

# 남해안 어류양식장에서 분리된 *Enterococcus faecalis*와 *E. faecium*의 항균제 감수성 비교

오은경 · 손광태<sup>1</sup> · 유홍식 · 김지회<sup>2</sup> · 이태식<sup>2</sup> · 이희정  
 국립수산물안전연구원 식품안전연구과, <sup>1</sup>국립수산물안전연구원 남해수산연구소 증식연구과  
<sup>2</sup>국립수산물안전연구원 남해수산연구소 양식연구센터

## Antimicrobial Susceptibility Pattern of *Enterococcus faecalis* and *E. faecium* from Fish Farms in the Southern Coast of Korea

Eun-Gyoung OH, Kwang-Tae SON<sup>1</sup>, Hong-Sik YU, Ji-Hoe KIM<sup>2</sup>,  
 Tae-Seek LEE<sup>2</sup> and Hee-Jung LEE  
 Food Safety Research Team, NFRDI, Pusan 619-902, Korea  
<sup>1</sup>South Sea Research Institute, NFRDI, Yeosu 556-823, Korea  
<sup>2</sup>Aquaculture Environment Research Center, NFRDI, Tongyeong 650-943, Korea

The antimicrobial resistance of 160 strains of *Enterococcus faecalis* and 173 strains of *E. faecium* to 12 antimicrobial agents was investigated. The test strains were isolated from 126 wild seawater and farmed fish, including olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), black rock fish (*Sebastes schlegeli*), red sea bream (*Pagrus major*), and sea bass (*Lateolabrax japonicus*), in 2005 and 2006. Overall, 91.9% of the *E. faecalis* isolates and 88.4% of the *E. faecium* isolates showed antimicrobial resistance to at least one antimicrobial agent. The pattern of antimicrobial resistance of the isolates differed little according to the species of fish. The percentage of *E. faecalis* and *E. faecium* with specific antimicrobial resistance differed according to the sample source. For the isolates from farmed fish samples, 66.7% of *E. faecalis* were tetracycline resistant and 54.5% of *E. faecium* were erythromycin resistant. By contrast, in the wild fish seawater samples, 92.0% of *E. faecalis* were rifampin resistant and 88.5% of *E. faecium* were tetracycline resistant.

Key words: Antimicrobial resistance, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*

### 서 론

장구균 (*Enterococcus* spp.)은 인축의 분변 중에 항상 존재하는 그람양성구균으로, 인축의 분변에 오염되지 않은 환경에서는 검출되지 않으므로 대장균과 더불어 식품의 분변오염 지표균으로 활용되어지고 있다. 특히 식품의 조리, 가공과정에서 생존율이 높아 냉동식품, 건조식품, 가열식품 등의 분변오염 지표균 검사에서는 대장균보다 유용하다. 냉동식품에서의 장구균은 사멸하기 어렵다는 점에서 대장균이나 분변계대장균보다 분변오염 지표균으로서 많은 관심의 대상이 되고 있다 (Chang and Choe, 1973a; 1973b; Chang et al., 1975; Lee et al., 1996). 또한 장구균은 해수 중 생존기간에 있어서도 대장균이 0.8일인데 비하여 장구균은 2.4일 동안 생존 할 수 있기 때문에 해수중의 위생지표세균은 장구균이 분변계 대장균보다 더욱 적절하다는 보고도 있다 (Hanes and Fragala, 1967). 그러나 사람과 가축의 정상적인 장내세균총인 장구균이 최근에는 중요한 병원균으로 인식되고 있는데 (Tailor et al., 1993), 미국 질병통제예방센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)의 국립 병원 감염 감독기관 (National

Nosocomial Infections Surveillance, NNIS)의 자료에 의하면 1990년과 1992년 사이에 네 번째로 많은 원내 병원균 (nosocomial pathogen)으로 인식되고 있고 (Gin and Zhanel, 1996), 이 중 enterococcal infection의 80% 이상을 *Enterococcus faecalis*가 차지하고 있다 (Tailor et al., 1993). MRSA (methicillin resistance *Staphylococcus aureus*)를 비롯한 그람 양성균에 유효한 항생물질인 반코마이신에 내성을 획득한 장구균 (VRE, vancomycin resistant enterococci)이 1986년 프랑스와 영국에서 분리되었고, 미국에서는 1989년 이후 1990년대 걸쳐서 병원 내에서 급속히 확산되어 병원감염에서 큰 문제로 되었다. 건강한 사람이 이 균에 감염된 경우는 통상 무해하고 무증상이지만 수술환자나 감염방어기능이 저하된 환자에서는 복막염, 패혈증을 등을 일으킬 우려가 있다 (Mundy et al., 2000).

