발 간 등 록 번 호
11-1543061-000088-10

2019 년도
『 국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 』
- 동물, 축·수산물 -

농림축산식품부 농림축산검역본부 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원

CONTENTS

Ⅰ. 요약문 1

Ⅱ. 모니터링 개요 5

Ⅲ. 축·수산용 항생제 판매량

제1장 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적 7
제2장 축종별 판매 실적 8
제3장 성분별 판매 실적 9

Ⅳ. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성

제1장 대상세균 분리 및 동정 18
제2장 지표세균의 항생제 내성
1. *Escherichia coli* 23
2. *Enterococcus faecium* 30
3. *Enterococcus faecalis* 36
제3장 식중독세균의 항생제 내성
1. *Salmonella* spp. 43
2. *Campylobacter jejuni/coli* 51
3. *Staphylococcus aureus* 58
제4장 가축 병원성세균의 항생제 내성
1. *Escherichia coli* 62
2. *Salmonella* spp. 65
3. *Pasteurella multocida/Streptococcus suis/Actinobacillus pleuropneumoniae* 68

Ⅴ. 반려동물 유래 세균의 항생제 내성

제1장 대상세균 분리 및 동정 72
제2장 지표세균의 항생제 내성
1. *Escherichia coli* 77
2. *Enterococcus faecium* 80
3. *Enterococcus faecalis* 83
제3장 반려동물 병원성세균의 항생제 내성
1. *Escherichia coli* 86
2. *Staphylococcus* spp. 90
3. *Clostridium* spp. 94

CONTENTS

Ⅵ. 국내산 및 수입 축·수산물 유래 세균의 항생제 내성

제1장 대상세균 분리 및 동정 97

제2장 지표세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli* 100
2. *Enterococcus* spp. 107

제3장 식중독세균의 항생제 내성

1. *Salmonella* spp. 113
2. *Staphylococcus aureus* 117
3. *Campylobacter* spp. 125

Ⅶ. 부록

제1장 축·수산용 항생제 판매량 조사 방법 133

제2장 가축 및 도체에서 대상세균 분리 방법 134

제3장 반려동물 대상세균 분리 방법 137

제4장 축·수산물에서 대상세균 분리 방법 141

제5장 항생제 감수성 검사 방법 142

Ⅷ. 참고문헌 152

Ⅰ. 요약문

국문 요약문

농림축산식품부와 식품의약품안전평가원은 2019년도 동물 및 유통 축산물과 수산물에 대한 항생제 내성을 조사하였다. 가축(도체 포함) 및 반려동물에 대한 항생제 내성 조사는 농림축산식품부가 주관하고 농림축산검역본부와 16개 동물위생시험소 및 보건환경연구원이 참여하는 “축산 항생제 내성균 감시체계 구축”사업에서 수행하였다. 유통 축산물과 수산물에 대한 항생제 내성 조사는 식품의약품안전평가원이 주관하고 3개 지방식품의약품안전청이 참여하는 “전국단위 수입, 국내산 축 · 수 산물의 국가 항생제내성 실태조사” 사업 및 “유통 축산물 유래 미생물의 항생제 내성균 조사 및 특성 연구”과제에서 수행하였다. 더불어 한국동물약품협회에서는 제조사 및 수입사를 통해 축산 및 수산에 판매된 항생제(추정치) 현황을 조사하였다. 2019년도에 조사한 축·수산용 항생제 판매 현황과 가축, 반려동물, 유통 축 · 수산물에 대한 항생제 내성 현황은 다음과 같다.

1. 축· 수산용 항생제 판매량(추정치)

2019년 항생제 및 항콕시듐 총 판매량은 927톤으로, 그룹별로는 항생제 903톤 및 항콕시듐제 24톤으로 조사되었다. 축종별로는 돼지, 닭, 수산, 소 순으로 판매되었으며 전체 판매량 중 돼지에서 55%(507톤), 닭에서 17%(163톤), 수산에서 17%(158톤), 소에서 11%(99톤) 판매되었다. 항생제계열별로는 penicillins계(264톤)가 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines계(166톤), phenicols계(110톤) 순으로, 이들 3계열 항생제가 전체 판매량의 절반 이상을 차지하였다. 항생제별 판매량은 작년('18년) 대비 tetracyclines계(33%)와 aminoglycosides계 (10%) 항생제 판매량은 감소하였으나 penicillins계, macrolides계, phenicols계, cephalosprorins계 항생제 판매량은 증가하였다.

2. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성

가축 및 도축장 도체에 대한 항생제 내성 실태를 조사하기 위해 정상 가축의 분변 및 도축장 도체에서 지표세균 1,941균주(*Escherichia coli* 746균주, *Enterococcus faecium* 517균주, *Enterococcus faecalis* 678균주), 식중독세균 1,149 균주(*Salmonella* spp. 478균주, *Campylobacter* spp. 332균주, *Staphylococcus aureus* 339균주)을 분리하였으며, 질병에 이환된 가축에서 가축병원성세균 374균주(*E. coli* 149균주, *Salmonella* spp. 70균주, *Pasteurella multocida* 48균주, *Streptococcus suis* 84균주, *A. pleuropneumoniae* 23균주)를 분리하였다. 항생제감수성검사 결과 지표세균인 *E. coli*에서는 모든 축종에서 ampicillin, streptomycin, tetracycline, sulfisoxazole 내성이 높았다. 축종별로는 전반적으로 소(도체)에 비해 돼지(도체)와 닭(도체)에서 내성률이 높게 나타났으며 특히 닭 유래 균주에서는 중요 항생제인 ceftiofur(17.7%)와 ciprofloxacin (71.3%) 내성이 높게 나타났다. 돼지 유래 균주에서 ceftiofur 내성은 ‘18년 4.8%에서 ’19년 10.8%로 2배 이상 증가하였다. 그러나 meropenem 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았으며 colistin 내성도 돼지와 닭에서만 매우 낮게 검출되었다. *E. faecium*/*E. faecalis* 내성률은 대체로 감소 추세를 나타내었으며 사람에서 중요하게 사용되는 vancomycin, linezolid, daptomycin 등의 항생제 내성은 검출되지 않거나 매우 낮은 것으로 조사되었다. 식중독세균인 *Salmonella* spp. 내성률은 축종 및 시료별로 다소 차이가 있었으며 중요 항생제인 ceftiofur(9.7%)와 ciprofloxacin(3.2%) 내성은 닭유래 균에서만 확인되었다. *Campylobacter* spp.는 모든 축종(시료)에서 (fluoro) quinolones계 항생제(nalidixic acid, ciprofloxacin) 내성이 높게 나타났으며 macrolides계 항생제 내성은 *C. coli*에서 높게 나타났다. *S. aureus* 검사 결과, 돼지와 오리 도체 분리주는 penicillin, 닭 도체 분리주는 tetracycline 내성이 가장 높았으며, methicillin 내성 *S. aureus*는 총 8(2.4%)균주가 검출되었다. 가축병원성 세균은 균종별로 항생제 내성 차이가 있었으며 대체로 정상 가축 및 도체 분리주와 유사한 내성 경향을 보였으나 내성률은 높게 확인되었다.

3. 반려동물 유래 세균의 항생제 내성

반려동물 항생제 내성 실태를 조사하기 위해 개와 고양이 정상 분변 및 임상 검체시료에서 총 1,776균주[지표세균 437균주(*E. coli* 214균주, *E. faecium* 85주, *E. faecalis* 138균주), 병원성세균 1,339 (*E. coli* 542균주, *Staphylococcus* spp. 677균주, *C. perfringens* 98균주, *C. difficile* 22균주)]를 분리하여 항생제감수성검사를 실시하였다. 정상동물에서 분리한 지표세균인 *E. coli*와 *E. faecalis* 항생제 내성 양상은 개와 고양이에서 유사하게 나타났다. 대장균에서는 ampicillin과 ticarcillin, *E. faecium*은 tetracycline과 ciprofloxacin, *E. faecalis*는 tetracycline의 내성이 가장 높게 나타났다. 질병에 이환된 반려동물에서 분리한 병원성세균의 내성률은 균종별, 시료별로 차이가 있었다. 질병에 이환된 반려동물 중 뇨 시료에서 분리한 *E. coli*는 fluoroquinolones와 cephalosporins계 항생제 내성이 높았다. 개 설사 분변에서 분리한 대장균에서는 imipenem 내성이 4주(1.0%), colistin 내성이 1주(0.2%) 확인되었다. S. *pseudointermedius*는 erythromycin, clindamycin, gentamicin 내성률이 60% 이상으로 높았으며 다제내성도 *S. schleiferi*에 비해 높게 나타났다. 반려동물 설사 시료에서 분리한 *C. perfringens*는 tetracycline 내성률이 개에서 80.3%, 고양이에서 54.5%로 가장 높게 확인되었다. 개 설사 시료에서 분리한 *C. difficile* 균주는 cefoxitin 내성률이 90.9%로 검사한 항생제 가운데 가장 높게 확인되었고 metronidazole 내성은 확인되지 않았다.

4. 국내산 및 수입 축·수산물 유래 세균의 항생제 내성

축산물의 항생제내성 실태조사를 위해, 소매상 등에서 구입한 국내산 축·수산물 1,187건으로부터 *E. coli* 428개 균주, *S. aureus* 207개 균주 및 *Enterococcus faecium*/*faecalis* 185개 균주, *Salmonella* spp. 95개 균주, *Campylobacter* spp. 9개 균주를 분리하였다. *E. coli*의 경우 tetracycline, ampicillin, nalidixic acid, sulfisoxazole, streptomycin에 대한 내성률이 상대적으로 높았으며, 소고기 유래 *E. coli*의 내성률이 다른 축종 유래 균주보다 낮았다. Carbapenem계 항생제인 meropenem에 내성을 보인 *E. coli* 균주는 확인되지 않았다. *E. faecium*/*faecalis*는 macrolide계 항생제인 erythromycin과 tylosin에 대해 전년도('18년)와 비교하여 내성률이 감소하였으며, vancomycin 내성 균주는 검출되지 않았다. *Salmonella* spp.는 국내산 닭고기와 오리고기에서 주로 분리되었으며, nalidixic acid에 가장 높은 내성률을 나타내었다. *Salmonella* spp.에서도 사람에게 중요한 항생제인 carbapenem계 항생제에 내성을 나타낸 균주는 검출되지 않았다. *S. aureus*의 경우 penicillin에 대한 내성률이 높았으나, 사람에게 중요한 항생제인 vancomycin, linezolid 등의 항생제에 내성인 균주는 검출되지 않았다. 수입 축·수산물의 항생제 내성률 조사를 위해, 수입 신고된 축·수산물 등 738건에서 *E. coli* 103개 균주, *S. aureus* 143개 균주 및 *Enterococcus faecium*/*faecalis* 66개 균주, *Salmonella* spp. 3개 균주를 분리하였다. *E. coli*는 ampicillin, tetracycline, streptomycin에 대한 내성률이 다른 항생제에 비해 높았다. 축종별로는 쇠고기 유래의 내성률이 다른 축종에 비해 낮아 국내산과 유사한 경향을 보였다. 수입 축·수산물 유래 *E. faecium*/*faecalis*는 tetracycline에 대한 내성률이 높았으며, vancomycin 내성 균주는 수입 축·수산물에서도 확인되지 않았다. *Salmonella* spp.는 수입 축·수산물에서 3개 균주가 분리되었으며, 그 중 2개 균주에서 다제내성을 나타내었다. 수입 축·수산물 유래 *S. aureus*의 경우도 penicillin에 대한 내성률이 높았으나, 사람에게 중요한 항생제인 vancomycin, linezolid 등의 항생제에 내성인 균주는 검출되지 않았다.

Key words : 가축, 축산물, 반려동물, 항생제 내성, 항생제 판매량

Summary

The Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs and National Institute of Food and Drug Safety Evaluation investigated the antimicrobial resistance of bacteria recovered from food animals, their meat and fishery products, and companion animals in the Republic of Korea during 2019. The investigation was conducted under the following projects: "Establishment of antimicrobial resistance surveillance system for animals" by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, and "National antimicrobial resistance surveillance on the domestic and imported meat and fishery products" and "Monitoring and characterization of antimicrobial resistance of bacteria from meat products" by the National Institute of Food and Drug Safety Evaluation and Regional Office of Food and Drug Safety. In addition, Korea Animal Health Products Association investigated the volume of antimicrobials sold for use in livestock and fisheries. The main results of the investigations are summarized as follows:

1. Antimicrobial consumption in livestock and fisheries (estimation)

In total, around 927 tons (903 tons of antibiotics and 24 tons of ionophores) of active compounds were sold in 2019. The largest volume of antimicrobials was sold for use in pigs (55%, 507 tons), followed by poultry (17%, 163 tons), fishery (17%, 158 tons), and cattle (11%, 99 tons). Penicillins (264 tons), tetracyclines (166 tons), and phenicols (110 tons) were the top-selling antimicrobials that accounted for more than half of the total sales. In 2019, sales of tetracycline and aminoglycosides decreased by about 10-33% compared to that in 2018. Whereas, sales of cephalosporins increased by almost 100%.

2. Monitoring of antimicrobial resistance in food-producing animals

Antimicrobial resistance was investigated in a total of 1,941 indicator bacteria and 1,149 foodborne pathogens isolated from fecal samples and carcasses of healthy animals in 2019: 746 *Escherichia coli*, 517 *Enterococcus faecium*, 678 *Enterococcus faecalis*, 478 *Salmonella* spp., 332 *Campylobacter* spp., and 339 *S. aureus*. In addition, a total of 374 pathogenic bacteria were isolated from diseased animals: 149 *E. coli*, 70 *Salmonella* spp., 48 *Pasteurella multocida*, 84 *Streptococcus suis*, and 23 *A. pleuropneumoniae*. *E. coli* isolates from healthy animals and carcasses exhibited high rates of resistance to tetracycline, ampicillin, streptomycin, and sulfisoxazole. Overall, antimicrobial resistance was much higher in pig and poultry isolates than those of cattle. However, resistance to critically important antimicrobials such as ciprofloxacin (71.3%) and ceftiofur (17.7%) was high in poultry isolates. In addition, ceftiofur resistance rate in pig isolates increased by 100% compared to the rate in the previous year. i.e. from 4.8% in 2018 to 10.8% in 2019. We did not identify meropenem-resistant *E. coli* but few isolates from pig and chicken were resistant to colistin. *E. faecium* and *E. faecalis* isolates exhibited low resistance rates to most of the tested antimicrobials compared to the rates in previous years, suggesting a gradual decline in the resistance rate. In addition, we observed no or low rates of resistance to vancomycin, daptomycin, and linezolid that are commonly used for the treatment of serious bacterial disease in humans. The resistance rate of *Salmonella* spp. varied depending on the origin of the isolates. For example, resistance to ceftiofur (9.7%) and ciprofloxacin (3.2%) was observed in poultry isolates. Regardless of the origin of the isolates, *Campylobacter* spp. presented high quinolone resistance rate. In addition, macrolides resistance was high in *C. coli* compared to *C. jejuni*. Penicillin resistance was the highest among *S. aureus* isolates from pig and duck carcass, whereas chicken carcasses isolates presented a high tetracycline resistance. A total of 8 (2.4%) methicillin-resistant *S. aureus* was detected in carcass samples. Although the resistance rate of pathogenic bacteria varied according to bacterial species and antimicrobials, it was higher in pathogenic bacteria from diseased animals than that in indicator bacteria from healthy animals.

3. Monitoring of antimicrobial resistance in companion animals

Antimicrobial resistance in companion animals was investigated in a total of 1,776 strains (437 indicator strains and 1,339 clinical strains) isolated from dogs and cats in 2019. We observed similar resistance patterns in both dog and cat indicator *E. coli*, *E. faecium*, and *E. faecalis* isolates. Isolate exhibited various resistance rates to the tested antimicrobials. The investigation revealed high ampicillin and ticarcillin resistance in *E. coli* isolates, tetracycline, and ciprofloxacin resistance in *E. faecium* isolates, and tetracycline resistance in *E. faecalis* isolates. We found high resistance to fluoroquinolone and cephalosporin class of antimicrobials in *E. coli* isolated from urine of dogs. Additionally, we observed imipenem (1.0%) and colistin (0.2%) resistance in *E. coli* isolated from faecal samples of diarrheic dogs. A significant proportion of *S. pseudintermedius* isolates was resistant to most of the tested antimicrobials compared to *S. schleiferi*. In addition, multi-resistance was also common in *S. pseudintermedius*. *C. perfringens* isolated from diarrheic dogs (80.3%) and cats (54.5%) presented high resistance rate to tetracycline. Moreover, *C. difficile* isolated from diarrheic dogs demonstrated high resistance to cefoxitin (90.9%) but metronidazole resistance was not detected.

4. Monitoring of antimicrobial resistance in meats and fishery products (domestic and imported)

Antimicrobial resistance was conducted in a total of 428 *E. coli*, 207 *S. aureus*, 185 *Enterococcus faecium/faecalis*., 95 *Salmonella* spp., and 9 *Campylobacter* spp. isolated from 1,187 domestic retail meats and fishery products. *E. coli* isolates presented relatively higher resistance to tetracycline, ampicillin, nalidixic acid, sulfisoxazole, and streptomycin. *E. coli* strains isolated from beef exhibited lower resistance rates to most of the tested antimicrobials compared to those from pork and chicken meat. In contrast, all *E. coli* strains were susceptible to meropenem. The macrolide (erythromycin and tylosin) resistance rate in *E. faecium* and *E. faecalis* was lower than the rate in 2018. In addition, vancomycin-resistant *E. faecium* and *E. faecalis* strains were not detected. *Salmonella* isolates were mainly isolated from domestic poultry meat (chicken and duck) and they were highly resistant to nalidixic acid. All *Salmonella* isolates were sensitive to carbapenem, one of the critically important antibiotics to humans. *S. aureus* strains isolated from domestic products showed higher resistance to penicillin, but all strains were susceptible to vancomycin and linezolid. A total of 143 *S. aureus*, 103 *E. coli,* 66 *Enterococcus faecium/faecalis*, and 3 *Salmonella* spp. were isolated from 738 imported meat and fishery products. *E. coli* strains from imported products were relatively highly resistant to ampicillin, tetracycline, and streptomycin. Generally, strains isolated from beef meat showed a lower resistance rate compared to those from other meat products. *E. faecium* and *E. faecalis* strains were highly resistant to tetracycline. however, all strains were susceptible to vancomycin. Three *Salmonella* isolates were recovered from imported products, and two of them presented multi-drug resistance. *S. aureus* strains from imported products were highly resistant to penicillin but all strains were susceptible to linezolid and vancomycin.

Key words : Livestock, animal food products, companion animals, antimicrobial resistance, antimicrobial consumption

Ⅱ. 모니터링 개요

축산분야에서 항생제는 동물 질병을 치료하고 예방하여 축산업이 대규모로 발전하는데 기여한 바가 크다. 그러나 항생제 오·남용으로 인한 다제내성균 증가로 동물 질병 제어에 어려움이 많을 뿐만 아니라 축산분야의 항생제 내성은 직·간접적으로 사람 및 환경에 전파될 수 있어 원헬스 차원에서도 중요하다. 1969년 영국 Swann 위원회에서는 항생제 내성 관리를 위해 우선적으로 항생제 내성균 감시 시스템 구축을 권고하였으며, 세계보건기구(WHO) 및 동물보건기구(OIE)에서도 지식 기반 항생제 내성 관리를 하기 위한 국가차원의 항생제 사용과 내성 모니터링의 중요성을 강조하고 있다.

