아 있다.

문 헌

1. Oh, H.J., Kim, C.M., Seong, W.K., Min, H.K.: Study on the development of rapid detection method for pathogenic *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis*

by Polymerase Chain Reaction (in Korean). *J. Korean Soc. Microbiol.*, **31**(2), 165-173 (1996)

2. Ewing, W.H.: *Edwards and Ewing's identification of Enterobacteriaceae*. 4th ed., Elsevier, p. 461-478 (1986)

3. Park, S.G., Choi, S.M., Oh, Y.H., Choi, C.S.: Biotype, serotype and antimicrobial susceptibility of *Yersinia enterocolitica* isolated from cattle (in Korean). *J. Korean Soc. Microbiol.*, **28**(5), 453-461(1993)

4. Cox, N.A., Corral, A.D., Bailey, J.S., Shotts, E.B. and Para, C. M.: Research Note: The prevalence of *Yersinia enterocolitica* and other *Yersinia* species on the carcasses of market broilers. *Poult Sci.*, **69**(3), 482-485 (1992)

5. Fukushima, H., Gomyoda, M., Aleksic, S., and Tsubokura, M.: Differentiation of *Yersinia enterocolitica* serotype O:5, 27 stains by phenotypic and molecular techniques. *J. Clin. Microbiol.*, **31**(6), 1672-1674 (1993)

6. Cotton, L.N. and White, C.H.: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and *Salmonella* in dairy plant environments. *J. Dairy Sci.*, **75**, 51-57 (1992)

7. Choi, C.S., Park, S.G., Youn, Y.D., Chung, S.I., Yang, Y.T.: Production of heat-stable enterotoxins and virulence-associated cultural characteristics of porcine strains of *Yersinia enterocolitica* and related species with or without plasmid (in Korean). *J. Korean Soc. Microbiol.*, **25**(2), 135-146 (1990)

8. Cover, T.L. and Aber, R.C.: Medical progress-(*Yersinia enterocolitica*), *N. Engl. J. Med.*, **321**(1), 16-24 (1989)

9. Kapperud, G.: *Yersinia enterocolitica* in food hygiene. *Int. J. Food Microbiol.*, **12**, 53-65 (1991)

10. Heong, S.I. and Kim, J.S.: Biotype, serotype, and biochemical properties of *Yersinia enterocolitica* isolated in Korea (in Korean). *J. Korean. Med. Assoc.*, **30**(4), 421-428 (1987)

11. Nesbakken, T.: Enumeration of *Yersinia enterocolitica* O:3 from the porcine oral cavity, and its occurrence on cut surfaces of pig carcasses and environment in a slaughterhouse. *Int. J. Food Microbiol.*, **6**(4), 287-293 (1988)

12. Stephen, D., Weagant, P.F. and John, T.S.: *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis*, Bacteriological analytical manual. 7th ed., Food and Drug Administration, p. 8.01-8.13 (1992)

13. NCCLS.: Performance standards for antimicrobial disk susceptibility test, M2-M3, 3rd ed., 4(15), p. 369-406 (1984)

14. Swaminathan, B., Harmon, M.C. and Mehlamn, I.J.: A review *Yersinia enterocolitica*. *J. Appl. Bacteriol.*, **52**, 151-183 (1982)

15. Adesiyun, A.A. and Krishnan, C.: Occurrence of *Yersinia enterocolitica* O:3, *Listeria monocytogenes* O:4 and thermophilic *Campylobacter* spp. in slaughter pigs and carcasses in Trinidad. *Food Microbiol.*, **12**(2), 99-107 (1995)

16. Gonul, S.A. and Karapmar, M.: The Microbiological quality of drinking water supplier of Izmir city: The incidence of *Yersinia enterocolitica*. *Int. J. Food Microbiol.*, **13**, 69-73 (1991)

17. Highsmith, A.K., Feeley, J.C., Skaliy, P., Wells, J.G. and Wood, B.T.: Isolation of *Yersinia enterocolitica* from well water and growth in distilled water. *Appl.*

- Environ. Microbiol.*, **34**(6), 745-750 (1977)
18. Wauters, G., Kandolo, K. and Janssens, M.: Revised biogrouping scheme of *Yersinia enterocolitica*. The genus *Yersinia*: epidemiology, molecular biology and pathogenesis. *Contrib. Microbiol. Immunol.*, **9**, 14-21 (1987)
19. Prpic, J.K.A., Roy, M., Browne, R. and Davey, R. B.:

Differentiation between virulent and avirulent *Yersinia enterocolitica* isolates by using congo red agar. *J. Clin. Microbiol.*, **18**(3), 486-490 (1983)

(1998년 9월 5일 접수)