한편, 국내에서의 장구균을 대상으로 한 항생제 내성균에 관한 연구는 주로 임상분야를 중심으로 하여 진행되어 왔으나, 최근에 축산분야를 대상으로 한 연구가 일부 보고되어지고 있다. 그러나 수산분야에 있어서는 주로 인체 감염 시 식중독을 일으키거나 어류에 질병을 유발시키는 비브리오 속에 관한 항균제 내성에 관한 연구는 많이 이루어져 있으나 육상으로부터 오염 가능성이 높은 장구균에 관한 연구는 보고되어

\*Corresponding author: ohdagu@nfrdi.go.kr

지지 않은 실정이다 (Heo et al., 2002; Lee et al., 2005; Son et al., 2005a)

이 연구에서는 최근에 인체 병원균으로 중요성이 부각되고 있는 장구균에 대하여 남해안 주요 어류양식장의 양식어류 및 해수를 대상으로 장구균을 분리하고, 분리된 세균에 대한 항균제감수성 패턴을 파악하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시 료

장구균 분리는 2005년부터 2006년까지 6회에 걸쳐 우리나라 남해안 연안에서 어류양식업이 성행하고 있는 부산, 거제, 통영, 여수, 완도, 제주 등 6개 지역의 어류양식장에서 채취한 넙치 (*Paralichthys olivaceus*), 조피볼락 (*Sebastes schlegeli*), 참돔 (*Pagrus major*), 농어 (*Lateolabrax japonicus*) 등 어류 4종과 사육용수에서 분리하였다.

시료는 무균조작에 의하여 채취한 후 4°C 이하로 유지하면서 운반하여 24시간 이내에 실험을 실시하였다.

### 장구균의 분리 및 동정

*E. faecalis*, *E. faecium* 등 장구균의 분리는 Ramotar et al. (2000)의 방법을 일부 변형하여 실시하였다. 즉, 어류 시료의 경우, 내장과 아가미 부위를 취하여 마쇄한 다음 25 g을 Azide Dextrose broth (6.5% NaCl 함유) 225 mL에 접종하여 35±0.5°C에서 24시간 증균 배양하였다. 증균 배양액은 다시 Bromocresol Purple Azide broth 9 mL에 1 mL 접종하고 35°C에서 48시간 배양한 다음 배양액이 노란색으로 변한 것은 Enterococcosel agar 평판에 도말하고, 35±0.5°C에서 24시간 배양하였다. 배양 후 평판에서 표준균주와 유사한 집락을 선택하여 생화학시험 및 VITEK system (bioMerieux Vitek, Hazelwood, Mo.)을 사용하여 동정하였다.

### 항균제 감수성 시험

분리·동정된 각 장구균 균주의 항균제 감수성은 Acar and Goldstein (1991)의 디스크 확산법과 미국 NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2004)에 준하여 평가하였다. 즉, 분리된 각 균주를 Muller Hinton Broth (Merck, Germany)에 접종 후 35°C에서 18-24시간 전 배양한 다음 균 배양액의 농도를 McFarland No. 0.5로 희석 조정하였다. 각