국내 축산분야 항생제 내성 모니터링은 농림축산검역본부(구 국립수의과학검역원, 검역본부)에서 2003년부터 "축산용 항생제 관리 시스템 구축"사업으로 추진해오다가 2008년부터는 농림축산식품부(농식품부)가 주관하는 "축산 항생제 내성균 감시체계 구축"사업으로 전환하여 전국적으로 수행하고 있다. 대상 축종은 주요 가축인 소, 돼지, 닭에 대해 실시해오다가 2018년부터 오리와 반려동물을 추가하여 실시해오고 있다. 본 사업은 농식품부, 검역본부, 16개 시·도 동물위생시험소 및 보건환경연구원이 참여하고 있다. 본 사업의 목적은 1) 축산 및 수산용 항생제 판매량을 조사하고, 2) 가축 및 축산물에서 분리한 세균에 대해 항생제 내성 현황을 파악하는 것이다. 이러한 항생제 사용 및 내성 모니터링 결과는 가축에서 사용하는 항생제가 공중보건에 미치는 영향을 평가하고, 축산 항생제 관리 정책 결정, 항생제내성 연구 방향 설정 등의 기초자료로 활용될 수 있다.

국내 가축(소, 돼지, 닭, 오리) 및 도축장 도체에 대한 항생제 내성 조사는 14개 시·도 동물위생시험소에서 시료를 채취하여 지표세균(대장균, 장알균), 식중독세균(살모넬라균, 캠필로박터균, 황색포도알균), 가축병원성세균(병원성대장균, 살모넬라균, 파스튜렐라균, 엑티노바실러스균, 사슬알균, 헤모필루스균)을 분리하여 농림축산검역본부에 송부하고 농림축산검역본부에서는 송부한 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석하였다. 반려동물(개, 고양이)에 대한 항생제 내성 조사는 7개 특별·광역시 보건환경연구원에서 반려동물의 시료를 채취하여 지표세균(대장균, 장알균)과 반려동물 병원성세균(대장균, 클로스트리듐속 균, 캠필로박터속 균, 살모넬라속 균, 포도알속 균, 슈도모나스속 균, 사슬알속 균, 프로테우스속 균, 보르데텔라속 균, 장내세균과, 파스튜렐라속 균, 클렙시엘라속 균)을 분리하여 농림축산검역본부에 송부하고 농림축산검역본부에서는 송부한 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석하였다 (Fig 1).

유통 중인 국내 축·수산물에 대해서는 식품의약품안전처에서 2003년부터 유통 식품에서 분리된 세균에 대한 항생제 내성률 모니터링을 수행해 왔으며, 2013년 이후에는 수입축산물에 대한 항생제내성 실태조사도 함께 수행하고 있다. 현재는 3개 지방식품의약품안전청(부산청, 대구청, 광주청)과 함께 전국의 대형마트 등에서 판매되고 있는 유통 축·수산물로부터 지표세균(대장균, 장알균), 식중독세균(살모넬라균, 캠필로박터균, 황색포도알균, 장염비브리오균)를 분리하여 식품의약품안전평가원에서는 분리된 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석하고 있다. 유통 국내 축·수산물 및 수입축산물의 항생제감수성검사를 가축 및 도체의 항생제감수성검사 방법과 통일하여 실시하고 있다.
본 보고서에서는 2019년 축·수산용 항생제 판매 실태 조사 결과(추정치)와 가축, 도축장 도체, 유통단계의 국내 및 수입 축산물 등 축산물 생산단계부터 유통 단계까지 전체 food chain과 반려동물에 대한 항생제 내성 조사 결과를 통합하여 기술하였다.

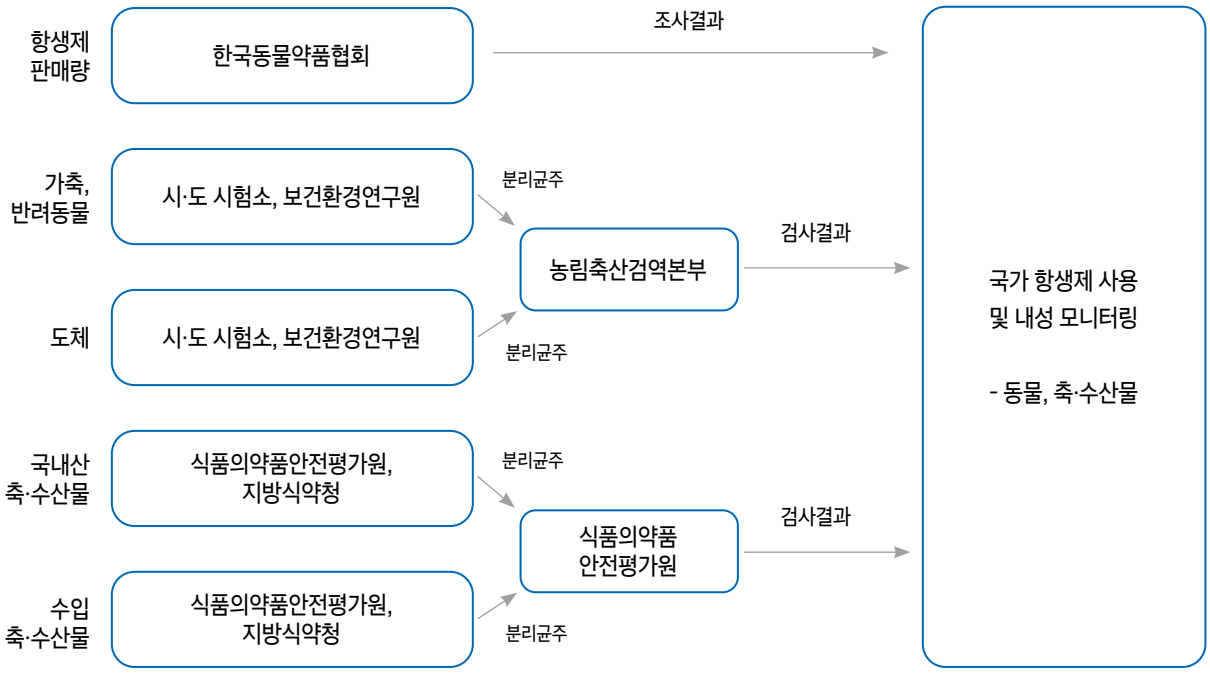


Fig. 1. 축·수산 항생제 사용 및 내성 모니터링 개요

Ⅲ. 축·수산용 항생제 판매량

제1장. 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적(추정치)

2019년 항생제 및 항콕시듐제 총 판매량은 927톤으로, 이 중 항생제는 약 903톤, 항콕시듐제는 약 24톤으로 조사되었다. 연도별 판매량은 2013년에 820톤으로 가장 적게 판매되었으나 이 후 점차 증가 추세를 나타내었다. 2010년과 2017년에 1,000톤 이상이 판매되었으나 그 외는 1,000톤 이하로 판매되었다. 그룹별로는 항콕시듐제의 판매량은 2012년에 81톤으로 가장 많이 판매되었으며 지속적으로 감소하여 2019년에는 24톤으로, 2012년에 비해 약 70% 감소하였다. 항생제 판매량은 2013년 765톤으로 가장 적게 판매되었으나 점차 증가하여 2019년에는 약903톤으로 2013년에 비해 약 17% 이상 증가하였다(Table 1).

일반적으로 항생제 판매량은 그 해 가축 사육두수, 질병 발생 등에 따라 변동될 수 있다. 국내 가축 사육 두수는 지속적으로 증가하여 2010년에 비해 2019년에는 소는 약 9%, 돼지는 약 16%, 닭은 약 11% 증가한 것으로 나타나 가축 사육 두수 증가에도 불구하고 년간 항생제 판매량은 2010년보다 증가하지 않고 거의 1,000톤 이하로 유지되고 있어 실제 농가에서 사용된 항생제는 감소한 것으로 추정된다(Fig. 2).

Table 1. 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적 (단위 : kg)

구분	항생제 판매량									
	2010년도	2011년도	2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도
항생제	978,619	878,252	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476
항콕시듐제	68,328	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682
합 계	**1,046,947**	**956,319**	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

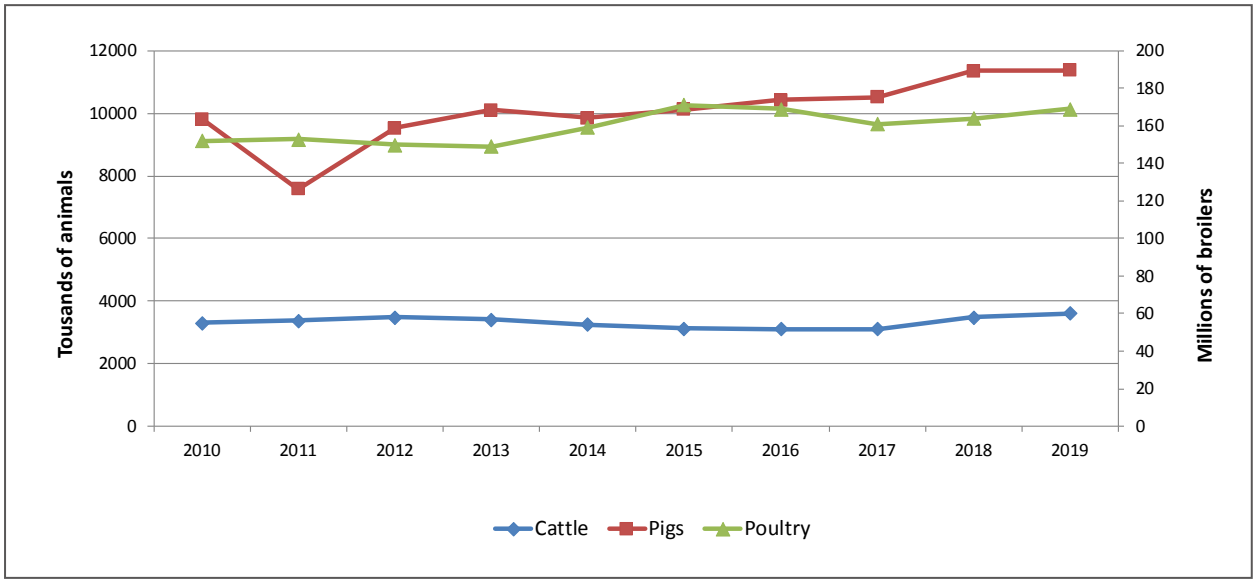


Fig. 2. 가축 사육 두수 동향(2010~2019년) 〈자료출처: 통계청 가축통계〉

제2장. 축종별 판매 실적(추정치)

2010년부터 2019년까지 축종별 항생제 및 항콕시듐제 판매량은 소는 약 6-10%, 돼지는 47-56%, 닭은 15-21%, 수산용은 18-26%를 차지하여 돼지에서 가장 많이 판매되었으며 수산용, 닭, 소의 순으로 판매되었다. 축종별 판매 추이를 분석한 결과, 닭은 2013년부터 2018년까지 약 150톤 판매되었으나 2019년에 약 163톤으로 2018년 대비 다소 증가하였다. 소와 돼지에서는 판매량이 지속적으로 증가하였으며 특히 소에서 판매량이 크게 증가하였다. 소에서 판매된 항생제는 2010년 57톤에서 2019년 97톤으로 약 70%이상 증가하였으며 전체 판매량 중 소에 판매된 항생제 판매 비중도 2010년 5%에서 2019년 10%로 2배 증가하였다. 돼지에 판매된 항생제는 2019년 506톤으로 가장 적게 판매된 2013년 384톤에 비해 약 32% 증가하였다. 그러나 수산에 판매된 항생제는 2019년 158톤으로 조사 이래 가장 적게 판매되었으며 2018년 대비 약 35% 감소하였다.

Table 2. 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적 (단위 : kg)

구분		항생제 판매량									
		2010년도	2011년도	2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도
소	항생제	53,923	55,074	62,852	61,294	68,648	68,187	66,705	86,500	91,054	97,399
	항콕시듐제	3,535	2,665	2,617	2,256	3,775	2,972	2,751	2,291	894	1,318
	소 계	**57,458**	**57,739**	**65,469**	**63,550**	**72,423**	**71,159**	**69,456**	**88,791**	**91,948**	**98,717**
돼지	항생제	574,197	452,791	441,036	372,010	423,547	474,624	496,240	531,317	487,397	502,103
	항콕시듐제	7,329	6,545	7,656	12,301	4,748	6,120	5,871	5,152	4,669	4,513
	소 계	**581,526**	**459,336**	**448,692**	**384,311**	**428,295**	**480,744**	**502,111**	**536,469**	**492,066**	**506,616**
닭	항생제	147,008	131,072	123,862	118,580	106,491	122,667	122,142	138,020	140,200	145,637
	항콕시듐제	57,464	68,857	70,447	40,710	44,089	34,236	34,412	15,543	17,616	17,851
	소 계	**204,472**	**199,929**	**194,309**	**159,290**	**150,580**	**156,903**	**156,554**	**153,563**	**157,816**	**163,488**
수산용	항생제	203,490	239,316	227,928	213,235	241,855	200,933	235,776	247,841	242,013	158,337
	항콕시듐제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소 계	**203,490**	**239,316**	**227,928**	**213,235**	**241,855**	**200,933**	**235,776**	**247,841**	**242,013**	**158,337**
계	항생제	978,619	878,252	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476
	항콕시듐제	68,328	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682
	소 계	**1,046,947**	**956,319**	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

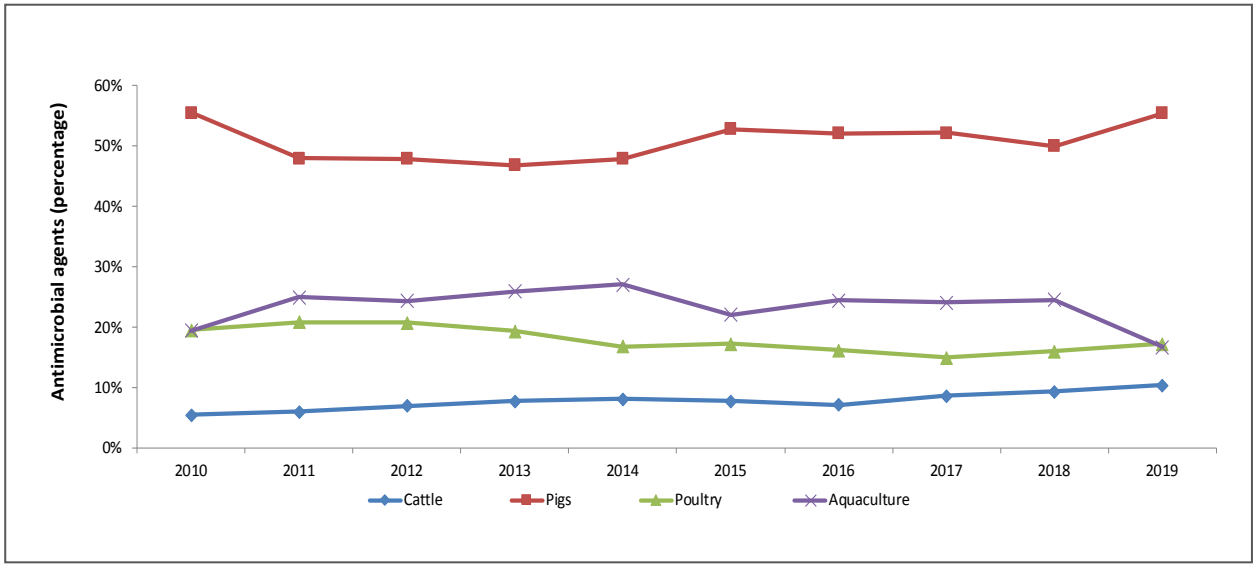


Fig. 3. 축종별 항생제 및 항콕시듐제 판매 추이 비교(2010-2019년)

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

제3장. 성분별 판매 실적(추정치)

항생제 성분별 판매량을 조사한 결과, 2019년에는 penicillins계열 항생제가 264톤으로 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines계열(166톤), phenicols계열(110톤) 순으로 판매되었으며, 이들 3가지 계열 항생제 판매량은 전체 판매량의 약 58%를 차지하였다. Penicillins계열은 2011년까지 약 150톤이 판매되었으며 '12년부터 점차 증가하여 2014년부터는 약 200톤 이상 판매되었다. Tetracyclines계열 항생제는 매년 약 250-300톤으로 가장 많이 판매되는 항생제였으나, 2019년에 166톤으로 2018년 대비 약 33% 감소하였다. Aminoglycosides, polypeptides, lincosamides 계열 항생제 판매량은 2013년 이후 지속적으로 증가 추세를 나타내었다(Table 3). Phenicols계 항생제는 지속적으로 판매량이 증가하여 2019년에는 110톤으로, 2010년에 비해 약 2배 증가하였다. 2019년에는 모든 중요 항생제 판매량이 증가한 것으로 조사되었다. Macrolies 계열은 약 97톤, quinolones 계열은 46톤으로 2018년에 비해 약 7-8% 증가하였다. 특히 cephalosporins 계열 항생제는 약 14톤으로, 2018년 대비 약 2배 이상 증가하였다.

항생제별 판매량은 penicillin 계열에서는 amoxycillin, tetracyclines 계열은 oxytetracycline, phenicols계열은 florfenicol으로 매년 약 100톤 이상 판매되었으며, macrolides 계열에서는 tylosin은 약 50톤 이상 판매되었다. 그 외 aminoglycosides 계열은 neomycin, macrolides 계열의 tilmicosin, sulfonamides 계열의 sulfamethoxazole과 sulfathiazole는 연간 약 20톤 이상 판매되었다(Table 4). 중요 항생제 판매량은 cephalosporins계 항생제 중 제3세대인 ceftiofur가 약 93%를 차지하였으며, 2010년 이후 지속적으로 증가하였다. Quinolones계 항생제 중 enrofloxacin이 약 70-80%를 차지하였고 특히 2014년 이후에는 제3세대 fluoroquinolones계 항생제인 marbofloxacine이 2톤 이상 지속적으로 판매되고 있었다. Polypeptides 계열의 colistin은 2013년까지 감소하였으나 이후 다시 증가하여 2016년에는 이후에는 매년 약 10톤 이상 판매되었다 (Table 4).

Table 3. 성분별(계열) 항생제·항콕시듐제 판매 실적 (단위 : kg)

항생제(계열)	항생제 판매량									
	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Tetracyclines	283,865	308,234	282,003	268,815	229,766	237,100	249,440	254,541	248,948	165,922
Sulfonamides	116,797	100,334	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,267
Penicillins	145,466	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,687
Aminoglycosides	58,975	46,185	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,972
Macrolides	90,741	60,392	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,229	96,556
Quinolones	46,102	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,918
Ionophores	68,328	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682
Polypeptides	117,010	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,657
Phenicols	63,882	59,238	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,837
Pleuromutilins	34,578	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,395
Quinoxalines	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lincosamides	6,886	7,506	9,172	7,900	10,168	9,306	10,072	13,562	16,030	15,713
Cephalosporins	4,980	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610
Streptogramins	5,913	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644
Orthosomycins	4,214	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212
Glycolipid	2,099	897	459	319	271	243	409	265	113	-
Others	-2,889	404	533	975	153	167	257	149	215	86
Total	**1,046,951**	**956,322**	**936,401**	**820,390**	**893,155**	**909,742**	**963,901**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 4. 성분별(제제) 항생제·항콕시듐제 판매 실적

항생제계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Penicillins	Amoxycillin	91,485	102,734	128,412	112,021	178,824	139,676	159,854	190,090	171,106	177,712
	Ampicillin	26,646	26,771	34,591	37,359	49,430	56,766	59,421	67,567	59,439	64,414
	Cloxacillin	216	207	88	45	67	44	435	424	406	443
	Dicloxacillin sodium	37	28	36	32	141	198	121	108	120	130
	Penicillin	27,082	24,984	26,621	37,863	24,266	26,670	26,364	22,707	28,122	20,986
	소계	145,466	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,685
Cephems	Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefquinome	43	43	56	41	43	35	62	64	59	64
	Ceftiofur	4,119	4,743	6,784	7,308	9,397	9,300	8,547	10,350	6,434	12,690
	Cephalexin	740	846	845	656	799	695	962	894	680	853
	Cephazolin sodium	78	18	74	60	54	52	52	4	3	3
	소계	4,980	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610
Quinolones	Cenfloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Danofloxacine	7	4	-	4	4	6	8	8	6	5
	Enrofloxacin	38,280	41,728	41,340	40,668	32,813	36,592	34,437	35,850	31,465	35,896
	Flumequine	3,593	3,274	2,586	2,704	2,383	3,012	3,465	3,269	2,871	2,615
	Marbofloxacin	-	-	-	-	2,233	3,494	1,866	2,055	2,579	2,480
	Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitroxoline	194	311	29	2	13	-	-	-	-	-
	Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Orbifloxacin	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oxolinic acid	4,022	5,749	5,194	6,349	6,155	6,057	6,523	6,290	5,665	4,923
	Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sarafloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	46,102	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,919
Amino-glycosides	Amikacin sulfate	48	40	50	36	51	143	40	39	38	35
	Apramycin sulfate	15,709	5,829	1,725	829	1,324	1,615	2,194	2,076	1,236	1,002
	Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dihydrostreptomycin	9,917	9,016	9,886	8,283	9,609	11,826	10,633	10,035	13,861	9,883
	Gentamicin	3,736	2,805	3,900	2,367	2,763	2,624	2,458	2,615	2,228	1,954
	Kanamycin	3,065	2,309	2,786	2,412	2,730	2,810	2,887	2,911	2,678	2,823
	Neomycine	13,892	13,557	13,972	10,889	14,173	13,368	15,585	17,687	23,117	21,808
	Spectinomycin	7,622	6,933	8,269	6,685	8,347	9,814	10,417	10,312	10,061	9,116
	Streptomycin sulfate	4,986	5,696	5,483	5,444	6,784	5,621	4,004	4,828	4,632	5,350
	소계	58,975	46,185	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,969

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Tetracyclines	Chlortetracycline	101,387	95,228	92,327	75,454	74,390	76,306	79,573	67,000	77,278	69,414
	Doxycycline	2,869	2,582	1,900	1,553	1,404	1,633	1,287	1,251	1,679	1,763
	Minocycline	35	28	29	28	21	30	40	39	37	43
	Oxytetracycline	179,574	210,396	187,747	191,780	153,951	159,131	168,540	186,251	169,954	94,704
	Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	**283,865**	**308,234**	**282,003**	**268,815**	**229,766**	**237,100**	**249,440**	**254,541**	**248,948**	**165,923**
Lincosamides	Clindamycin	955	1,294	919	600	707	342	265	384	451	605
	Lincomycin	5,931	6,212	8,253	7,300	9,461	8,964	9,807	13,178	15,580	15,108
	소계	**6,886**	**7,506**	**9,172**	**7,900**	**10,168**	**9,306**	**10,072**	**13,562**	**16,030**	**15,713**
Phenicols	Chloramphenicol	363	394	1,305	1,149	1,248	1,544	-	-	-	-
	Florfenicol	63,433	58,741	82,023	63,815	76,495	91,727	98,760	114,565	99,564	109,783
	Thiamphenicol	86	103	95	82	47	50	34	151	28	54
	소계	**63,882**	**59,238**	**83,423**	**65,046**	**77,790**	**93,321**	**98,794**	**114,716**	**99,592**	**109,838**
Macrolides	Erythromycin	10,019	9,271	11,942	6,671	8,520	10,185	12,843	12,937	12,228	13,627
	Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kitasamycin	1,953	1,363	1,484	572	942	614	544	1,169	960	690
	Oleandomycin	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	Roxithromycine	34	28	30	38	30	23	37	33	25	26
	Spiramycine	2,704	1,969	2,119	1,322	1,768	1,556	1,557	1,716	1,580	1,470
	Tildipirosin	-	-	-	-	-	22	40	49	81	80
	Tilmicosin phosphate	6,886	6,757	9,564	5,768	8,651	14,639	17,343	27,031	21,770	22,261
	Tylosin	69,042	40,884	30,784	26,563	38,278	38,892	40,984	50,613	53,363	58,110
	Tulathromycin	103	119	156	91	156	167	256	401	223	289
	소계	**90,741**	**60,392**	**56,080**	**41,025**	**58,345**	**66,098**	**73,604**	**93,949**	**90,229**	**96,552**
Sulfonamides	Formosulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfachlorpyridazine	927	1,165	1,555	873	1,000	782	625	938	874	1,141
	Sulfaclozine	138	30	417	234	5	6	-	-	-	-
	Sulfadiazine	11,298	12,535	15,645	8,487	10,866	12,182	13,842	12,960	12,078	13,504
	Sulfadimethoxine	1,867	2,374	2,679	1,606	2,569	2,121	2,316	3,465	2,976	2,400
	Sulfadoxine	426	401	804	332	375	442	477	528	574	462
	Sulfaguanidine	113	58	42	38	50	70	124	36	173	21
	Sulfamerazine	423	260	199	219	240	256	232	236	238	154
	Sulfamethazine	17,067	14,065	13,771	10,269	12,987	13,068	9,932	10,444	10,805	13,257
	Sulfamethoxazole	23,949	25,073	27,407	21,816	20,975	27,677	26,142	24,068	22,941	23,239
	Sulfamethoypyridazine	556	584	426	219	377	166	152	248	198	258
	Sulfamonmethoxine	1,017	772	1,110	198	374	261	184	204	112	-
	Sulfanilamide	30	32	32	-	8	18	11	11	11	14
	Sulfaquinoxaline	1,931	2,076	1,834	780	977	1,102	1,310	946	479	631
	Sulfathiazole	48,481	32,397	26,543	22,902	22,035	32,269	34,650	26,661	26,559	21,368
	Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trimethoprim	8,574	8,512	9,809	6,614	6,886	8,425	8,485	7,934	7,507	7,817
	소계	**116,797**	**100,334**	**102,273**	**74,587**	**79,724**	**98,845**	**98,482**	**88,679**	**85,526**	**84,266**

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Polypeptides	Bacitracin	100,775	36,651	1,133	2,218	1,663	2,587	6,236	6,990	12,495	14,445
	Colistin sulfate	7,699	16,961	8,909	7,648	9,183	9,331	10,311	15,232	11,604	10,535
	Enramycin	8,536	3,164	194	195	272	540	818	765	560	678
	소계	117,010	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,658
Streptogramins	Virginiamycin	5,913	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644
	소계	5,913	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644
Orthosomycins	Avilamycin	4,214	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212
	소계	4,214	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212
Glycolipid	Bambermycin	2,099	897	459	319	271	243	409	265	113	-
	소계	2,099	897	459	319	271	243	409	265	113	-
Quinoxalines	Carbadox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Olaquindox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pleuromutilins	Tiamulin	34,578	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396
	Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	34,578	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396
Ionophores	Clopidol	25,189	19,433	25,338	10,631	11,514	11,581	13,231	12,236	9,257	12,218
	Diclazuril	550	398	411	386	450	549	640	712	719	882
	Fenbendazol	6,731	5,709	7,353	12,177	4,928	5,672	6,059	5,279	4,342	4,577
	Lasalocid	5,574	5,344	8,702	6,506	2,576	1,102	3,201	1,697	1,929	110
	Madurmycin	1,729	2,224	1,135	1,280	667	1,635	865	831	429	273
	Monensin	6,954	4,415	5,782	2,218	5,335	5,047	2,348	1,919	934	1,346
	Narasin	818	3,558	1,288	3,588	88	883	50	13	-	-
	Salinomycin	20,783	36,986	30,711	18,481	27,054	16,859	16,640	299	5,570	4,278
	Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	68,328	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682
Others	Novobiocin	16	12	13	14	13	10	14	9	14	14
	Others	-2,905	392	520	961	140	157	243	140	201	75
	소계	-2,889	404	533	975	153	167	257	149	215	89
합 계		1,046,947	956,319	936,398	820,387	893,153	909,739	963,896	1,026,664	983,843	927,158

* Oxytetracycline quaterary ammonium salt 등 9개 약제는 AI(active ingredient)로 추정하지 못함

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 5. 용도 및 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적(2019년) (단위: kg)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Amikacin sulfate	-	-	-	-	1	3	-	-	8	24	-	-
Aminosidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amoxicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
Amoxicillin hydrate	-	-	-	-	606	5,634	691	1,428	29,800	94,001	10,229	22,227
Amoxicillin sodium	-	-	-	-	2	-	-	43	647	239	-	6,361
Amoxicillin trihydrate	-	-	-	-	11	11	2	59	662	3,024	171	1,805
Ampicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	95	72	72	54
Ampicillin hydrate	-	-	-	-	782	2,742	2,857	526	9,401	19,555	22,109	3,336
Ampicillin sodium	-	-	-	-	55	81	-	2	448	775	-	377
Ampicillin trihydrate	-	-	-	-	-	-	90	-	188	219	579	-
Apitol-R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apramycin sulfate	-	-	-	-	3	257	-	-	41	697	4	-
Avilamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212	-	-
Avoparcin					-	-	-	-	-	-	-	-
Bacitracin methylene disalicylate	-	-	-	-	-	-	-	-	1,922	2,727	3,305	-
Bacitracin zinc	-	-	-	-	147	555	408	-	1,026	3,247	1,108	-
Bambermycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromopropylate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbadox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefacetril	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefovecin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefquinome	-	-	-	-	0	-	-	-	32	32	-	-
Ceftiofur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	-	-
Ceftiofur crystalline free acid	-	-	-	-	-	22	-	-	-	438	-	-
Ceftiofur HCL	-	-	-	-	23	11	-	-	114	187	-	-
Ceftiofur sodium	-	-	-	-	2,092	778	-	-	3,900	4,933	-	3
Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefuroxime sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	7	-	-	-
Cenfloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalexin	-	-	-	-	0	-	-	2	300	-	-	406
Cephalexin monohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	73	73	-	-
Cephalonium	-	-	-	-	0	-	-	-	28	-	-	-
Cephaloridine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephapirin	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Cephazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloramphenicol monoethanolamine hemisuccinate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Chlormycetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlortetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlortetracycline calcium	-	-	-	-	-	106	-	-	941	1,994	761	-
Chlortetracycline HCl	-	-	-	-	96	2,073	585	-	2,884	37,360	9,227	-
Chlortetracycline hydrochloride calcium	-	-	-	-	-	574	-	-	-	11,868	944	-
Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciprofloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clindamycin	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	252
Clindamycin HCL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	263
Clopidol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,218	-
Cloxacillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloxacillin benzathine	-	-	-	-	0	-	-	-	443	-	-	-
Cloxacillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colistin sulfate	-	-	-	-	9	125	400	-	1,142	5,090	3,768	-
Cymiazole HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Danofloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-
Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dextromethorphane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diclazuril	-	-	95	-	-	25	152	-	0	9	601	-
Dicloxacillin sodium	-	-	-	-	2	-	-	-	128	-	-	-
Difuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dihydrostreptomycin	-	-	-	-	0	0	-	-	31	2,008	-	-
Dihydrostreptomycin sulfate	-	-	-	-	31	27	-	-	2,426	5,313	47	-
Dimetridazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline hyclate	-	-	-	-	-	28	136	-	24	378	1,081	116
Efrotomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enramycin	-	-	-	-	-	9	9	-	-	389	271	-
Enrofloxacin	-	-	-	-	211	1,289	4,061	-	881	6,755	21,252	1,220
Enrofloxacin-Na	-	-	-	-	-	-	-	-	44	182	-	-
Erythromycin	-	-	-	-	-	-	-	154	-	-	-	2,265
Erythromycin estolate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erythromycin thiocyanate	-	-	-	-	7	-	29	3,329	-	-	149	7,695
Fenbendazole	-	213	-	-	4	302	-	-	205	3,851	-	-
Florfenicol	-	-	-	-	10	4,044	1,427	1,101	3,149	74,463	19,148	6,441
Floxazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flumequine	-	-	-	-	-	-	172	51	-	1	291	2,101
Formosulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fumagillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furaltadone HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furazolidone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gentamicin	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0	-	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Gentamicin sulfate	-	-	-	-	6	57	1	-	409	1,142	333	-
Glydent antimicrobial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iodochlor hydroxyquinoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoeugenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanamycin sulfate	-	-	-	-	55	126	-	-	58	2,584	-	-
Kitasamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	690	-	-
Kitasamycin tartrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lasalocid sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	-	-
Lincomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,897	211	-
Lincomycin HCl	-	-	-	-	1	267	585	-	833	6,655	4,659	-
Maduramycin ammonium	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	193	-
Marbofloxacine	-	-	-	-	24	37	-	-	927	1,492	-	-
Methenamine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minocycline	-	-	-	-	-	-	-	-	19	24	-	-
Monensin sodium	-	-	-	-	25	-	-	-	688	-	633	-
Nafcillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nafcillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Narasin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neomycine	-	-	-	-	0	-	-	-	44	90	-	-
Neomycine sulfate	-	-	-	-	101	214	139	225	3,044	5,180	1,871	10,900
Nicarbazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nidroxyzone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrofurazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrovin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitroxoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nosiheptide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	13	-	-	-
Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Olaquindox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleandomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleandomycine phosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orbifloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ormethoprim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxacillin sodium monohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxolinic acid	-	-	-	-	-	-	-	938	-	-	-	2,968
Oxolinic acid sodium	-	-	-	-	-	-	-	104	-	-	-	913

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Oxytetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,363
Oxytetracycline dihydrate	-	-	-	-	0	0	-	-	9,550	6,425	-	-
Oxytetracycline HCl	-	-	-	-	128	203	163	9,833	2,505	2,934	2,906	47,693
Oxytetracycline quaterary ammonium salt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penicillin G benzathine	-	-	-	-	3	6	-	-	728	2,205	-	-
Penicillin G clemizole	-	-	-	-	-	-	-	-	146	1,245	-	-
Penicillin G potassium	-	-	-	-	1	186	185	-	125	1,154	645	-
Penicillin G procaine	-	-	-	-	29	77	-	-	2,740	11,568	111	-
Penicillin G sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	108	273	-	-
Phthalylsulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	-	-
Piromidic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polymixin-B sulfate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifampicin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifaximin	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
Robenidine HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxarsone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxithromycine	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	9	-
Salinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salinomysin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	286	113	3,879	-
Sarafloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sedecamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silver sulfadiazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium nifurstylenate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium sulfachloropyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spectinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3,752	211	-
Spectinomycin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-
Spectinomycin sulfate	-	-	-	-	1	145	73	-	819	2,805	1,284	-
Spectinomycin sulfate tetrahydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	36	109	-	-
Spiramycin adipate	-	-	-	-	-	-	-	-	80	98	-	-
Spiramycin embonate	-	-	-	-	-	141	-	-	-	1,006	-	-
Streptomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptomycin sulfate	-	-	-	-	5	415	410	-	38	2,944	1,537	-
Sulfacetamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfachloropyridazine sodium	-	-	-	-	-	128	104	-	163	496	250	-
Sulfachlorpyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaclozine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadiazine	-	-	-	-	37	31	24	1,988	138	4,488	-	4,476
Sulfadiazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	576	-	-	-	1,746

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Sulfadimethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadimethoxine sodium	-	-	-	-	1	1	0	47	499	1,362	448	43
Sulfadoxine	-	-	-	-	1	2	-	-	259	200	-	-
Sulfaguanidine	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	-	-
Sulfamerazine	-	-	-	-	-	-	-	-	18	18	-	-
Sulfamerazine sodium	-	-	-	-	3	3	-	-	56	56	-	-
Sulfamethazine	-	-	-	-	-	698	-	-	223	12,228	33	-
Sulfamethazine sodium	-	-	-	-	27	27	-	-	12	12	-	-
Sulfamethoxazole	-	-	-	-	2	819	527	-	1,301	12,504	7,000	-
Sulfamethoxazole sodium	-	-	-	-	1	1	0	-	103	528	451	-
Sulfamethoypyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	129	129	-	-
Sulfamethoypyridazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfanilamide	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9	-	-
Sulfaphenazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaquinoxaline	-	-	-	-	-	-	53	-	-	-	578	-
Sulfathiazole	-	-	-	-	1	431	-	-	249	20,334	221	-
Sulfathiazole sodium	-	-	-	-	27	27	-	-	65	12	-	-
Sulfatolamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiamphenicol	-	-	-	-	5	5	-	-	15	29	-	-
Thiamphenicol glycinate HCL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiopeptin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiaclaton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiamulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-
Tiamulin hydrogen fumarate	-	-	-	-	-	1,116	273	-	330	23,352	4,044	-
Tildipirosin	-	-	-	-	-	-	-	-	57	23	-	-
Tilmicosin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilmicosin phosphate	-	-	-	-	5	994	559	-	259	15,949	4,495	-
Trimethoprim	-	-	-	-	20	208	131	513	460	3,622	1,620	1,244
Tulathromycin	-	-	-	-	0	3	-	-	9	278	-	-
Tylosin	-	-	-	-	1	1	-	-	98	387	-	-
Tylosin phosphate	-	-	-	-	237	1,769	-	-	4,663	42,814	1,611	-
Tylosin tartrate	-	-	-	-	27	327	723	-	277	3,765	1,411	-
Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Virginiamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	105	189	350	-
TOTAL	0	213	175	0	4,866	27,161	14,986	21,009	93,851	479,242	148,329	137,328

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Ⅳ. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성(2019)

제1장. 대상세균 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

가축 및 도체로부터 지표세균을 분리하기 위해 2019년 1월부터 12월까지 전국 도축장에서 정상 가축의 분변 및 도체 스왑 시료를 채취하였다. 농가당 5개 이내의 분변과 도체 스왑 시료를 채취하여 대상세균을 분리하였으며 최종적으로 농가당 1개의 지표세균을 선발하여 항생제 감수성 시험에 사용하였다.

*E. coli*는 총 6,522 농가의 9,634 분변 및 도체 시료로부터 746균주를 선발하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로는 4,932개의 분변 시료(소 1,537, 돼지 1,524, 닭 1,028, 오리 843)로부터 508균주(소 152균주, 돼지 139균주, 닭 143균주, 오리 74균주)와 4,702개의 도체 시료(소 도체 1,182, 돼지 도체 1,271, 닭 도체 1,243, 오리 도체 1,006)로부터 238균주(소 도체 62균주, 돼지 도체 57균주, 닭 도체 79, 오리 도체 40균주)를 분리하였다.

*E. faecium*은 총 10,940 분변 및 도체 시료로부터 517균주를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로는 5,635개의 분변 시료(소 1,922, 돼지 1,602, 닭 1,208, 오리 903)로부터 343균주(소 57균주, 돼지 113균주, 닭 111균주, 오리 62균주)와 10,940개의 도체 시료(소 도체 1,351, 돼지 도체 1,424, 닭 도체 1,503, 오리 도체 1,027)로부터 174균주(소 도체 31균주, 돼지 도체 36균주, 닭 도체 61균주, 오리 도체 46균주)를 분리하였다.