희석된 균액은 미리 1% 농도가 되도록 NaCl를 첨가한 두께 4 mm의 Muller Hinton Agar (Merck, Germany) 평판에 도말하였다. 균액이 접종된 Muller Hinton Agar 평판을 5분간 방치하여 균액을 흡수시킨 후 항균제 디스크 (φ 8 mm)를 평판에 고착시켰다. 이 때 항균제 디스크는 균 접종 후 15분 이내에 고착시켰으며, 시험 항균제는 ampicillin (10 µg), amoxicillin/clavulanic acid (30 µg), ciprofloxacin (5 µg), chloramphenicol (5 µg), erythromycin (2 µg), gentamycin (120 µg), linezolid (30 µg), quinupristin/dalfopristin (5 µg), rifampin (5 µg), streptomycin (300 µg), tetracycline (5 µg), vancomycin (30 µg) 등 모두 12종 (BBL사)을 사용하였다. 항균제 디스크를 고착시킨 Muller Hinton Agar 평판은 35°C에서 16-18시간 배양 한 다음 균의 증식 저해대 (inhibition zone)의 크기를 calipers로 측정하여 감수성 유무를 판별하였으며, 감수성 결과의 정도관리를 위하여 Enterococcus ATCC 29212를 표준균주로 사용하여 각 항균제 디스크에 대한 역가를 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 장구균 검출현황

2005년부터 2006년까지 남해안 6개 지역 (부산, 거제, 통영, 여수, 완도, 제주)에 소재하는 양식장 10개소에서 채취한 양식어류 66점 및 사육용수 60점의 장구균의 검출현황을 Table 1에 나타내었다. 실험에 제공된 양식어류 중에서는 넙치가 30점으로 가장 많았으며, 다음으로 조피볼락 18점, 농어 12점, 참돔 6점의 순이었다.

시료에서 검출된 장구균은 *E. faecalis*가 44.1%로 가장 높은 검출율을 나타내었고, 다음으로 *E. faecium*이 32.4%, *E. gallinarum*이 11.8%, *E. durans*가 5.9%, *E. avium*이 8.8%의 순이었다. Devriese et al. (1992)은 임상검체에서 분리되는 장구균은 현재까지 알려진 17종 중 80-90%는 *E. faecalis*, 5-10%는 *E. faecium*라고 보고한 바 있으며, 소세지, 햄, 치즈 등의 축산물에서 분리된 장구균의 조성이 *E. faecalis*가 72%, *E. faecium*가 13% 검출되었다고 보고하여 임상이나 축산 가공품에서는 *E. faecalis*의 검출율이 매우 높은 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 양식어류와 사육용수에서 분리된 *E. faecalis* 및 *E. faecium*은 거의 비슷한 분리율을 나타내어 다소 차이를 나타내었다. 그러나 Kuhn et al. (2003)에 의한 유럽

Table 1. Number of isolated *Enterococcus* species from fish and seawater

Samples	No. of samples	No. of isolated strain (%)				
		<i>E. faecalis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. durans</i>	<i>E. gallinarum</i>	<i>E. avium</i>
Fish						
Oliver flounder	30	4 (13.3)	2 (6.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.3)
Black rock fish	18	5 (27.7)	2 (11.1)	1 (5.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
Sea bass	12	5 (41.6)	3 (25)	0 (0.0)	1 (8.3)	0 (0.0)
Red sea bream	6	0 (0.0)	1 (16.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Seawater	60	1 (1.6)	3 (5.0)	0 (0.0)	3 (5.0)	2 (3.3)
Total	126	15 (44.1)	11 (32.4)	1 (5.9)	4 (11.8)	3 (8.8)

4개국 (스웨덴, 덴마크, 영국, 스페인)에서 사람의 분변, 가축의 퇴비, 도축된 가축, 농장 주변의 오수 등을 대상으로 *Enterococcus* spp.의 분포를 조사한 결과, *E. faecium*이 33%, *E. faecalis*가 29%로 축산분야에서도 두 균주간의 검출비율이 유사하다는 보고도 있다.

한편 실험에 제공된 양식어류의 어종간 장구균의 분리양상에는 차이는 나타나지 않았는데 농어에서 가장 높은 검출율을 나타내었고, 다음으로 조피볼락, 넙치의 순이었다. 이는 Son et al. (2005b)이 보고한 양식어류 및 해수를 대상으로 한 장구균의 검출에 있어 조피볼락과 농어에서 41.7-50.0%로 다른 어종에 비하여 비교적 높은 검출을 보였다는 것과 유사한 결과를 나타내었다. 돔은 다른 어종보다 시료수가 적었으며 장구균의 검출건수도 단 1회였다.