*E. faecalis*는 총 10,903 분변 및 도체 시료로부터 663균주를 분리하였다. 시료별로는 5,661개의 분변 시료(소 1,881, 돼지 1,628, 닭 1,243, 오리 909)로부터 381균주(소 80균주, 돼지 104균주, 닭 132균주, 오리 65균주)와 5,242개의 도체 시료(소 도체 1,293, 돼지 도체 1,373, 닭 도체 1,541, 오리 1,035)로부터 282균주(소 도체 68균주, 돼지 도체 68균주, 닭 도체 79균주, 오리 도체 67균주)를 분리하였다(Table 6).

Table 6. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 지표세균

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pig	Chicken	Ducks	Subtotal	
Escherichia coli	No. of farms	1,020	809	543	751	3,123	890	894	768	847	3,399	6,522
	No. of samples	1,537	1,524	1,028	843	4,932	1,182	1,271	1,243	1,006	4,702	9,634
	No. of isolates	152	139	143	74	508	62	57	79	40	238	746
Enterococcus faecium	No. of farms	1,217	900	540	760	3,417	1,054	1,036	901	911	3,902	7,319
	No. of samples	1,922	1,602	1,208	903	5,635	1,351	1,424	1,503	1,027	5,305	10,940
	No. of isolates	57	113	111	62	343	31	36	61	46	174	517
Enterococcus faecalis	No. of farms	1,184	941	568	747	3,440	1,001	990	1035	932	3,958	7,398
	No. of samples	1,881	1,628	1,243	909	5,661	1,293	1,373	1,541	1,035	5,242	10,903
	No. of isolates	80	104	132	65	381	68	68	79	67	282	663

* 일부 농가는 1균주 이상 분리

2. 식중독세균 분리

가축 및 도체로부터 식중독세균을 분리하기 위해 2019년 1월부터 12월까지 정상 가축의 분변 및 도체 시료를 전국 도축장에서 채취하였다. 농가당 5개 이내의 분변과 도체 시료를 채취하여 분리하였다.

Salmonella spp.는 총 11,260개의 분변 및 도체 시료로부터 489균주를 분리하였다. 시료별로는 5,544개의 분변 시료(소 1,639, 돼지 1,489, 닭 1,548, 오리 868)로부터 160균주(소 6균주, 돼지 67균주, 닭 62균주, 오리 25균주)와 5,716개의 도체 시료(소 도체 1,623, 돼지 도체 1,613, 닭 도체 1,578, 오리 도체 902)로부터 329균주(소 도체 9균주, 돼지 도체 26균주, 닭 도체 242균주, 오리 도체 52균주)를 분리하였다.

*Campylobacter jejuni*는 총 9,909 분변 및 도체 시료로부터 173균주를 분리하였다. 시료별로는 5,022개의 분변 시료(소 1,414, 돼지 1,442, 닭 1,413, 오리 753)로부터 93균주(소 70균주, 돼지 1균주, 닭 11균주, 오리 11균주)와 4,887개의 도체 시료(소 도체 1,434, 돼지 도체 1,448, 닭 도체 1,369, 오리 도체 636)로부터 80균주(소 도체 5균주, 돼지 도체 1균주, 닭 도체 56균주, 오리 도체 18균주)를 분리하였다.

*Campylobacter coli*는 총 9,122 분변 및 도체 시료로부터 133주를 분리하였다. 시료별로는 4,654분변 시료(소 1,390, 돼지 1,426, 닭 1,314, 오리 524)로부터 56균주(소 1주, 돼지 20균주, 닭 20균주, 오리 15균주)와 4,468개의 도체 시료(소 도체 1,226, 돼지 도체 1,240, 닭 도체 1,369, 오리 도체 633)로부터 77균주(돼지 도체 6균주, 닭 도체 55균주, 오리 도체 16균주)를 분리하였다.

*Staphylococcus aureus*는 총 6,084 도체 시료(소 도체 1,565, 돼지 도체 1,614, 닭 도체 1,834, 오리 도체 1,071)로부터 340균주(소 14주, 돼지 90균주, 닭 214균주, 오리 22균주)를 분리하였다(Table 7).

Table 7. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 식중독세균

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	
Salmonella spp.	No. of farms	1,219	896	598	740	3,453	1,182	1,047	889	913	4,031	7,484
	No. of samples	1,639	1,489	1,548	868	5,544	1,623	1,613	1,578	902	5,716	11,260
	No. of isolates	6	67	62	25	160	9	26	242	52	329	489
Campylobacter jejuni	No. of farms	933	818	515	731	2,997	948	840	646	557	2,991	5,988
	No. of samples	1,414	1,442	1413	753	5,022	1,434	1,448	1,369	636	4,887	9,909
	No. of isolates	70	1	11	11	93	5	1	56	18	80	173
Campylobacter coli	No. of farms	909	798	417	431	2,555	740	632	646	552	2,570	5,125
	No. of samples	1,390	1,426	1,314	524	4,654	1,226	1,240	1,369	633	4,468	9,122
	No. of isolates	1	20	20	15	56	0	6	55	16	77	133
Staphylococcus aureus	No. of farms	ND*	ND	ND	ND	ND	1,268	998	1,089	923	4,278	4,278
	No. of samples	ND	ND	ND	ND	ND	1,565	1,614	1,834	1,071	6,084	6,084
	No. of isolates	ND	ND	ND	ND	ND	14	90	214	22	340	340

* ND, not done

3. 가축 병원성세균

2019년 1월부터 12월까지 질병에 이환된 가축으로부터 시료를 채취하여 가축병원성세균 총 6종 266균주를 분리하였다. 균종별로는 소화기질병 원인체인 *Salmonella* spp.는 총 127시료(소 3, 돼지 29, 닭 72, 오리 23)로부터 77균주(돼지 12균주, 닭 42균주, 오리 23균주), *E. coli*는 총 167 시료(소 28, 돼지 77, 닭 62)로부터 103균주(소 25균주, 돼지 44균주, 닭 34균주)를 분리하였다. 호흡기질병 원인체인 *P. multocida*는 총 91 호흡기 시료로부터 38균주, *A. pleuropneumoniae*는 총 52 돼지 호흡기 시료로부터 4균주, *S. suis*는 총 76 돼지 호흡기 시료로부터 41균주, *B. bronchiseptica*는 총 49 돼지 호흡기 시료로부터 3균주를 분리하였다(Table 8).

Table 8. 질병에 이환된 가축으로부터 분리한 가축 병원성세균

Bacterial species		No. of isolates				Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	
Salmonella spp.	No. of farms	3	19	29	23	74
	No. of samples	3	29	72	23	127
	No. of isolates	0	12	42	23	77
Escherichia coli	No. of farms	20	58	34	0	112
	No. of samples	28	77	62	0	167
	No. of isolates	25	44	34	0	103
Pasteurella multocida	No. of farms	23	55	0	0	78
	No. of samples	25	66	0	0	91
	No. of isolates	8	30	0	0	38
Actinobacillus pleuropneumoniae	No. of farms	0	46	0	0	46
	No. of samples	0	52	0	0	52
	No. of isolates	0	4	0	0	4
Streptococcus suis	No. of farms	0	65	0	0	65
	No. of samples	0	76	0	0	76
	No. of isolates	0	41	0	0	41
Bordetella bronchiseptica	No. of farms	0	46	0	0	46
	No. of samples	0	49	0	0	49
	No. of isolates	0	3	0	0	3
Haemophilus parasuis	No. of farms	0	45	0	0	45
	No. of samples	0	48	0	0	48
	No. of isolates	0	0	0	0	0
Rimerella anatipestifer	No. of farms	0	0	1	0	1
	No. of samples	0	0	1	0	1
	No. of isolates	0	0	0	0	0

4. 살모넬라균의 혈청형 분포도

정상 가축의 분변, 도체, 임상시료에서 분리된 살모넬라 574균주에 대한 혈청형 동정결과, 총 31종의 혈청형이 동정되었으며 38균주는 동정되지(untypable) 않았다. 시료·축종별로 혈청형 분포를 조사한 결과, 정상 가축분변에서는 총 164균주(소 6, 돼지 71, 닭 62, 오리 25) 중 소 분변에서는 *Salmonella* 4,[5],12:i-와 *S.* Rissen이 각각 3균주씩 동정되었다. 돼지 분변에서는 *Salmonella* 4,[5],12:i-가 29.6%(21/71)로 가장 높은 분포율을 보였으며 다음으로 *S.* Rissen 21.1%(15/71)과 *S.* Typhimurium 19.7%(14/71)로 나타났다. 닭 분변에서는 *S.* Enteritidis 30.0%(13/62), *S.* Albany 19.4%(12/62)가 가장 많이 분포하였다. 오리 분변에서는 *S.* Typhimurium이 56%(14/25)로 가장 높게 분포하였으며 *S.* Albany, Enteritidis 등이 분리되었다.

질병에 이환된 가축에서는 총 81균주(돼지 11, 닭 47, 오리 23)가 분리되었으며 돼지에서는 *S.* Typhimurium과 *Salmonella* 4,[5],12:i-가 각각 45.5%(5/11)와 27.3%(3/11)로 가장 높은 분포율을 보였다. 닭에서는 *S.* Westhampton가 38.3%(18/47)로 가장 높게 분포하였으며 *S.* Enteritidis 14.9%(7/47), *S.* Montevideo 10.6%(5/47)순으로 분포하였다. 오리에서 분리된 23균주 중에는 *S.* Typhimurium이 26.1%(6/23)로 가장 높은 분포율을 보였으며, *S.* Albany, Enteritidis, Gueuletapee가 각각 3주(13.0%)씩 분포하였다.

도체 시료에서는 총 329균주(소 9, 돼지 26, 닭 242, 오리 52)가 분리되었으며 이 중 소 도체에서 분리한 9균주 중 *S.* Bareilly가 4주로 가장 많이 확인되었으며 *S.* Albany와 Rissen이 각각 2주씩 확인되었다. 돼지 도체에서 분리한 26균주 중 6주는 *Salmonella* 4,[5],12:i-, 5주는 *S.* Typhimurium, 4주는 *S.* Rissen의 순으로 확인되었다. 닭 도체에서 분리된 242균주 중 *S.* Albany가 38.0%(92/242)로 가장 높게 분포하였으며, Enteritidis 12.8%(31/242), Montevideo 10.3%(25/242), Virchow 9.5%(23/242)로 나타났다. 오리 도체에서 분리된 52균주 중 23주(44.2%)가 *S.* Typhimurium으로 확인되었으며, Enteritidis가 28.8%(15/52)로 나타났다(Table 9).

Table 9. 가축 및 도체에서 분리한 *Salmonella* 혈청형 분포도

Serovar	No. of isolates														
	Healthy animals					Diseased animals				Carcasses					Total (n=574)
	Cattle (n=6)	Pigs (n=71)	Poultry (n=62)	Ducks (n=25)	Subtotal (n=164)	Pigs (n=11)	Poultry (n=47)	Ducks (n=23)	Subtotal (n=81)	Cattle (n=9)	Pigs (n=26)	Chicken (n=242)	Ducks (n=52)	Subtotal (n=329)	
Agona	-	5	1	-	6	-	4	-	4	-	-	10	-	10	20
Albany	-	-	12	3	15	-	-	3	3	2	-	92	7	101	119
Bareilly	-	2	4	-	6	-	-	1	1	4	2	6	-	12	19
Berta	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1	-	1	1
Derby	-	4	-	-	4	-	-	-	0	1	3	-	-	4	8
Duesseldorf	-	-	1	-	1	-	-	1	1	-	3	1	1	5	7
Enteritidis	-	-	13	2	15	-	7	3	10	-	-	31	15	46	71
Gallinarum	-	-	-	-	0	-	1	-	1	-	-	-	-	0	1
Gueuletapee	-	-	5	-	5	-	-	3	3	-	-	3	1	4	12
Hadar	-	-	-	-	0	-	-	1	1	-	-	-	1	1	2
Indiana	-	-	2	1	3	-	2	1	3	-	-	-	1	1	7
Infantis	-	2	-	-	2	1	4	-	5	-	-	3	-	3	10
kenturky	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	4	-	4	4
Livingstone	-	-	1	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1
London	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	1	1	1
Mbandaka	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1	-	1	1
Mkamba	-	-	-	-	0	-	-	1	1	-	-	-	-	0	1
Montevideo	-	2	4	-	6	-	5	-	5	-	-	25	-	25	36
Muenster	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1	1	2	2
Newport	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1	-	1	1
Pullorum	-	-	4	-	4	-	-	-	0	-	-	-	-	0	4
Reading	-	1	-	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1
Rissen	3	15	1	-	19	1	-	-	1	2	4	4	-	10	30
Ruiru	-	-	-	-	0	-	-	1	1	-	-	-	-	0	1
Sandow	-	-	-	1	1	-	-	-	0	-	-	1	-	1	2
Senftenberg	-	-	-	-	0	-	1	-	1	-	-	1	-	1	2
Typhimurium	-	14	4	14	32	5	4	6	15	-	5	-	23	28	75
4,[5],12:i:-	3	21	2	-	26	3	-	-	3	-	6	16	-	22	51
Uganda	-	1	-	-	1	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1
Virchow	-	-	2	-	2	-	-	-	0	-	-	23	-	23	25
Westhampton	-	-	1	-	1	-	18	-	18	-	-	1	-	1	20
Untypable	-	4	5	4	13	1	1	2	4	-	3	17	1	21	38

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

가. 가축유래 *Escherichia coli*

정상 가축 분변에서 분리한 대장균 508균주(소 152균주, 돼지 139균주, 닭 143균주, 오리 74균주)에 대해 총 13 계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시한 결과, 축종별로 내성 양상은 유사하게 나타났지만 내성률은 다소 차이가 있었다. 축종별로 MICs 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64(㎍/㎖) 이상을 나타낸 항생제는 소와 오리에서는 관찰되지 않았으나, 돼지와 닭에서는 ampicillin, chloramphenicol, nalidixic acid, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline에서 관찰되었다. 축종별로는 닭에서 분리한 균주는 ciprofloxacin의 MIC_{50}이 8(㎍/㎖), nalidixic acid의 MIC_{50}이 128(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았으며, 돼지 분리균주에서는 chloramphenicol의 MIC_{50}이 64(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높게 나타났다. Cephalosporin계 항생제의 경우 모든 축종에서 MIC_{50}이 cefepime 0.25(㎍/㎖), cefoxitin 4(㎍/㎖), ceftazidime 1(㎍/㎖), ceftiofur 0.5(㎍/㎖)로 나타났다.

총 16종 항생제에 대해 내성률을 조사한 결과, 전반적으로 소 유래 분리 균주가 돼지, 닭 및 오리 분리 균주에 비해 내성률이 낮았다. 소에서 분리한 대장균은 모든 검사 항생제의 내성률이 40% 이하로 나타났다. 소에서는 tetracycline(39.5%), streptomycin(38.2%), sulfisoxazole(34.2%)의 내성률이 높았으나 그 외 항생제 내성율은 낮거나 내성이 관찰되지 않았다. 돼지유래 균주의 내성률은 chloramphenicol(74.8%)에서 가장 높게 나타났으며, sulfisoxazole(71.9%), streptomycin(71.2%), ampicillin(69.8%), tetracycline(68.3%) 순으로 내성률이 높았다. 닭 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid의 내성률이 81.1%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(71.3%), ampicillin(69.9%), tetracycline(68.5%), streptomycin(54.5%), sulfisoxazole(53.1%) 순으로 나타났다. 오리 유래 균주의 내성률은 sulfisoxazole의 내성률이 50.0%로 가장 높았으며 tetracycline(48.6%), ampicillin(47.3%), chloramphenicol(47.3%), trimethoprim/sulfamethoxazole(44.6%), nalidixic acid(43.2%)의 순으로 나타났다. Amoxicillin/clavulanic acid, cefepime, cefoxitin, ceftazidime, colistin의 내성률은 닭을 제외한 축종에서 0-3%로 낮게 나타났다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur는 소에서는 1.3%로 낮았으나 돼지(10.8%)와 닭(12.6%)에서는 10% 이상으로 높게 나타났다. Meropenem 내성 균주는 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

대장균에 대해 다제내성을 조사한 결과, 소에서 분리한 균주의 53.9%, 돼지에서는 7.9%, 닭에서는 10.5%, 오리에서는 17.6%가 검사한 16종의 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 분포율은 소 분리 균주의 34.3%, 돼지 분리 균주의 83.4%, 닭 분리 균주의 84.7%, 오리 분리 균주의 59.7%로 나타났다(Table 10-12).

Table 10. 가축 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Cattle	2 - 32	4	8					22.4	50.7	23.7	2.6	0.7				
	Pigs	2 - 32	8	16					8.6	25.9	54.7	8.6	2.2				
	Chicken	2 - 32	8	16					8.4	23.1	57.3	6.3	4.9				
	Ducks	2 - 16	4	8					17.6	43.2	36.5	2.7					
Ampicillin	Cattle	2 - 64	4	8					39.5	48.7	3.3			8.6			
	Pigs	2 - 64	64	64					15.1	14.4	0.7			69.8			
	Chicken	2 - 64	64	64					16.8	12.6	0.7			69.9			
	Ducks	2 - 64	4	64					25.7	25.7	1.4			47.3			
Cefepime	Cattle	0.25 - 8	0.25	0.25		98.7					1.3						
	Pigs	0.25 - 16	0.25	0.5		89.9	1.4	0.7	0.7	3.6	2.2	1.4					
	Chicken	0.25 - 16	0.25	0.25		90.2		1.4	2.8	1.4	2.8	1.4					
	Ducks	0.25 - 4	0.25	0.25		97.3				2.7							
Cefoxitin	Cattle	1 - 32	4	8				2.6	11.2	57.2	27.6	0.7	0.7				
	Pigs	2 - 32	4	87					10.1	58.3	27.3	2.2	2.2				
	Chicken	2 - 32	4	8					7.0	54.5	30.1	2.8	5.6				
	Ducks	2 - 16	4	8					16.2	64.9	17.6	1.4					
Ceftazidime	Cattle	1 - 16	1	1				98.7			0.7	0.7					
	Pigs	1 - 16	1	2				89.9	1.4	1.4	4.3	2.9					
	Chicken	1 - 16	1	1				90.9		0.7	1.4	7.0					
	Ducks	1 - 4	1	1				97.3		2.7							
Ceftiofur	Cattle	0.5 - 8	0.5	0.5			95.4	3.3			1.3						
	Pigs	0.5 - 8	0.5	8			87.8	1.4			10.8						
	Chicken	0.5 - 8	0.5	8			82.5	4.2	0.7		12.6						
	Ducks	0.5 - 8	0.5	0.5			93.2	4.1			2.7						
Chloramphenicol	Cattle	2 - 64	8	16					3.3	34.9	50	3.3		8.6			
	Pigs	4 - 64	64	64						7.9	16.5	0.7	4.3	70.5			
	Chicken	2 - 64	32	64					1.4	23.8	23.1	0.7	1.4	49.7			
	Ducks	2 - 64	8	64					1.4	17.6	32.4	1.4	1.4	45.9			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 - 8	0.125	0.125	93.4	3.9	1.3				1.3						
	Pigs	0.12 - 16	0.25	8	46.8	28.1	9.4	3.6	2.2		3.6	6.5					
	Chicken	0.12 - 16	8	16	18.2	8.4	2.1	4.9	3.5	2.8	35.7	24.5					
	Ducks	0.12 - 16	0.25	16	32.4	18.9	14.9	1.4	5.4		14.9	12.2					
Colistin	Cattle	2 - 2	2	2					100								
	Pigs	2 - 8	2	2					99.3		0.7						
	Chicken	2 - 16	2	2					99.3			0.7					
	Ducks	2 - 2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1 - 1	1	1				100									
	Pigs	1 - 64	1	32				83.5			0.7	5.0	1.4	9.4			
	Chicken	1 - 64	1	64				84.6	1.4		0.7	2.1	0.7	10.5			
	Ducks	1 - 64	1	1				90.5	1.4				2.7	5.4			
Meropenem	Cattle	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Pigs	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2 - 128	2	4					84.9	8.6		0.7	0.7	2.0	3.3		
	Pigs	2 - 128	4	128					38.1	13.7	12.9	2.9	1.4	7.2	23.7		
	Chicken	2 - 128	128	128					16.8	0.7	1.4		1.4	4.9	74.8		
	Ducks	2 - 128	8	128					27.0	8.1	17.6	4.1		6.8	36.5		
Streptomycin	Cattle	16 - 128	16	128								61.8	0.7	19.7	17.8		
	Pigs	16 - 128	64	128								28.8	9.4	19.4	42.4		
	Chicken	16 - 128	64	128								45.5	4.2	9.8	40.6		
	Ducks	16 - 128	16	128								64.9		2.7	32.4		
Sulfisoxazole	Cattle	16 - 512	16	512								57.2	8.6				34.2
	Pigs	16 - 512	512	512								28.1					71.9
	Chicken	16 - 512	512	512								42.0	4.9				53.1
	Ducks	16 - 512	32	512								45.9	4.1				50.0
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	128					59.2		1.3	2.6	0.7	5.9	30.3		
	Pigs	2 - 128	64	128					29.5	1.4	0.7		4.3	27.3	36.7		
	Chicken	2 - 128	64	128					30.1	1.4		2.1	11.2	24.5	30.8		
	Ducks	2 - 128	2	128					50.0	1.4			4.1	28.4	16.2		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12 - 4	0.125	0.25	77.0	13.2	5.3			4.6							
	Pigs	0.12 - 4	0.25	4	43.9	14.4	2.9		0.7	38.1							
	Chicken	0.12 - 4	0.125	4	54.5	4.9	6.3	1.4		32.9							
	Ducks	0.12 - 4	0.125	4	50.0	4.1	1.4			44.6							

* cattle(n=152), pigs(n=139), poultry(n=143), ducks(n=74)

Table 11. 가축 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=152)	Pigs (n=139)	Poultry (n=143)	Ducks (n=74)	Total (n=508)
Amoxicillin/Clavulanic acid	0.7(1)	2.2(3)	4.9(7)	0(0)	2.2(11)
Ampicillin	8.6(13)	69.8(97)	69.9(100)	47.3(35)	48.2(245)
Cefepime	0(0)	1.4(2)	1.4(2)	0(0)	0.8(4)
Cefoxitin	0.7(1)	2.2(3)	5.6(8)	0(0)	2.4(12)
Ceftazidime	0.7(1)	2.9(4)	7.0(10)	0(0)	3.0(15)
Ceftiofur	1.3(2)	10.8(15)	12.6(18)	2.7(2)	7.3(37)
Chloramphenicol	8.6(13)	74.8(104)	51.0(73)	47.3(35)	44.3(225)
Ciprofloxacin	1.3(2)	15.8(22)	71.3(102)	33.8(25)	29.7(151)
Colistin	0(0)	0.7(1)	0.7(1)	0(0)	0.4(2)
Gentamicin	0(0)	15.8(22)	13.3(19)	8.1(6)	9.3(47)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic Acid	5.9(9)	32.4(45)	81.1(116)	43.2(32)	39.8(202)
Streptomycin	38.2(58)	71.2(99)	54.5(78)	35.1(26)	51.4(261)
Sulfisoxazole	34.2(52)	71.9(100)	53.1(76)	50.0(37)	52.2(265)
Tetracycline	39.5(60)	68.3(95)	68.5(98)	48.6(36)	56.9(289)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	4.6(7)	38.1(53)	32.9(47)	44.6(33)	27.6(140)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 12. 가축 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle (n=152)	Pigs (n=139)	Poultry (n=143)	Ducks (n=74)	Total (n=508)
No resistance detected	53.9(82)	7.9(11)	10.5(15)	17.6(13)	23.8(121)
Resistance 1 CLSI subclass	8.6(13)	3.6(5)	1.4(2)	8.1(6)	5.1(26)
Resistance 2 CLSI subclasses	3.3(5)	5.0(7)	3.5(5)	14.9(11)	5.5(28)
Resistance 3 CLSI subclasses	18.4(28)	12.2(17)	6.3(9)	20.3(15)	13.6(69)
Resistance 4 CLSI subclasses	12.5(19)	20.9(29)	19.6(28)	12.2(9)	16.7(85)
Resistance 5 CLSI subclasses	2.0(3)	26.6(37)	16.1(23)	9.5(7)	13.8(70)
Resistance 6 CLSI subclasses	0.7(1)	12.9(18)	18.2(26)	6.8(5)	9.8(50)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.7(1)	8.6(12)	19.6(28)	9.5(7)	9.4(48)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	2.2(3)	2.1(3)	1.4(1)	1.4(7)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.7(1)	0(0)	0.2(1)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.4(2)	0(0)	0.4(2)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.7(1)	0(0)	0.2(1)

나. 도체유래 *Escherichia coli*

도축장 도체에서 분리한 대장균 238균주(소 도체 62균주, 돼지 도체 57균주, 닭 도체 79균주, 오리 도체 40균주)에 대해 총 13 계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시한 결과, 정상 가축에서 분리한 대장균의 항생제 내성 양상과 유사하였다. 항생제 내성률은 시료 종류와 항생제별로 다소 차이가 있었으나 전반적으로 소 도체 유래 균주에서 내성률이 낮게 나타났다. 항생제별로 MICs 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64(㎍/㎖) 이상을 나타낸 항생제는 소 도체에서는 관찰되지 않았다. 그러나 돼지 도체와 닭 도체에서는 ampicillin, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline의 MIC_{50}이 64(㎍/㎖) 이상으로 나타났다. 시료별 MIC_{50}은 닭 도체에서는 ciprofloxacin 8(㎍/㎖)과 nalidixic acid 128(㎍/㎖)로 다른 시료에 비해 높게 나타났다.

시료별로 항생제 내성률을 비교한 결과, 소 도체에서 분리한 균주의 내성률은 다른 시료에 비해 대체로 낮게 나타났다. 항생제별로는 대부분의 시료에서 chloramphenicol, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline의 내성이 다른 항생제에 비해 높았다. 소 도체 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 32.3%로 가장 높았으며, 다음으로 streptomycin(24.2%), sulfisoxazole(24.2%)이 높게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주에서는 sulfisoxazole(71.9%)의 내성률이 가장 높았으며 tetracycline(66.7%), ampicillin(63.2%), streptomycin(63.2%), chloramphenicol(61.4%) 순으로 내성률이 높았다. 닭 도체 유래 균주에서는 ampicillin의 내성률이 83.5%로 가장 높았으며 nalidixic acid(79.7%), sulfisoxazole(77.2%), tetracycline(67.1%), ciprofloxacin(64.6%)의 순으로 높게 나타났다. 오리 도체 유래 균주는 닭 도체 유래 균주와 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 닭에 비해 낮았다. 제3세대 세팜계 항생제인 ceftiofur 항생제의 내성률은 닭 도체 유래 균주에서 17.7%로 가장 높았으며 돼지 도체에서 10.5%, 소 도체에서 1.6%로 나타났으며 오리 도체에서는 관찰되지 않았다. Amoxicillin/clavulanic acid와 cefoxitin 내성 균주는 닭 도체 유래 균주에서만 각각 1주씩 나타났으며, ceftazidime 내성 균주는 돼지와 닭 도체 유래 균주에서 2주씩 확인되었다. 모든 시료에서 colistin과 meropenem 내성 균주는 확인되지 않았다.

도체에서 분리한 대장균에 대해 다제내성을 조사한 결과, 소 도체 유래 균주의 59.7%, 돼지 도체 유래 균주의 14.0%, 닭 도체 유래 균주의 1.3%, 오리 도체 유래 균주의 27.5%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다. 총 13개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주 29.0%, 돼지 도체 유래 균주의 79.1%, 닭 도체 유래 균주의 91.1%, 오리 도체 유래 균주의 55.0%로, 닭에서 가장 높게 나타났으며 그 외 돼지와 오리에서도 높게 나타났다(Table 13-15).

Table 13. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Cattle	2 - 16	4	8					22.6	48.4	27.4	1.6					
	Pig	2 - 16	8	16					14.0	22.8	50.9	12.3					
	Chicken	2 - 32	8	8					10.1	17.7	67.1	3.8	1.3				
	Duck	2 - 16	4	16					30.0	32.5	25.0	12.5					
Ampicillin	Cattle	2 - 64	4	64					30.6	48.4	4.8			16.1			
	Pig	2 - 64	64	64					19.3	15.8	1.8			63.2			
	Chicken	2 - 64	64	64					10.1	6.3				83.5			
	Duck	2 - 64	4	64					42.5	25.0	2.5			30.0			
Cefepime	Cattle	0.25 - 16	0.25	0.25		98.4						1.6					
	Pig	0.25 - 16	0.25	2		89.5			1.8	1.8	3.5	3.5					
	Chicken	0.25 - 8	0.25	4		83.5		2.5	3.8	5.1	5.1						
	Duck	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Cattle	1 - 8	4	8				1.6	11.3	67.7	19.4						
	Pig	2 - 16	4	8					15.8	63.2	19.3	1.8					
	Chicken	2 - 32	4	8					16.5	55.7	24.1	2.5	1.3				
	Duck	2 - 8	4	8					12.5	67.5	20.0						
Ceftazidime	Cattle	1 - 8	1	1				98.4			1.6						
	Pig	1 - 16	1	1				93.0			3.5	3.5					
	Chicken	1 - 16	1	8				84.8	3.8	1.3	7.6	2.5					
	Duck	1 - 1	1	1				100									
Ceftiofur	Cattle	0.5 - 8	0.5	0.5			98.4				1.6						
	Pig	0.5 - 8	0.5	8			89.5				10.5						
	Chicken	0.5 - 8	0.5	8			81.0	1.3			17.7						
	Duck	0.5 - 0.5	0.5	0.5			100										
Chloramphenicol	Cattle	2 - 64	8	64					4.8	25.8	48.4		1.6	19.4			
	Pig	2 - 64	64	64					3.5	14.0	15.8	5.3	1.8	59.6			
	Chicken	2 - 64	32	64					1.3	21.5	22.8	1.3	5.1	48.1			
	Duck	2 - 64	8	64					5.0	22.5	27.5	5.0	5.0	35.0			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 - 16	0.125	0.5	87.1	1.6	1.6	3.2	1.6		1.6	3.2					
	Pig	0.12 - 16	0.125	8	56.1	21.1	7.0	5.3			1.8	8.8					
	Chicken	0.12 - 16	8	16	15.2	16.5	3.8	3.8	3.8	5.1	34.2	17.7					
	Duck	0.12 - 16	0.25	16	40.0	27.5	2.5			5.0	5.0	20.0					
Colistin	Cattle	2 - 2	2	2					100								
	Pig	2 - 2	2	2					100								
	Chicken	2 - 2	2	2					100								
	Duck	2 - 2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1 - 64	1	1				90.3	3.2			1.6	3.2	1.6			
	Pig	1 - 64	1	64				80.7			1.8	3.5	3.5	10.5			
	Chicken	1 - 64	1	64				78.5				1.3	8.9	11.4			
	Duck	1 - 64	1	1				95.0	2.5					2.5			
Meropenem	Cattle	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Pig	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Duck	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2 - 128	2	8					79.0	9.7	1.6				9.7		
	Pig	2 - 128	4	128					47.4	5.3	14	1.8	3.5	3.5	24.6		
	Chicken	2 - 128	128	128					10.1	6.3	3.8		1.3	10.1	68.4		
	Duck	2 - 128	8	128					32.5	7.5	12.5		2.5	10.0	35.0		
Streptomycin	Cattle	16 - 128	16	64								75.8	4.8	9.7	9.7		
	Pig	16 - 128	64	128								36.8	8.8	8.8	45.6		
	Chicken	16 - 128	128	128								36.7	2.5	6.3	54.4		
	Duck	16 - 128	16	128								55.0	5.0	7.5	32.5		
Sulfisoxazole	Cattle	16 - 512	16	512								75.8					24.2
	Pig	16 - 512	512	512								28.1					71.9
	Chicken	16 - 512	512	512								20.3	2.5				77.2
	Duck	16 - 512	16	512								57.5					42.5
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	128					66.1	1.6		4.8		9.7	17.7		
	Pig	2 - 128	64	128					33.3				3.5	26.3	36.8		
	Chicken	2 - 128	64	128					32.9				8.9	32.9	25.3		
	Duck	2 - 128	16	128					47.5			2.5	10.0	17.5	22.5		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12 - 4	0.125	0.5	80.6	8.1	1.6			9.7							
	Pig	0.12 - 4	0.25	4	47.4	15.8	5.3			31.6							
	Chicken	0.12 - 4	4	4	27.8	12.7	6.3			53.2							
	Duck	0.12 - 4	0.125	4	62.5	5.0		2.5		30.0							

* cattle carcasses(n=62), pig carcasses(n=57), chicken carcasses(n=79), duck carcasses(n=40)

Table 14. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=62)	Pig carcasses (n=57)	Chicken carcasses (n=79)	Duck carcasses (n=40)	Total (n=238)
Amoxicillin/Clavulanic acid	0(0)	0(0)	1.3(1)	0(0)	0.4(1)
Ampicillin	16.1(10)	63.2(36)	83.5(66)	30.0(12)	52.1(124)
Cefepime	1.6(1)	3.5(2)	0(0)	0(0)	1.3(3)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	1.3(1)	0(0)	0.4(1)
Ceftazidime	0(0)	3.5(2)	2.5(2)	0(0)	1.7(4)
Ceftiofur	1.6(1)	10.5(6)	17.7(14)	0(0)	8.8(21)
Chloramphenicol	21.0(13)	61.4(35)	53.2(42)	40.0(16)	44.5(106)
Ciprofloxacin	9.7(6)	15.8(9)	64.6(51)	30.0(12)	32.8(78)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Gentamicin	6.5(4)	17.5(10)	21.5(17)	2.5(1)	13.4(32)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	9.7(6)	31.6(18)	79.7(63)	47.5(19)	44.5(106)
Streptomycin	24.2(15)	63.2(36)	63.3(50)	45.0(18)	50.0(119)
Sulfisoxazole	24.2(15)	71.9(41)	77.2(61)	42.5(17)	56.3(134)
Tetracycline	32.3(20)	66.7(38)	67.1(53)	52.5(21)	55.5(132)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	9.7(6)	31.6(18)	53.2(42)	30.0(12)	32.8(78)

* 농가당 1개 균주 검사

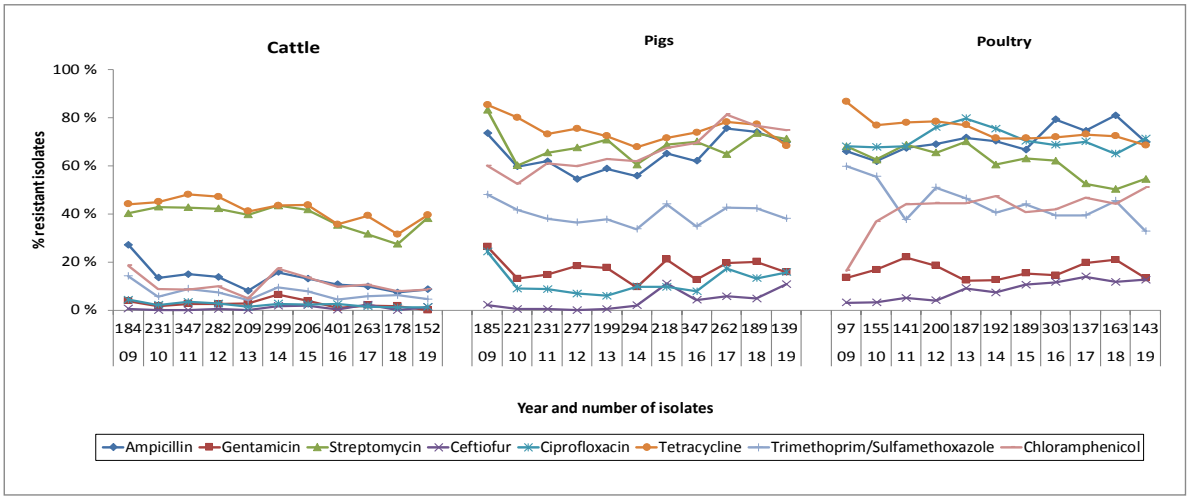
Table 15. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle carcasses (n=62)	Pig carcasses (n=57)	Chicken carcasses (n=79)	Duck carcasses (n=40)	Total (n=238)
No resistance detected	59.7(37)	14.0(8)	1.3(1)	27.5(11)	23.9(57)
Resistance 1 CLSI subclass	11.3(7)	5.3(3)	2.5(2)	12.5(5)	7.1(17)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	1.8(1)	5.1(4)	5.0(2)	2.9(7)
Resistance 3 CLSI subclasses	11.3(7)	12.3(7)	11.4(9)	10.0(4)	11.3(27)
Resistance 4 CLSI subclasses	4.8(3)	21.1(12)	11.4(9)	7.5(3)	11.3(27)
Resistance 5 CLSI subclasses	6.5(4)	24.6(14)	21.5(17)	15.0(6)	17.2(41)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.6(1)	10.5(6)	17.7(14)	17.5(7)	11.8(28)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.2(2)	5.3(3)	25.3(20)	5.0(2)	11.3(27)
Resistance 8 CLSI subclasses	1.6(1)	3.5(2)	3.8(3)	0(0)	2.5(6)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	1.8(1)	0(0)	0(0)	0.4(1)

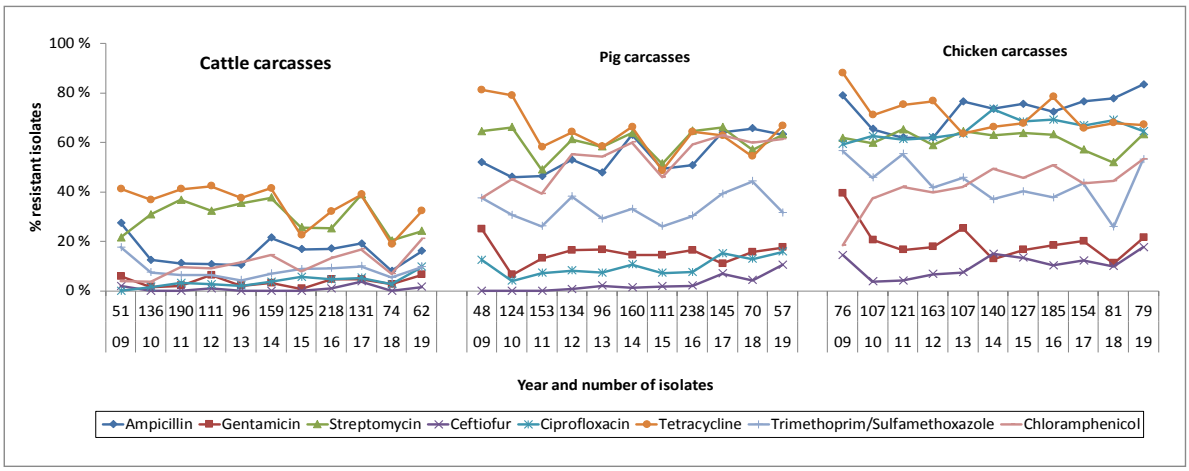
【정상 가축 분변 및 도축장 도체에서 분리한 *E. coli*의 항생제내성 경향 (2009-2019)】

'09년부터 '19년까지 정상 가축 분변과 도축장 도체에서 분리한 대장균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료에 따라 연도별 내성 추이는 다소 차이가 있었다. '19년 내성률을 전년('18년)과 비교하였을 때 소의 내성률은 유사하거나 증가 추세를 나타내었으나, 돼지와 닭은 유사하거나 감소 추세를 나타내었다. 소 분변에서는 '09년과 비교한 결과 '19년에는 ampicillin(27%→9%), tetracycline(44%→40%), trimethoprim/sulfamethoxazole(14%→5%)의 내성률이 감소하였다. 돼지 분변에서는 '09년에 비해 '19년에는 ampicillin(74%→70%), gentamicin(27%→16%), trimethoprim/ sulfamethoxazole(48%→38%)의 내성률이 감소하였다. 닭 분변에서는 '09년에 비해 '19년에는 streptomycin(68%→55%), trimethoprim/sulfamethoxazole(60%→33%)의 내성률은 감소하였으나 chloramphenicol(17%→51%)의 내성률은 증가하였다. 축종별 도체의 내성 추이는 항생제별로 차이가 있었으나 전반적으로 가축과 유사한 내성 추이를 나타내었다. 대부분의 항생제 내성률이 '09년에 비해 감소하였으나 중요 항생제 내성률은 소에서는 낮게 유지되었으나 돼지와 닭에서 증가하였다. 제3세대 cephalosporins 항생제인 ceftiofur의 내성률은 닭(3%→13%) 및 돼지(2.2%→10.8%)에서 크게 증가하였다.