해수의 경우 양식어류와는 달리 비교적 낮은 검출율을 나타내었으며 장구균 분리양상에도 다소 차이를 보였다. 이는 어류의 경우는 아가미와 표피에 장구균이 부착하여 지속적으로 공급되는 유기물에 의해 생존기간이 연장되는 반면 해수에서는 해수의 자정작용과 희석작용으로 인하여 시간이 경과함에 따라 균농도가 점차 낮아지기 때문인 것으로 사료된다. *E. faecium*과 *E. gallinarum*이 총 검출수 60개 중 3개 시료에서 검출되어 가장 높은 검출율을 나타내었으며 *E. faecalis*는 1개 시료에서만 검출되어 1.7%로 낮은 검출율을 나타내었다.

*Enterococcus* spp. 의 항균제 내성특성

양식어류 및 해수에서 분리된 장구균 중에서는 *E. gallinarum*, *E. durans*, *E. avium* 등도 분리되었지만, 주로 많이 검출되는 *E. faecalis*와 *E. faecium*만 선택하여 12종의 항균제에 대한 내성경향을 확인하여 그 결과를 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

어류 및 해수에서 분리된 장구균은 전반적으로 대부분의 시험 항균제에 대해 내성을 나타내었다. 어류에서 분리된 *E. faecalis*는 135균주 중 123균주가 한 가지 이상의 항생제에 대하여 내성을 나타내어 91.1%의 높은 내성율을 나타내었으며, *E. faecium*의 경우 분리된 121균주 중 101균주가 내성을 나타내어 *E. faecalis*보다 조금 낮은 83%의 내성율을 나타내었다. 한편 해수에서 분리된 *E. faecalis*와 *E. faecium*의 내성율은 각각 94% (24/25), 100% (52/52)로 나타나 어류에서 분리된 장구균보다 높은 내성율을 나타내었는데, 어류에서는 *E. faecalis*가 높은 내성율을 나타낸 반면 해수에서는 *E. faecium*이 *E. faecalis*보다 다소 높은 내성율을 나타내었다. 이러한 결과는 Lynette (2004)이 야채류에서 분리한 185개의 장구균 중 *E. faecium*와 *E. faecalis*의 내성율이 각각 91% 및 32%로 본 연구결과와 유사한 경향이였다.

항생제별 내성양상에 있어 어류에서 분리한 *E. faecalis*에서는 tetracycline (TE)과 quinupristin/dalfopristin (Q/D)의 두

Table 2. Antimicrobial resistance of *Enterococcus* species isolated from fish

Antimicrobial agents	Drug amount (μg)/disk	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of resistance isolates (%)	
			<i>E. faecalis</i> (n=135)	<i>E. faecium</i> (n=121)
Ampicillin	10	≤ 16	2 (1.5)	8 (6.6)
Amoxicillin/clavulanic acid	30	≤ 13	1 (0.7)	3 (2.5)
Chloramphenicol	5	≤ 12	64 (47.4)	24 (19.8)
Ciprofloxacin	5	≤ 15	14 (10.4)	39 (32.2)
Erythromycin	2	≤ 13	3 (2.2)	66 (54.5)
Gentamycin	120	≤ 6	2 (2.2)	1 (0.8)
Linezolid	30	≤ 20	14 (10.4)	9 (7.4)
Quinupristin/dalfopristin	5	≤ 15	87 (64.4)	28 (23.1)
Rifampin	5	≤ 17	63 (46.7)	62 (51.2)
Streptomycin	300	≤ 6	9 (6.7)	2 (1.7)
Tetracycline	5	≤ 14	90 (66.7)	62 (51.2)
Vancomycin	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)

Table 3. Antimicrobial resistance of *Enterococcus* species isolated from seawater