〈정상 가축 분변 유래 대장균의 내성률〉



〈도축장 도체 유래 대장균의 내성률〉



2. *Enterococcus faecium*

가. 가축유래 *Enterococcus faecium*

건강한 가축의 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 343균주(소 57균주, 돼지 113균주, 닭 111균주, 오리 62균주)에 대해 항생제 감수성 검사(16종)를 실시한 결과, 닭 유래 균주는 소, 돼지, 오리 유래 균주에 비해 대부분의 항생제에 대한 내성이 높게 나타났다. MICs 분포도를 분석한 결과, 닭 유래 균주의 MIC_{50}은 ampicillin 4㎍/㎖), ciprofloxacin 4㎍/㎖), erythromycin 16(㎍/㎖), tylosin 8(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았으나, 전반적으로 모든 축종에서 유사한 양상을 나타내었다.

축종별로 내성률을 비교한 결과, 닭 유래 균주의 내성률이 다른 축종에 비해 전반적으로 높게 나타났다. 축종별로는 소유래 균주에서는 ciprofloxacin(35.1%), erythromycin(21.1%)의 내성률이 다른 항생제에 비해 높았다. 돼지 유래 균주에서는 erythromycin의 내성률이 41.6%로 가장 높았으며, 다음으로 quinupristin/dalfopristin(17.7%), tetracycline(15.9%), tylosin(14.2%), ciprofloxacin과 streptomycin (13.3%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서도 erythromycin의 내성률이 67.6%로 가장 높았으며 ciprofloxacin의(64.0%), tylosin(48.6%), tetracycline(44.1%) 순으로 내성률이 높게 나타났다. 오리 유래 균주에서는 ciprofloxacin의 내성률이 56.5%로 가장 높았으며, florfenicol(25.8%), chloramphenicol(24.2%), tetracycline(24.2%), erythromycin(21.0%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서는 ampicillin과 daptomycin에 대한 내성은 닭 유래 균주에서 각각 24.3%, 19.8%로 다른 축종에 비해 높았으며, linezolid 내성 균주는 닭(11.7%)과 오리(12.9%) 유래 균주에서만 확인되었다. 사람에서 중요하게 사용하는 vancomycin에 대한 내성 균주는 모든 축종에서 확인되지 않았다.

가축 분변에서 분리된 *E. faecium*의 다제내성을 조사한 결과, 소 분변에서 분리한 균주의 29.8%, 돼지 분변 유래 균주의 34.5%, 닭 분변 유래 균주의 4.5%, 오리 분변 유래 균주의 12.9%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 12개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 분변 유래 균주에서 8.9%, 돼지 분변 유래 균주에서 15.1%, 닭 분변 유래 균주에서 59.4%, 오리 분변 유래 균주에서 20.9%로 조사되어 닭 유래 균주에서 높게 나타났다(Table 16-18).

Table 16. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1 - 16	1	2				70.2	26.3		1.8	1.8							
	Pigs	1 - 8	1	4				54.9	31.9	12.4	0.9								
	Poultry	1 - 16	4	16				22.5	21.6	22.5	9.0	24.3							
	Ducks	1 - 16	1	4				59.7	21.0	9.7	4.8	4.8							
Chloramphenicol	Cattle	2 - 32	8	8					1.8	35.1	59.6		3.5						
	Pigs	4 - 32	8	8						31.0	60.2	1.8	7.1						
	Poultry	2 - 32	8	32					0.9	13.5	55.0	0.9	29.7						
	Ducks	4 - 32	8	32						22.6	50.0	3.2	24.2						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25 - 8	2	8		1.8	8.8	28.1	26.3	19.3	15.8								
	Pigs	0.25 - 8	1	4		0.9	9.7	50.4	25.7	7.1	6.2								
	Poultry	0.5 - 16	4	16			0.9	11.7	23.4	17.1	19.8	27.0							
	Ducks	0.5 - 16	4	8			4.8	9.7	29.0	35.5	16.1	4.8							
Daptomycin	Cattle	0.5 - 8	4	8			7.0		10.5	71.9	10.5								
	Pigs	0.5 - 8	4	8			2.7	6.2	10.6	69.9	10.6								
	Poultry	0.5 - 8	4	8			0.9	1.8	9.9	67.6	19.8								
	Ducks	2 - 8	4	8					16.1	72.6	11.3								
Erythromycin	Cattle	1 - 64	4	8				21.1	24.6	33.3	12.3	5.3		3.5					
	Pigs	1 - 64	4	64				12.4	8.0	38.1	23.9	6.2		11.5					
	Poultry	1 - 64	16	64				20.7	4.5	7.2	17.1	6.3	2.7	41.4					
	Ducks	1 - 64	2	16				41.9	25.8	11.3	4.8	8.1		8.1					
Florfenicol	Cattle	2 - 32	4	4					35.1	63.2			1.8						
	Pigs	2 - 32	4	4					25.7	66.4	0.9		7.1						
	Poultry	2 - 32	4	32					15.3	54.1			30.6						
	Ducks	2 - 32	4	32					24.2	50.0			25.8						
Gentamicin	Cattle	128 - 128	128	128											100				
	Pigs	128 - 1024	128	128											98.2	0.9		0.9	
	Poultry	128 - 2048	128	128											94.6	0.9		0.9	3.6
	Ducks	128 - 2048	128	128											98.4				1.6
Kanamycin	Cattle	128 - 2048	128	256											57.9	35.1	3.5	1.8	1.8
	Pigs	128 - 2048	128	2048											59.3	30.1			10.6
	Poultry	128 - 2048	128	512											57.7	30.6	1.8		9.9
	Ducks	128 - 2048	128	256											66.1	27.4		1.6	4.8
Linezolid	Cattle	1 - 4	2	2				5.3	87.7	7.0									
	Pigs	1 - 4	2	2				4.4	85.8	9.7									
	Poultry	1 - 8	2	8				3.6	65.8	18.9	11.7								
	Ducks	2 - 16	2	8					72.6	14.5	6.5	6.5							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1 - 4	2	4				40.4	47.4	12.3									
	Pigs	1 - 4	2	4				10.6	71.7	17.7									
	Poultry	1 - 16	2	4				20.7	58.6	18.9	0.9	0.9							
	Ducks	1 - 32	1	2				53.2	43.5	1.6			1.6						
Salinomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pigs	2 - 2	2	2					100										
	Poultry	2 - 8	2	4					82.0	12.6	5.4								
	Ducks	2 - 2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128 - 2048	128	128											94.7			1.8	3.5
	Pigs	128 - 2048	128	2048											85.0	0.9	0.9	0.9	12.4
	Poultry	128 - 2048	128	2048											74.8	4.5	3.6	4.5	12.6
	Ducks	128 - 2048	128	1024											83.9	1.6	1.6	3.2	9.7
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	64					86.0					5.3	8.8				
	Pigs	2 - 128	2	128					84.1			0.9	0.9	1.8	12.4				
	Poultry	2 - 128	2	128					55.9					4.5	39.6				
	Ducks	2 - 128	2	128					74.2	1.6				4.8	19.4				
Tigecycline	Cattle	0.12 - 1	0.125	0.5	61.4	28.1	8.8	1.8											
	Pigs	0.12 - 0.5	0.125	0.25	61.1	31.0	8.0												
	Poultry	0.12 - 0.5	0.125	0.25	55.9	38.7	5.4												
	Ducks	0.12 - 0.5	0.125	0.25	71.0	22.6	6.5												
Tylosin	Cattle	1 - 64	4	8				5.3	36.8	19.3	35.1			3.5					
	Pigs	1 - 64	4	64				0.9	8.0	48.7	28.3			14.2					
	Poultry	1 - 64	8	64				2.7	10.8	29.7	8.1			48.6					
	Ducks	1 - 64	2	64				6.5	45.2	22.6	11.3			14.5					
Vancomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pigs	2 - 2	2	2					100										
	Poultry	2 - 2	2	2					100										
	Ducks	2 - 2	2	2					100										

* cattle(n=57), pigs(n=113), poultry(n=111), ducks(n=62)

Table 17. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=57)	Pigs (n=113)	Poultry (n=111)	Ducks (n=62)	Total (n=343)
Ampicillin	1.8(1)	0(0)	24.3(27)	4.8(3)	9.0(31)
Chloramphenicol	3.5(2)	7.1(8)	29.7(33)	24.2(15)	16.9(58)
Ciprofloxacin	35.1(20)	13.3(15)	64.0(71)	56.5(35)	41.1(141)
Daptomycin	10.5(6)	10.6(12)	19.8(22)	11.3(7)	13.7(47)
Erythromycin	21.1(12)	41.6(47)	67.6(75)	21.0(13)	42.9(147)
Florfenicol	1.8(1)	7.1(8)	30.6(34)	25.8(16)	17.2(59)
Gentamicin	0(0)	0.9(1)	4.5(5)	1.6(1)	2.0(7)
Kanamycin	3.5(2)	10.6(12)	9.9(11)	6.5(4)	8.5(29)
Linezolid	0(0)	0(0)	11.7(13)	12.9(8)	6.1(21)
Quinupristin/Dalfopristin	12.3(7)	17.7(20)	20.7(23)	3.2(2)	15.2(52)
Salinomycin	0(0)	0(0)	5.4(6)	0(0)	1.7(6)
Streptomycin	5.3(3)	13.3(15)	17.1(19)	12.9(8)	13.1(45)
Tetracycline	14.0(8)	15.9(18)	44.1(49)	24.2(15)	26.2(90)
Tigecycline	10.5(6)	8.0(9)	5.4(6)	6.5(4)	7.3(25)
Tylosin/(Tartrate/Base)	3.5(2)	14.2(16)	48.6(54)	14.5(9)	23.6(81)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 18. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle (n=57)	Pigs (n=113)	Poultry (n=111)	Ducks (n=62)	Total (n=343)
No resistance detected	29.8(17)	34.5(39)	4.5(5)	12.9(8)	20.1(69)
Resistance 1 CLSI subclass	43.9(25)	37.2(42)	24.3(27)	41.9(26)	35.0(120)
Resistance 2 CLSI subclasses	17.5(10)	13.3(15)	11.7(13)	24.2(15)	15.5(53)
Resistance 3 CLSI subclasses	5.3(3)	5.3(6)	10.8(12)	9.7(6)	7.9(27)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	4.4(5)	25.2(28)	3.2(2)	10.2(35)
Resistance 5 CLSI subclasses	1.8(1)	2.7(3)	9.9(11)	1.6(1)	4.7(16)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	1.8(2)	6.3(7)	3.2(2)	3.2(11)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.8(1)	0.9(1)	6.3(7)	3.2(2)	3.2(11)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.9(1)	0(0)	0.3(1)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecium*

도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 174균주(소 도체 31균주, 돼지 도체 37균주, 닭 도체 60균주, 오리 도체 46균주)에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 대체로 가축 분변 유래 균주의 내성 양상과 유사하였다. 시료별로는 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성이 소 도체 및 돼지 도체, 오리 도체 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 닭도체 유래 균주의 MIC_{50}은 erythromycin 32(㎍/㎖), tetracycline 64(㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖)로 다른 축종 유래 균주에 비해 높았다.

시료별로 내성률을 비교한 결과, 닭 도체 및 오리 도체 유래 균주의 내성률이 소 도체 및 돼지 도체 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 소 와 돼지 도체 유래 균주는 모든 항생제 내성률이 30%이하로 나타났다. 소 도체 유래 균주는 ciprofloxacin의 내성률이 25.8%로 검사 항생제 중에서 가장 높았으며 daptomycin(16.1%), tigecycline(12.9%)의 순으로 나타났다. 돼지 도체 유래 균주에서는 erythromycin의 내성률이 27.0%로 가장 높았으며 daptomycin이 18.9%로 나타났으며, 나머지 항생제에 대한 내성률은 모두 10% 이하로 낮게 나타났다. 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin의 내성률이 76.7%로 가장 높았으며, erythromycin(60.0%), tetracycline(58.3%), tylosin(53.3%) 순으로 높게 나타났다. 오리 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin의 내성률이 56.5%로 가장 높았으며, tetracycline(28.3%), erythromycin(26.1%)의 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용되는 항생제인 ampicillin의 내성이 닭 도체 유래 균주에서 26.7%, 오리 도체 유래 균주에서 2.2% 관찰되었고, linezolid의 경우 닭 도체 유래 균주에서 15.0%, 오리 도체 유래 균주에서 10.9%, gentamicin의 내성은 닭 도체 유래 균주에서 5% 관찰되었다. Vancomycin의 내성은 모든 시료에서 관찰되지 않았다.

도체에서 분리된 *E. faecium*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 소 도체에서 분리한 균주의 41.9%, 돼지 도체 분리 균주의 40.5%, 닭 도체 분리 균주의 6.7%, 오리 도체 분리 균주의 26.1%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 12개의 subclass중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주에서는 관찰되지 않았으며, 돼지 도체 유래 균주에서 5.4%, 닭 도체 유래 균주에서 63.3%, 오리 도체 유래 균주에서 19.5%로 닭 도체 유래 균주에서 분포율이 가장 높게 나타났다(Table 19-21).

Table 19. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1 - 4	1	2				83.9	9.7	6.5									
	Pig	1 - 4	1	2				89.2	2.7	8.1									
	Chicken	1 - 16	4	16				26.7	10.0	25	11.7	26.7							
	Duck	1 - 16	2	4				47.8	28.3	17.4	4.3	2.2							
Chloramphenicol	Cattle	4 - 8	8	8						25.8	74.2								
	Pig	4 - 32	8	8						37.8	59.5		2.7						
	Chicken	4 - 32	8	32						5.0	65.0	1.7	28.3						
	Duck	4 - 32	8	32						28.3	60.9		10.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25 - 16	2	4		3.2	12.9	19.4	38.7	22.6		3.2							
	Pig	0.25 - 8	1	2		5.4	37.8	37.8	10.8	2.7	5.4								
	Chicken	0.5 - 16	4	16			1.7	10.0	11.7	28.3	28.3	20.0							
	Duck	0.5 - 8	4	8			2.2	10.9	30.4	41.3	15.2								
Daptomycin	Cattle	1 - 8	4	8				9.7	29.0	45.2	16.1								
	Pig	1 - 8	4	8				8.1	16.2	56.8	18.9								
	Chicken	2 - 8	4	8					25.0	58.3	16.7								
	Duck	2 - 4	4	4					17.4	82.6									
Erythromycin	Cattle	1 - 64	2	4				38.7	41.9	12.9	3.2			3.2					
	Pig	1 - 64	4	8				35.1	8.1	29.7	24.3			2.7					
	Chicken	1 - 64	32	64				20.0	8.3	11.7	6.7	1.7	3.3	48.3					
	Duck	1 - 64	1	32				52.2	8.7	13.0	10.9		6.5	8.7					
Florfenicol	Cattle	2 - 4	4	4					29.0	71.0									
	Pig	2 - 32	4	4					43.2	54.1			2.7						
	Chicken	2 - 32	4	32					8.3	63.3			28.3						
	Duck	2 - 32	4	32					32.6	56.5			10.9						
Gentamicin	Cattle	128 - 128	128	128											100				
	Pig	128 - 128	128	128											100				
	Chicken	128 - 2048	128	128											95.0				5.0
	Duck	128 - 128	128	128											100				
Kanamycin	Cattle	128 - 2048	128	256											74.2	19.4	3.2		3.2
	Pig	128 - 256	128	256											75.7	24.3			
	Chicken	128 - 2048	128	2048											60.0	25.0	1.7		13.3
	Duck	128 - 256	128	256											69.6	30.4			
Linezolid	Cattle	2 - 4	2	2					90.3	9.7									
	Pig	1 - 4	2	4				5.4	83.8	10.8									
	Chicken	1 - 16	2	8				5.0	65.0	15.0	13.3	1.7							
	Duck	1 - 16	2	8				4.3	76.1	8.7	8.7	2.2							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1 - 4	2	2				19.4	74.2	6.5									
	Pig	1 - 2	2	2				5.4	94.6										
	Chicken	1 - 32	2	4				21.7	55.0	18.3	1.7		3.3						
	Duck	1 - 4	1	2				52.2	43.5	4.3									
Salinomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pig	2 - 2	2	2					100										
	Chicken	2 - 8	2	4					83.3	11.7	5.0								
	Duck	2 - 4	2	2					95.7	4.3									
Streptomycin	Cattle	128 - 2048	128	128											96.8				3.2
	Pig	128 - 2048	128	128											91.9			2.7	5.4
	Chicken	128 - 2048	128	2048											75.0	1.7	1.7	3.3	18.3
	Duck	128 - 2048	128	128											91.3	2.2	4.3		2.2
Tetracycline	Cattle	2 - 32	2	2					96.8				3.2						
	Pig	2 - 64	2	2					97.3					2.7					
	Chicken	2 - 128	64	128					41.7				3.3	6.7	48.3				
	Duck	2 - 128	2	128					69.6		2.2		4.3	8.7	15.2				
Tigecycline	Cattle	0.12 - 0.5	0.125	0.5	77.4	9.7	12.9												
	Pig	0.12 - 0.5	0.125	0.25	73.0	21.6	5.4												
	Chicken	0.12 - 1	0.125	0.25	58.3	33.3	6.7	1.7											
	Duck	0.12 - 0.5	0.125	0.5	60.9	28.3	10.9												
Tylosin	Cattle	1 - 64	4	8				3.2	12.9	41.9	38.7			3.2					
	Pig	1 - 64	4	8				5.4	2.7	75.7	13.5			2.7					
	Chicken	1 - 64	64	64				1.7	15.0	16.7	13.3			53.3					
	Duck	1 - 64	4	16				8.7	23.9	45.7	10.9	2.2		8.7					
Vancomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pig	2 - 2	2	2					100										
	Chicken	2 - 2	2	2					100										
	Duck	2 - 2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=31), pig carcasses(n=37), chicken carcasses(n=60), duck carcasses(n=46)