Antimicrobial agents	Drug amount (μg)/disk	Diffusion zone breakpoint (mm)	No. of resistance isolates (%)	
			<i>E. faecalis</i> (n=25)	<i>E. faecium</i> (n=52)
Ampicillin	10	≤ 16	0 (0.0)	17 (32.7)
Amoxicillin/clavulanic acid	30	≤ 13	0 (0.0)	4 (7.7)
Chloramphenicol	5	≤ 12	8 (32.0)	26 (50.0)
Ciprofloxacin	5	≤ 15	4 (16.0)	21 (40.4)
Erythromycin	2	≤ 13	6 (24.0)	38 (73.1)
Gentamycin	120	≤ 6	5 (20.0)	6 (11.5)
Linezolid	30	≤ 20	3 (12.0)	8 (15.4)
Quinupristin/dalfopristin	5	≤ 15	14 (56.0)	28 (53.8)
Rifampin	5	≤ 17	23 (92.0)	29 (55.8)
Streptomycin	300	≤ 6	0 (0.0)	12 (23.1)
Tetracycline	5	≤ 14	20 (80.0)	46 (88.5)
Vancomycin	30	≤ 14	0 (0.0)	0 (0.0)

항생제에서 64.4-66.7%의 높은 내성율을 나타내었으며, 그 외에도 chloramphenicol (C), erythromycin (E) 및 rifampin (RA)에서도 46.7-47.4%를 나타내었다. *E. faecium*에서는 E, RA 및 TE에서 51.2-54.5%의 높은 검출율을 나타내었고, 그 외에도 CIP (ciprofloxacin), Q/D 및 C에서 19.8-32.2%의 내성율을 나타내었다. 한편 해수에서 분리한 *E. faecalis*에서는 RA에서 92.0%의 가장 높은 내성율을 나타내었고, 어류에서와 같이 TE와 Q/D에서 50% 이상의 높은 내성율을 나타내었으며, *E. faecalis*에서는 TE, E, RA, Q/D 및 C에서 50.0-88.5%의 높은 내성율을 나타내었다. 그러나 어류 및 해수에서 분리한 *E. faecalis* 및 *E. faecium* 모두 vancomycin (VA)에서는 내성을 나타내지 않았다.

어류양식장에서 항균제의 사용은 양식어류 및 해수 등 해양 환경에 존재하는 세균의 내성정도를 증가시킬 수 있다는 사실은 많은 연구에서 입증되고 있다. Herwig et al. (1997)은 어류양식장에서 항균제를 사용함으로써 해양환경에 존재하는 세균의 내성정도를 증가시킬 수도 있으며, 항균제를 많이 사용한 어류양식장의 침전물로부터 분리된 세균의 내성율은 항균제를 거의 사용하지 않은 어류양식장의 침전물로부터 분리한 세균의 내성율에 비하여 매우 높았다고 보고하였다. 또한 낮은 농도의 항균제라도 계속적으로 사용할 경우 세균에 대한 약제 내성을 증가시킬 뿐 만 아니라 세균이 다제내성균으로 발전될 가능성도 있으며 내성균에서 병원세균으로 내성이 전이되거나 사람 또는 동물에 대한 약제 처리효과가 감소할 수 있다는 보고도 있다 (Tendencia and De la Pena, 2001). Samuelson et al. (1992)에 의하면 노르웨이 어류양식장에서 항생제가 첨가된 사료를 급이한 후 주변 해역에 서식하는 어류, 게 그리고 홍합의 항생제 잔류량을 조사한 결과, 13일간 oxolinic acid가 검출되었다고 한다.

우리나라의 가축유래 장구균의 항생제 내성 양상 조사결과에 의하면 소, 돼지, 닭 분변에서 분리한 장구균의 항생제 내성양상 조사결과, 소에서 분리한 *E. faecium*에서 TE와 RA에 약 50%의 내성을 나타내었으며, *E. faecalis*의 경우 TE와 E에 각각 63%와 24%의 내성을 나타내었다 (Lim et al., 2007a). 돼지에서 분리한 장구균의 경우 *E. faecium*은 E에 70%, TE에 58%의 내성을 *E. faecalis*은 TE에 99%, E에 66%의 내성을 나타내었다 (Lim et al., 2007b). 또한 Kim et al. (2007)의 닭 분변에서 분리한 장구균의 내성 양상 결과에 의하면 *E. faecium*은 TE에 대한 내성율이 66.4%, E가 54.9%이었으며, *E. faecalis*의 경우 TE에 대한 내성율이 85.9%로 가장 높게 나타났다고 보고하고 있다. TE는 가축에서 오래전부터 질병 예방 및 성장촉진 목적으로 사용되어 왔으며 현재에도 전체 항생제중 약 50% 이상 사용되는 것으로 보고되고 있어 사용량과 비례하여 내성율도 전반적으로 높은 것으로 나타났다고 보고하고 있다. 이러한 결과는 본 연구에서 어류에서 분리된 장구균의 내성양상과 유사한 것으로 확인되었다.

Petersen et al. (2002)은 어류양식장의 양식어류와 가축을

동시에 키우면서 항균제가 함유된 사료를 가축의 성장 촉진을 목적으로 사용하였을 때 항균제가 함유된 사료와 가축의 분변이 어류양식장의 주변 환경에 존재하는 세균에 대하여 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구 결과, 2개월 후에 분리한 세균에서 oxytetracycline과 ciprofloxacin에 대한 내성이 초기에 비하여 80-100%나 증가하였다고 보고하였다.

본 연구결과에서도 *Enterococcus* 속은 수계에서 상당량 검출되고 있고 항균제 내성 또한 높게 나타났으며 내성약제의 종류 및 내성형에 있어서 소, 돼지, 닭 등의 가축에서 유래한 장구균과 상당히 공통성이 있는 점으로 미루어보아 사람, 가축 등 분변과 같은 육상의 오염물질들이 해상으로 유입됨으로써 영향을 받은 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 각종 식품 및 환경유래 장구균에 대해서는 그 균종까지 검색함과 동시에 약제내성시험을 병행하여 오염유래를 명확하게 해야 할 것으로 판단된다.

이처럼 장구균은 인체 병원균으로서 중요성이 부각되고 있는 균종이 수계에서 상당량 검출되고 있고 다제내성균의 검출도 크게 증가하고 있는 것으로 나타나 수산식품의 위생적 측면 뿐 만 아니라 내성인자전이의 측면에서도 반드시 관리되어야 할 균종으로 생각된다.

## 사 사

이 연구는 식품의약품안전청 수산용 항생제 관리시스템 구축(06042항내모120) 사업에 의해 수행한 결과로 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Acar, J.F. and F.W. Goldstein. 1991. Disk Susceptibility Test. In : Antibiotics in Laboratory Medicine (Lorian, V. ed.). Williams & Wilkins, Baltimore, 17-52.
- Chang, D.S. and W.K. Choe. Bacteriological studies on market sea foods. 1. Sanitary indicative bacteria in slices of raw fish. 1973b. Bull. Kor. Fish. Soc., 6, 92-96.
- Chang, D.S. and W.K. Choe. Bacteriological studies on market sea foods. 1. Sanitary indicative bacteria in sundried sea foods. 1973a. Bull. Kor. Fish. Soc., 6, 87-91.
- Chang, D.S., W.K. Choe and K.O. Cho. Bacteriological studies on market sea foods. 1. Sanitary indicative bacteria in frozen sea foods. 1975. Bull. Kor. Fish. Soc., 8, 157-165.
- Devriese, L.A., M.D. Collins and R. Wirth. 1992. The genus *Enterococcus*. In: The Prokaryotes. 2 Ed. (Balows, A., H.G. Truper, M. Dworkin, W. Harder and K.-H. Schleifer eds.) Springer-Verlag, New York, 1465-1481.