Table 20. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=31)	Pig carcasses (n=37)	Chicken carcasses (n=60)	Duck carcasses (n=46)	Total (n=174)
Ampicillin	0(0)	0(0)	26.7(16)	2.2(1)	9.8(17)
Chloramphenicol	0(0)	2.7(1)	28.3(17)	10.9(5)	13.2(23)
Ciprofloxacin	25.8(8)	8.1(3)	76.7(46)	56.5(26)	47.7(83)
Daptomycin	16.1(5)	18.9(7)	16.7(10)	0(0)	12.6(22)
Erythromycin	6.5(2)	27.0(10)	60.0(36)	26.1(12)	34.5(60)
Florfenicol	0(0)	2.7(1)	28.3(17)	10.9(5)	13.2(23)
Gentamicin	0(0)	0(0)	5.0(3)	0(0)	1.7(3)
Kanamycin	3.2(1)	0(0)	13.3(8)	0(0)	5.2(9)
Linezolid	0(0)	0(0)	15.0(9)	10.9(5)	8.0(14)
Quinupristin/Dalfopristin	6.5(2)	0(0)	23.3(14)	4.3(2)	10.3(18)
Salinomycin	0(0)	0(0)	5.0(3)	0(0)	1.7(3)
Streptomycin	3.2(1)	8.1(3)	21.7(13)	2.2(1)	10.3(18)
Tetracycline	3.2(1)	2.7(1)	58.3(35)	28.3(13)	28.7(50)
Tigecycline	12.9(4)	5.4(2)	8.3(5)	10.9(5)	9.2(16)
Tylosin/(Tartrate/Base)	3.2(1)	2.7(1)	53.3(32)	8.7(4)	21.8(38)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 21. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle carcasses (n=31)	Pig carcasses (n=37)	Chicken carcasses (n=60)	Duck carcasses (n=46)	Total (n=174)
No resistance detected	41.9(13)	40.5(15)	6.7(4)	26.1(12)	25.3(44)
Resistance 1 CLSI subclass	41.9(13)	51.4(19)	13.3(8)	32.6(15)	31.6(55)
Resistance 2 CLSI subclasses	16.1(5)	2.7(1)	16.7(10)	21.7(10)	14.9(26)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	5.4(2)	18.3(11)	8.7(4)	9.8(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	15.0(9)	4.3(2)	6.3(11)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	5.0(3)	6.5(3)	3.4(6)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	13.3(8)	0(0)	4.6(8)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	11.7(7)	0(0)	4.0(7)

3. *Enterococcus faecalis*

가. 가축유래 *Enterococcus faecalis*

가축 분변에서 분리한 *E. faecalis* 384균주(소 80균주, 돼지 106균주, 닭 134균주, 오리 64균주)에 대한 항생제 감수성검사 결과, 대체로 돼지 유래 균주에서 다른 축종에 비해 내성이 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 돼지 유래 균주의 MIC_{50}이 대체로 높았으며 항생제별로는 chloramphenicol 32(㎍/㎖), erythromycin 64(㎍/㎖), florfenicol 16(㎍/㎖), streptomycin 2,048(㎍/㎖))로 나타났다.

축종별로 항생제 내성률을 비교한 결과, 대체로 소 분변에서 분리한 균주의 내성률은 모든 항생제 내성률이 30% 이하고 다른 축종에서 분리한 균주에 비해 낮게 나타났다. 소 유래 균주에서는 tetracycline 내성률이 27.5%로 가장 높았으며 erythromycin과 tylosin(13.8%), tigecycline(12.5%), chloramphenicol과 kanamycin(11.3%) 순으로 나타났다. 돼지 유래 균주에서도 tetracycline의 내성률이 72.6%로 가장 높았으며 erythromycin과 tylosin(71.7%), chloramphenicol(56.6%), florfenicol(55.7%), streptomycin(52.8%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서도 tetracycline의 내성률이 61.9%로 가장 높았으며 erythromycin과 tylosin(51.5%), ciprofloxacin(47.8%), chloramphenicol(35.1%), florfenicol(33.6%), streptomycin(32.1%) 순으로 높았다. 오리 유래 균주에서는 tetracycline(67.2%), ciprofloxacin(32.8%), erythromycin과 tylosin(31.3%)의 순으로 내성률이 높게 나타났다.
모든 축종에서 tetracycline의 내성률이 가장 높았으며 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 macrolides계, phenicols계, aminoglycosides계 항생제, 닭과 오리 유래 균주에서는 macrolides계와 fluoroquinolones계 항생제의 내성률이 높았다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 ampicillin과 vancomycin의 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았으며 daptomycin과 linezolid의 내성도 대체로 낮았다. 그러나 돼지유래 균주에서 linezolid 내성은 5.7%로 다른 축종에 비해 다소 높게 나타났다.

가축 분변에서 분리된 *E. faecalis*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 유래 균주에서는 62.5%로 높게 나타났으나, 돼지에서 15.1%, 닭에서 11.9%, 오리에서 10.9%로, 소를 제외한 다른 가축 유래 균주의 약 80-90%가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주의 비율은 소 유래 균주에서는 11.3%, 돼지에서 분리한 균주에서는 68.9%, 닭에서 분리한 균주에서는 50.7%, 오리에서 분리한 균주에서는 32.9%로, 돼지유래 균주에서 가장 높게 나타났다(Table 22-24).

Table 22. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1 - 2	1	1				93.8	6.2										
	Pigs	1 - 2	1	1				98.1	1.9										
	Poultry	1 - 2	1	1				94.8	5.2										
	Ducks	1 - 2	1	1				98.4	1.6										
Chloramphenicol	Cattle	4 - 32	8	32						28.8	60.0		11.2						
	Pigs	4 - 32	32	32						8.5	32.1	2.8	56.6						
	Poultry	4 - 32	8	32						20.1	44.0	0.7	35.1						
	Ducks	4 - 32	8	32						21.9	53.1	1.6	23.4						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5 - 16	2	2			1.2	37.5	58.8	1.2		1.2							
	Pigs	0.5 - 16	1	2			2.8	77.4	12.3	1.9		5.7							
	Poultry	0.25 - 16	2	16		0.7	1.5	28.4	21.6	3.0	0.7	44.0							
	Ducks	1 - 16	2	16				23.4	43.8	9.4	3.1	20.3							
Daptomycin	Cattle	1 - 8	2	4				26.2	61.2	11.2	1.2								
	Pigs	0.5 - 8	2	2			2.8	24.5	68.9	2.8	0.9								
	Poultry	0.5 - 4	2	2			2.2	33.6	59.7	4.5									
	Ducks	0.5 - 4	2	2			9.4	25.0	56.2	9.4									
Erythromycin	Cattle	1 - 64	2	64				36.2	47.5	2.5				13.8					
	Pigs	1 - 64	64	64				17.9	7.5	2.8	4.7	6.6	0.9	59.4					
	Poultry	1 - 64	8	64				25.4	20.1	3.0	6.0	3.7	4.5	37.3					
	Ducks	1 - 64	2	64				48.4	18.8	1.6	3.1		1.6	26.6					
Florfenicol	Cattle	2 - 32	2	4					60.0	33.8			6.2						
	Pigs	2 - 32	16	32					24.5	18.9	0.9	13.2	42.5						
	Poultry	2 - 32	4	32					35.1	29.9	1.5	2.2	31.3						
	Ducks	2 - 32	4	32					39.1	37.5		4.7	18.8						
Gentamicin	Cattle	128 - 2048	128	128											91.2		1.2		7.5
	Pigs	128 - 2048	128	2048											68.9	4.7		6.6	19.8
	Poultry	128 - 2048	128	256											87.3	3.0		2.2	7.5
	Ducks	128 - 2048	128	128											95.3	3.1			1.6
Kanamycin	Cattle	128 - 2048	128	2048											81.2	7.5			11.2
	Pigs	128 - 2048	128	2048											50.0	1.9			48.1
	Poultry	128 - 2048	128	2048											61.2	17.2		0.7	20.9
	Ducks	128 - 2048	128	2048											78.1	6.2			15.6
Linezolid	Cattle	1 - 4	2	2				16.2	78.8	5.0									
	Pigs	1 - 8	2	4				22.6	55.7	16.0	5.7								
	Poultry	1 - 8	2	4				25.4	55.2	17.2	2.2								
	Ducks	1 - 4	2	2				20.3	71.9	7.8									
Salinomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pigs	2 - 2	2	2					100										
	Poultry	2 - 4	2	2					99.3	0.7									
	Ducks	2 - 2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128 - 2048	128	128											90.0		1.2		8.8
	Pigs	128 - 2048	2048	2048											47.2			0.9	51.9
	Poultry	128 - 2048	128	2048											65.7	1.5	0.7	1.5	30.6
	Ducks	128 - 2048	128	2048											75.0	3.1	1.6	1.6	18.8
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	128					72.5					16.2	11.2				
	Pigs	2 - 128	64	128					27.4			0.9	0.9	26.4	44.3				
	Poultry	2 - 128	64	128					37.3	0.7		3.7	3.7	10.4	44.0				
	Ducks	2 - 128	64	128					32.8				1.6	34.4	31.2				
Tigecycline	Cattle	0.12 - 1	0.25	0.5	26.2	61.2	11.2	1.2											
	Pigs	0.12 - 1	0.25	0.5	27.4	59.4	9.4	3.8											
	Poultry	0.12 - 1	0.25	0.25	29.1	62.7	5.2	3.0											
	Ducks	0.12 - 1	0.25	0.25	31.2	59.4	4.7	4.7											
Tylosin	Cattle	1 - 64	2	64				7.5	66.2	12.5				13.8					
	Pigs	1 - 64	64	64				3.8	21.7	2.8			0.9	70.8					
	Poultry	1 - 64	32	64				3.7	36.6	7.5		0.7	1.5	50.0					
	Ducks	1 - 64	2	64				3.1	53.1	12.5				31.2					
Vancomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pigs	2 - 4	2	2					98.1	1.9									
	Poultry	2 - 2	2	2					100										
	Ducks	2 - 2	2	2					100										

*cattle(n=80), pigs(n=106), poultry(n=134), ducks(n=64)

Table 23. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=80)	Pigs (n=106)	Poultry (n=134)	Ducks (n=64)	Total (n=384)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	11.3(9)	56.6(60)	35.1(47)	23.4(15)	34.1(131)
Ciprofloxacin	2.5(2)	7.5(8)	47.8(64)	32.8(21)	24.7(95)
Daptomycin	1.3(1)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0.5(2)
Erythromycin	13.8(11)	71.7(76)	51.5(69)	31.3(20)	45.8(176)
Florfenicol	6.3(5)	55.7(59)	33.6(45)	23.4(15)	32.3(124)
Gentamicin	7.5(6)	26.4(28)	9.7(13)	1.6(1)	12.5(48)
Kanamycin	11.3(9)	48.1(51)	21.6(29)	15.6(10)	25.8(99)
Linezolid	0(0)	5.7(6)	2.2(3)	0(0)	2.3(9)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	8.8(7)	52.8(56)	32.1(43)	20.3(13)	31.0(119)
Tetracycline	27.5(22)	72.6(77)	61.9(83)	67.2(43)	58.6(225)
Tigecycline	12.5(10)	13.2(14)	8.2(11)	9.4(6)	10.7(41)
Tylosin/(Tartrate/Base)	13.8(11)	71.7(76)	51.5(69)	31.3(20)	45.8(176)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 24. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle (n=80)	Pigs (n=106)	Poultry (n=134)	Ducks (n=64)	Total (n=384)
No resistance detected	62.5(50)	15.1(16)	11.9(16)	10.9(7)	23.2(89)
Resistance 1 CLSI subclass	17.5(14)	10.4(11)	24.6(33)	35.9(23)	21.1(81)
Resistance 2 CLSI subclasses	8.8(7)	5.7(6)	12.7(17)	20.3(13)	11.2(43)
Resistance 3 CLSI subclasses	2.5(2)	21.7(23)	23.1(31)	17.2(11)	17.4(67)
Resistance 4 CLSI subclasses	7.5(6)	33.0(35)	13.4(18)	9.4(6)	16.9(65)
Resistance 5 CLSI subclasses	1.3(1)	12.3(13)	12.7(17)	6.3(4)	9.1(35)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	1.9(2)	1.5(2)	0(0)	1.0(4)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecalis*

도체에서 분리한 *E. faecalis* 294균주(소 도체 68균주, 돼지 도체 75균주, 닭 도체 84균주, 오리 67균주)에 대한 항생제감수성검사 결과, 전반적으로 소 도체 유래 균주에서 낮게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 시료별로 큰 차이는 없었으나 닭 도체 유래 균주에서 MIC_{50}이 erythromycin 16(㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖)로 다른 시료에 비해 높게 나타났다.

항생제별로 내성률을 비교한 결과, 전반적으로 모든 항생제 내성률이 소 도체 유래 균주에서 낮게 나타났다. 소 유래 균주에서는 tetracycline 내성률이 20.6%로 가장 높았으며, streptomycin과 tigecycline 10.3%, 그 외 항생제는 10% 이하로 낮게 나타났다. 돼지 유래 균주에서는 tetracycline의 내성률이 50.7%로 가장 높았으며 erythromycin과 tylosin(33.3%), streptomycin(29.3%), kanamycin(25.3%), chloramphenicol(24.0%), ciprofloxacin (22.7%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서도 tetracycline의 내성률이 69.0%로 가장 높았으며 erythromycin과 tylosin(56.0%), ciprofloxacin(41.7%), chloramphenicol(31.0%), florfenicol(27.4%), kanamycin(26.2%) 순으로 높았다. 오리에서 분리한 균주도 tetracycline 내성률이 82.1%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(23.9%), erythromycin과 tylosin(20.9%)순으로 나타났다. 모든 축종에서 tetracycline의 내성률이 가장 높았으며 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 aminoglycosides계와 macrolides계 항생제, 닭과 오리 유래 균주에서는 macrolides계와 fluoroquinolones계 항생제의 내성률이 높았다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 ampicillin과 vancomycin의 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았으며 daptomycin(0~1.3%)과 linezolid(0~3%)의 내성도 낮게 나타났다.

도체에서 분리된 *E. faecalis*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 도체 유래 균주의 66.2%로 가장 높았으며 그 외 시료는 돼지 도체 유래 균주 30.7%, 닭 도체 유래 균주 10.7%, 오리 도체 유래 균주 13.4%로, 소 도체를 제외한 다른 시료 유래 균주의 약 70-90%는 1개 이상의 항생제 내성을 나타내었다. 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 소 도체 유래 균주에서는 4.4%, 돼지 도체 유래 균주에서는 33.3%, 닭 도체 유래 균주에서는 52.4%, 오리 도체 유래 균주에서는 25.4%로 닭 도체에서 가장 높게 나타났다(Table 25-27).

Table 25. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcasses types*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)													
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1 - 8	1	1				94.1	4.4		1.5								
	Pig	1 - 1	1	1				100											
	Chicken	1 - 2	1	1				97.6	2.4										
	Duck	1 - 2	1	1				97.0	3.0										
Chloramphenicol	Cattle	2 - 32	8	8					1.5	23.5	70.6		4.4						
	Pig	4 - 32	8	32						17.3	58.7		24.0						
	Chicken	4 - 32	8	32						17.9	50.0	1.2	31.0						
	Duck	4 - 32	8	32						23.9	58.2	3.0	14.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25 - 16	1	2		1.5	11.8	38.2	44.1	2.9		1.5							
	Pig	1 - 16	2	16				48.0	29.3	5.3		17.3							
	Chicken	0.5 - 16	2	16			1.2	31.0	26.2	3.6	2.4	35.7							
	Duck	0.5 - 16	1	4			1.5	52.2	22.4	17.9	1.5	4.5							
Daptomycin	Cattle	0.5 - 4	1	4			13.2	36.8	30.9	19.1									
	Pig	0.5 - 8	2	2			10.7	25.3	57.3	5.3	1.3								
	Chicken	0.5 - 4	2	2			1.2	34.5	63.1	1.2									
	Duck	0.5 - 4	2	2			1.5	46.3	47.8	4.5									
Erythromycin	Cattle	1 - 64	1	4				52.9	36.8	4.4				5.9					
	Pig	1 - 64	2	64				49.3	14.7	2.7	1.3		1.3	30.7					
	Chicken	1 - 64	16	64				32.1	8.3	3.6	3.6	2.4	8.3	41.7					
	Duck	1 - 64	1	64				62.7	11.9	4.5	1.5	1.5		17.9					
Florfenicol	Cattle	2 - 16	2	4					54.4	44.1		1.5							
	Pig	2 - 32	4	32					46.7	33.3		1.3	18.7						
	Chicken	2 - 32	4	32					34.5	38.1		3.6	23.8						
	Duck	2 - 32	4	32					38.8	47.8		3.0	10.4						
Gentamicin	Cattle	128-2048	128	128											97.1				2.9
	Pig	128-2048	128	2048											76.0	2.7	4.0	2.7	14.7
	Chicken	128-2048	128	128											91.7	2.4		1.2	4.8
	Duck	128-2048	128	128											95.5	3.0			1.5
Kanamycin	Cattle	128-2048	128	256											73.5	20.6			5.9
	Pig	128-2048	128	2048											60.0	13.3	1.3		25.3
	Chicken	128-2048	256	2048											47.6	26.2		1.2	25.0
	Duck	128-2048	128	2048											70.1	16.4			13.4
Linezolid	Cattle	1 - 2	2	2				19.1	80.9										
	Pig	1 - 8	2	4				13.3	73.3	10.7	2.7								
	Chicken	1 - 8	2	4				21.4	61.9	14.3	2.4								
	Duck	1 - 8	2	2				14.9	76.1	6.0	3.0								
Salinomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pig	2 - 2	2	2					100										
	Chicken	2 - 4	2	2					96.4	3.6									
	Duck	2 - 2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128 - 2048	128	2048											88.2		1.5		10.3
	Pig	128 - 2048	128	2048											68.0	2.7			29.3
	Chicken	128 - 2048	128	2048											76.2				23.8
	Duck	128 - 2048	128	2048											82.1				17.9
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	64					79.4			2.9	2.9	8.8	5.9				
	Pig	2 - 128	32	128					49.3				10.7	21.3	18.7				
	Chicken	2 - 128	64	128					31.0			2.4	8.3	15.5	42.9				
	Duck	2 - 128	64	128					17.9			6.0	6.0	32.8	37.3				
Tigecycline	Cattle	0.12 - 1	0.125	0.5	54.4	35.3	7.4	2.9											
	Pig	0.12 - 1	0.25	0.5	37.3	50.7	8.0	4.0											
	Chicken	0.12 - 1	0.25	0.25	32.1	61.9	4.8	1.2											
	Duck	0.12 - 0.5	0.25	0.25	38.8	53.7	7.5												
Tylosin	Cattle	1 - 64	2	4				19.1	57.4	17.6			1.5	4.4					
	Pig	1 - 64	2	64				14.7	42.7	9.3				33.3					
	Chicken	1 - 64	64	64				2.4	33.3	8.3			1.2	54.8					
	Duck	1 - 64	2	64				7.5	58.2	13.4				20.9					
Vancomycin	Cattle	2 - 2	2	2					100										
	Pig	2 - 4	2	2					98.7	1.3									
	Chicken	2 - 2	2	2					100										
	Duck	2 - 2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=68), pig carcasses(n=75), chicken carcasses(n=84), duck carcasses(n=67)