- Gin, A.S. and G.G. Zhanel. 1996. Vancomycin-resistant enterococci. *Ann. Pharmacother.*, 30, 615-624.
- Hanes, N.B. and C. Fragala. 1967. Effect of seawater concentration on the survival of indicator bacteria. *J. Wat. Poll. Cont. Fed.*, 39, 97.
- Heo, J.H., M.H. Jung, M.H. Cho, G.H. Kim, K.C. Lee, J.H. Kim and T.S. Jung. 2002. The study on fish disease with reference to bacterial susceptibility to antibiotics in the southern area of Kyeongnam. *J. Vet. Clin.*, 19, 19-22.
- Herwig, R.P., J.P. Gray and D.P. Weston. 1997. Antibacterial resistant bacteria in surficial sediments near salmon net-cage farms in Puget Sound, Washington. *Aquaculture*, 149, 263-283.
- Kim, A.R., Y.M. Cho, S.K. Lim, M. Her, W.S. Jeong, S.C. Jung and J.H. Kown. 2007. Antimicrobial resistance of commensal bacteria isolated from food producing animals. 3. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. isolated from chicken faecal samples. *Kor. J. Vet. Publ. Hlth.*, 31, 41-49.
- Kuhn, I., A. Iversen, L.G. Burman, B.O. Liljequist, A. Franklin, M. Finn, F. Aarestrup, A.M. Seyfarth, A.R. Blanch, X. Vilanova, H. Taylor, J. Caplin, M.A. Moreno, L. Dominguez, I.A. Herrero and R. Mollby. 2003. Comparison of enterococcal population in animals, humans, and the environment-a European study. *Int. J. Food Micro.*, 88, 133-145.
- Lee, Y.J., A.R. Kim, S.C. Jung, S.W. Song and J.H. Kim. 2005. Antibiotic resistance pattern of *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus aureus* isolated from chicken feces. *Korean J. Vet. Res.*, 45, 163-168.
- Lee, Y.W., J.H. Kim, S.G. Park and K.M. Lee. 1996. Distribution of indicator organisms in commercial fish and shellfish and influence of storage temperature and period. *J. Food Hyg. Safety*, 11, 57-70.
- Lim, S.K., H.S. Lee, J.R. Byun, S.Y. Park and S.C. Jung. 2007a. Antimicrobial resistance of commensal bacteria isolated from food producing animals. 1. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. isolated from cattle faecal samples. *Kor. J. Vet. Publ. Hlth.*, 31, 21-29.
- Lim, S.K., H.S. Lee, J.R. Byun, S.Y. Park and S.C. Jung. 2007b. Antimicrobial resistance of commensal bacteria isolated from food producing animals. 1. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Enterococcus* spp. isolated from pig faecal samples. *Kor. J. Vet. Publ. Hlth.*, 31, 31-39.
- Lynette, M., M. Johnston and L.A. Jaykus. 2004. Antimicrobial Resistance of *Enterococcus* Species Isolated from Produce. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70, 3133-3137.
- Mundy, L.M., D.F. Sahn and M. Gilmore. 2000. Relationship between enterococcal virulence and antimicrobial resistance. *Clin. Microbiol. Rev.*, 13, 513-522.
- NCCLS. 2004. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. NCCLS document M100-S14. National committee for clinical laboratory standards, Wayne, PA.
- Petersen, A., J.S. Andersen, T. Kaewmak, T. Somsiri and A. Dalsgaard. 2002. Impact of integrated fish farming on antimicrobial resistance in a pond environment. *Microbiol.*, 68, 6036-6042.
- Ramotar, K., W. Woods, L. Larocque and B. Toye. 2000. Comparison of Phenotypic Methods to Identify *Enterococci* Intrinsically Resistant to Vancomycin. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, 36, 119-124.
- Samuelson, O.B., V. Torsvik and A. Ervik. 1992. Long range changes in oxytetracycline concentration and bacterial resistance toward oxytetracycline in a fish farm sediment after medication. *Sci. Total Environ.*, 114, 25-36.
- Son, K.T., E.G. Oh, T.S. Lee, H.J. Lee, P.H. Kim and J.H. Kim. 2005a. Antimicrobial susceptibility of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio alginolyticus* from fish farms on the southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 38, 365-371.
- Son, K.T., E.G. Oh, T.S. Lee, H.J. Lee, P.H. Kim and J.H. Kim. 2005b. Survey of sanitary indicative bacteria and pathogenic bacteria in fish farms on the southern coast of Korea. *J. Kor. Fish. Soc.*, 38, 359-364.
- Taylor, S.A.N., E.M. Bailey and M.J. Rybak. 1993. *Enterococcus*, an emerging pathogen. *Ann. Pharmacother.*, 27, 1231-1242.
- Tendencia, E.A. and L.D. De la PeĐa. 2001. Antibiotic resistance of bacteria from shrimp ponds. *Aquaculture*, 195, 193-204.

---

2008년 9월 30일 접수  
2008년 11월 29일 수리