Table 26. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=68)	Pig carcasses (n=75)	Chicken carcasses (n=84)	Duck carcasses (n=67)	Total (n=294)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	4.4(3)	24.0(18)	31.0(26)	14.9(10)	19.4(57)
Ciprofloxacin	4.4(3)	22.7(17)	41.7(35)	23.9(16)	24.1(71)
Daptomycin	0(0)	1.3(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)
Erythromycin	5.9(4)	33.3(25)	56.0(47)	20.9(14)	30.6(90)
Florfenicol	1.5(1)	20(15)	27.4(23)	13.4(9)	16.3(48)
Gentamicin	2.9(2)	17.3(13)	6.0(5)	1.5(1)	7.1(21)
Kanamycin	5.9(4)	25.3(19)	26.2(22)	13.4(9)	18.4(54)
Linezolid	0(0)	2.7(2)	2.4(2)	3.0(2)	2.0(6)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	10.3(7)	29.3(22)	23.8(20)	17.9(12)	20.7(61)
Tetracycline	20.6(14)	50.7(38)	69.0(58)	82.1(55)	56.1(165)
Tigecycline	10.3(7)	12.0(9)	6.0(5)	7.5(5)	8.8(26)
Tylosin/(Tartrate/Base)	5.9(4)	33.3(25)	56.0(47)	20.9(14)	30.6(90)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

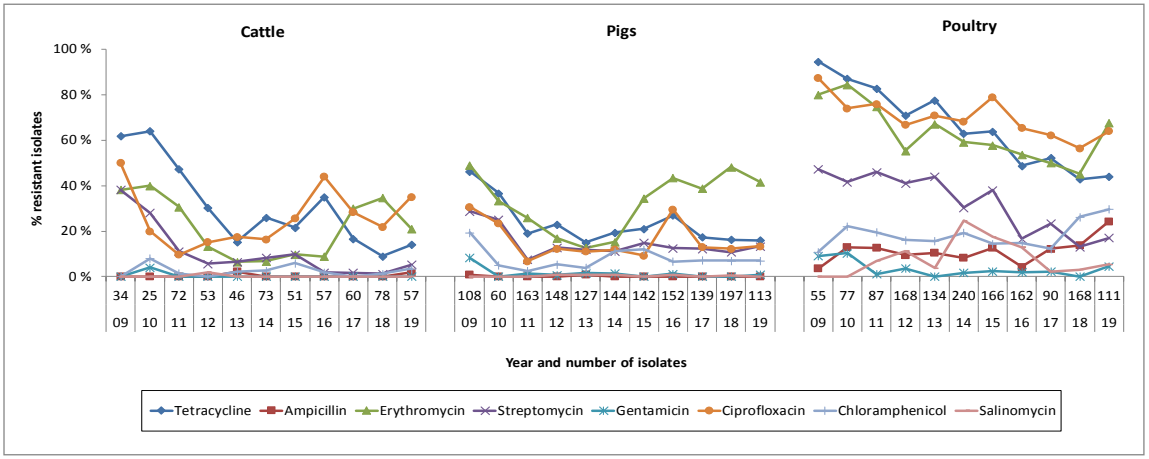
Table 27. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle carcasses (n=68)	Pig carcasses (n=75)	Chicken carcasses (n=84)	Duck carcasses (n=67)	Total (n=294)
No resistance detected	66.2(45)	30.7(23)	10.7(9)	13.4(9)	29.3(86)
Resistance 1 CLSI subclass	17.6(12)	26.7(20)	28.6(24)	29.9(20)	25.9(76)
Resistance 2 CLSI subclasses	11.8(8)	9.3(7)	8.3(7)	31.3(21)	14.6(43)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	12.0(9)	23.8(20)	16.4(11)	13.6(40)
Resistance 4 CLSI subclasses	4.4(3)	10.7(8)	17.9(15)	4.5(3)	9.9(29)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	9.3(7)	8.3(7)	4.5(3)	5.8(17)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	1.3(1)	2.4(2)	0(0)	1.0(3)

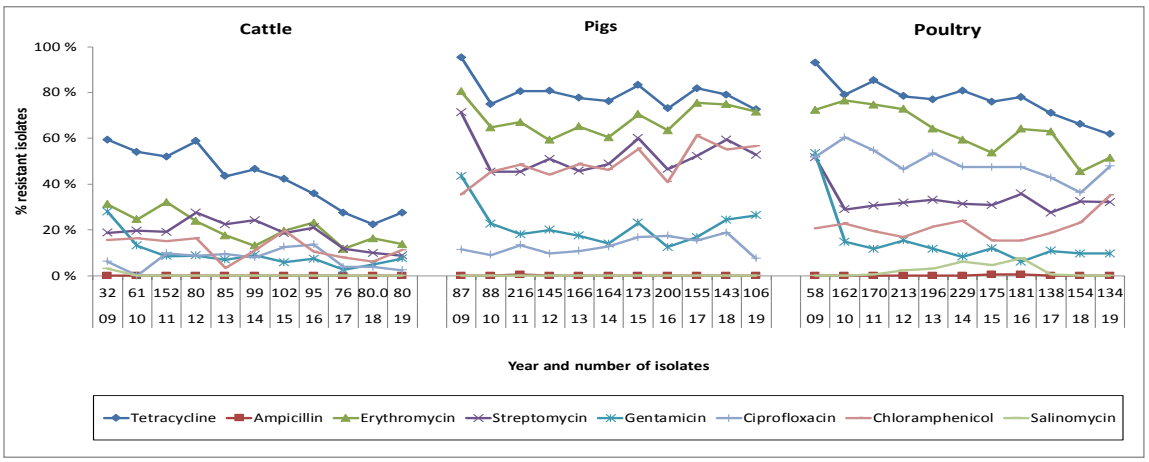
【정상 가축 분변에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis*의 항생제내성 경향 (2009-2019)】

'09년부터 '19년까지 정상 가축 분변에서 분리한 장알균(*E. faecium/E. faecalis*)의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료별로 항생제 내성률이 차이가 있었다. 소와 돼지 유래 *E. faecium*과 소 유래 *E. faecalis*의 내성률은 전반적으로 '09년 이후 감소 추세를 나타내었으며, 닭 유래 *E. faecium*과 돼지와 닭 유래 *E. faecalis*의 내성률은 전반적으로 유사하거나 소폭 감소하는 추세를 나타내었다. *E. faecium* 내성률은 특히 소 유래 균주에서 erythromycin의 내성률이 '09년 38%에서 감소 추세를 보이다가 '16년 9%에 비해 '19년 21%로 증가 추세를 보였다. ciproflxacin 내성률도 '09년 50%에서 '11년 10%감소하였으나 지속적으로 증가하여 '19년에는 35%로 증가하였다. 돼지 유래 *E. faecium*에서도 erythromycin을 제외한 대부분의 항생제에 대한 내성이 '09년 이후 감소하는 추세를 보였다. Erythromycin 내성률은 '09년 50%에서 '13년 13%로 감소하였으나 이후 지속적으로 증가하여 '19년에는 42%로 증가하였다. 닭 유래 균주에서는 전반적으로 감소 추세를 나타내었으나 ampicillin 내성률은 '09년 4%에서 '19년에는 24%로 크게 증가하였다. *E. faecalis* 내성률도 *E. faecium*과 비교해 감소폭이 크지는 않지만 모든 축종에서 전반적으로 감소 추세를 나타내었다. 소유래 균주에서는 내성률이 높았던 '09년에 비해 이후에 전반적으로 감소 추세를 나타내었으며, 특히 tetracycline, erythromycin, streptomycin, gentamicin의 내성이 크게 감소하였다. 돼지와 닭 유래 균주에서는 gentamicin과 chloramphnicol의 내성이 '16년 이후 증가하였고, tetracycline의 내성이 높게 유지되었다.

〈정상 가축 분변 유래 *E. faecium*의 내성률〉



〈정상 가축 분변 유래 *E. faecalis*의 내성률〉



제3장. 식중독세균의 항생제 내성

1. *Salmonella* spp.

가. 가축유래 *Salmonella* spp.

정상 가축 분변에서 분리한 164균주(소 6균주, 돼지 71균주, 닭 62균주, 오리 25균주)의 *Salmonella* spp.에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 소 분변 유래 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 제외하였다. 항생제 감수성 검사 결과 대체로 항생제별, 시료별 내성률이 차이가 있었으나 대체로 돼지에서 높게 나타났다. 축종별 MIC_{50}을 비교한 결과, 돼지 및 닭 유래 균주에서 ampicillin 64(㎍/㎖)로 오리 유래 균주의 2(㎍/㎖)에 비해 높았으며, 닭 유래 균주에서 nalidixic acid은 128(㎍/㎖), 돼지 유래 균주의 sulfisoxazole은 512(㎍/㎖), tetracycline은 128(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높게 나타났다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 항생제별, 축종별로 다소 차이가 있었으나 전반적으로 오리 분변 유래 균주의 내성률이 돼지 및 닭 분변 유래 균주에 비해 낮게 나타났다. 축종별 항생제 내성률을 분석한 결과, 돼지 유래 균주의 항생제 내성률은 ampicillin이 62.0%로 가장 높았으며 tetracycline(60.6%), sulfisoxazole(59.2%), streptomycin(50.7%)의 순으로 높게 나타났다. 닭 유래 균주의 항생제 내성률은 nalidixic acid의 내성률이 62.9%로 가장 높았으며 ampicillin(53.2%), sulfisoxazole(46.8%), tetracycline(43.5%), streptomycin(32.3%) 순으로 내성률이 높았다. 오리 분변 분리주의 항생제 내성률은 nalidixic acid와 sulfisoxazole이 24.0%, streptomycin(16.0%), trimethoprim/sulfamethoxazole(12.0%) 순으로 나타났으며, 그 외 항생제에 대해서는 내성이 없거나 10% 이하로 낮게 나타났다. Cephalosporins계 항생제는 닭 유래 균주에서만 cefepime, ceftazidime, ceftiofur(9.7%)의 내성이 확인되었다. Ciprofloxacin에 대한 내성 균주는 돼지 유래 균주에서 1주(1.4%), 닭 유래 균주에서 2주(3.2%) 확인되었다. Meropenem에 대한 내성 균주는 모든 축종에서 검출되지 않았다.

가축에서 분리한 *Salmonella* spp.에 대해 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주는 돼지 분변 유래 균주 23.9%, 닭 분변 유래 균주에서는 29.0%, 오리 분변 유래 균주에서는 68.0%로 오리 유래 균주에서 높게 나타났다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 유래 균주에서는 62.0%, 닭 유래 균주는 53.1%, 오리 유래 균주는 12.0%로 돼지와 닭 유래 균주에서 높게 나타났다 (Table 28-30).

Table 28. 가축 분변에서 분리한 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Pigs	2 - 16	8	8					38.0	4.2	53.5	4.2					
	Poultry	2 - 16	4	16					46.8	12.9	14.5	25.8					
	Ducks	2 - 4	2	2					92.0	8.0							
Ampicillin	Pigs	2 - 64	64	64					36.6	1.4				62.0			
	Poultry	2 - 64	64	64					45.2	1.6				53.2			
	Ducks	2 - 64	2	2					92.0					8.0			
Cefepime	Pigs	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Poultry	0.25 - 16	0.25	0.5		88.7	1.6					9.7					
	Ducks	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Pigs	2 - 8	2	8					50.7	35.2	14.1						
	Poultry	2 - 8	2	4					58.1	33.9	8.1						
	Ducks	1 - 8	2	8				4.0	60.0	16.0	20.0						
Ceftazidime	Pigs	1 - 1	1	1				100									
	Poultry	1 - 16	1	1				90.3				9.7					
	Ducks	1 - 1	1	1				100									
Ceftiofur	Pigs	0.5 - 2	1	1			4.2	87.3	8.5								
	Poultry	0.5 - 8	1	2			12.9	71.0	6.5		9.7						
	Ducks	0.5 - 2	1	1			12.0	80.0	8.0								
Chloramphenicol	Pigs	4 - 64	8	64						5.6	66.2	4.2		23.9			
	Poultry	2 - 64	8	64					6.5	29.0	40.3			24.2			
	Ducks	4 - 64	4	16						68.0	16.0	12.0		4.0			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12 - 2	0.125	0.5	73.2	11.3	14.1		1.4								
	Poultry	0.12 - 16	0.125	0.5	56.5	32.3	8.1					3.2					
	Ducks	0.12 - 0.5	0.125	0.5	88.0		12.0										
Colistin	Pigs	2 - 2	2	2					100								
	Poultry	2 - 16	2	8					79.0	6.5	8.1	6.5					
	Ducks	2 - 8	2	2					92.0	4.0	4.0						
Gentamicin	Pigs	1 - 64	1	16				80.3			4.2	7.0	2.8	5.6			
	Poultry	1 - 64	1	1				90.3			1.6		4.8	3.2			
	Ducks	1 - 1	1	1				100									
Meropenem	Pigs	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Poultry	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pigs	2 - 128	4	128					14.1	50.7	5.6	4.2			25.4		
	Poultry	2 - 128	128	128					21.0	11.3	1.6	3.2			62.9		
	Ducks	2 - 128	4	128					16.0	60.0				4.0	20.0		
Streptomycin	Pigs	16 - 128	32	128								49.3	4.2		46.5		
	Poultry	16 - 128	16	128								67.7	4.8		27.4		
	Ducks	16 - 128	16	128								84.0	4.0		12.0		
Sulfisoxazole	Pigs	16 - 512	512	512								11.3	25.4	4.2			59.2
	Poultry	16 - 512	32	512								27.4	24.2	1.6			46.8
	Ducks	16 - 512	16	512								52.0	24.0				24.0
Tetracycline	Pigs	2 - 128	128	128					38.0	1.4			1.4	2.8	56.3		
	Poultry	2 - 128	2	128					56.5				14.5	14.5	14.5		
	Ducks	2 - 32	2	2					92.0				8.0				
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12-4	0.125	4	76.1	4.2	2.8	1.4	1.4	14.1							
	Poultry	0.12-4	0.125	4	51.6	24.2	1.6		1.6	21.0							
	Ducks	0.12-4	0.125	4	80.0	8.0				12.0							

* pigs(n=71), poultry(n=62), ducks(n=25)

Table 29. 가축 분변에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=71)	Poultry (n=62)	Ducks (n=25)	Total (n=158)
Amoxicillin/Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	62.0(44)	53.2(33)	8.0(2)	50.0(79)
Cefepime	0(0)	9.7(6)	0(0)	3.8(6)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ceftazidime	0(0)	9.7(6)	0(0)	3.8(6)
Ceftiofur	0(0)	9.7(6)	0(0)	3.8(6)
Chloramphenicol	23.9(17)	24.2(15)	4.0(1)	20.9(33)
Ciprofloxacin	1.4(1)	3.2(2)	0(0)	1.9(3)
Colistin	0(0)	21.0(13)	8.0(2)	9.5(15)
Gentamicin	15.5(11)	8.1(5)	0(0)	10.1(16)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic Acid	25.4(18)	62.9(39)	24.0(6)	39.9(63)
Streptomycin	50.7(36)	32.3(20)	16.0(4)	38.0(60)
Sulfisoxazole	59.2(42)	46.8(29)	24.0(6)	48.7(77)
Tetracycline	60.6(43)	43.5(27)	8.0(2)	45.6(72)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	14.1(10)	21.0(13)	12.0(3)	16.5(26)

Table 30. 가축 분변에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=71)	Poultry (n=62)	Ducks (n=25)	Total (n=158)
No resistance detected	23.9(17)	29.0(18)	68.0(17)	32.9(52)
Resistance 1 CLSI subclass	8.5(6)	16.1(10)	4.0(1)	10.8(17)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.6(4)	1.6(1)	16.0(4)	5.7(9)
Resistance 3 CLSI subclasses	11.3(8)	3.2(2)	0(0)	6.3(10)
Resistance 4 CLSI subclasses	25.4(18)	1.6(1)	4.0(1)	12.7(20)
Resistance 5 CLSI subclasses	18.3(13)	25.8(16)	8.0(2)	19.6(31)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.0(5)	14.5(9)	0(0)	8.9(14)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	4.8(3)	0(0)	1.9(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	3.2(2)	0(0)	1.3(2)

나. 도체 유래 *Salmonella* spp.

가축 도체에서 분리한 329균주(소 9균주, 돼지 26균주, 닭 242균주, 오리 52균주)의 *Salmonella* spp.에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 소 도체 유래 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 포함하지 않았다. 항생제 감수성 검사 결과, 대체로 항생제별·시료별 내성률이 차이가 있었다. 닭 도체 유래 균주의 MIC_{50}은 ampicillin 64(㎍/㎖), nalidixic acid 128(㎍/㎖)로 돼지와 오리 도체 유래 균주에 비해 높았으며, 돼지와 닭 도체 유래 균주의 MIC_{50}은 sulfisoxazole 512(㎍/㎖)로 오리 유래 균주에 비해 높았다.

축종별 항생제 내성률을 분석한 결과, 오리 도체 유래 균주의 내성률이 돼지와 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률에 비해 대체로 낮게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 sulfisoxazole이 57.5%로 가장 높았으며 ampicillin(50.0%), tetracycline(46.2%), streptomycin(42.3%) 순으로 높았다. 닭 도체 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid의 내성률이 81.4%로 가장 높았으며, sulfisoxazole(54.1%), ampicillin(53.7%), tetracycline(44.2%) 순으로 내성률이 높았다. 오리 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 nalidixic acid(50.0%), sulfisoxazole(42.3%), streptomycin(34.6%), ampicillin(30.8%)의 순으로 나타났다. Cephalosporins계 항생제(cefepime, cefoxitin, ceftazidime) 내성은 돼지와 오리 도체 유래에서 관찰되지 않았으나, 닭 도체 유래 균주에서 ceftazidime(5.8%), ceftiofur(5.4%), cefoxitin(4.1%), cefepime(0.4%) 내성이 확인되었다. Ciprofloxacin에 대한 내성 균주는 돼지 도체 유래 균주에서 11.5%, 닭 도체 유래 균주에서 4.1%, 오리 도체 유래 균주에서 3.8% 확인되었다. Meropenem에 대한 내성 균주는 모든 축종에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리한 *Salmonella* spp.에 대해 다제내성 양상을 조사한 결과, 돼지 도체 유래 균주 26.9%, 닭 도체 유래 균주에서는 14.9%, 오리 도체 유래 균주에서는 48.1%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 도체 유래 균주에서는 61.5%, 닭 도체 유래 균주는 54.5%, 오리 도체 유래 균주는 36.5%로 나타났다(Table 31-33).

Table 31. 도체에서 분리한 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Pig	2 - 16	2	8					50.0	3.8	42.3	3.8					
	Chicken	2 - 32	4	16					45.9	8.3	5.0	35.5	5.4				
	Duck	2 - 8	2	8					67.3	9.6	23.1						
Ampicillin	Pig	2 - 64	4	64					46.2	3.8				50.0			
	Chicken	2 - 64	64	64					46.3					53.7			
	Duck	2 - 64	2	64					65.4	3.8				30.8			
Cefepime	Pig	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25 - 16	0.25	0.25		95.9	3.7					0.4					
	Duck	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Pig	2 - 16	4	8					34.6	50.0	11.5	3.8					
	Chicken	2 - 32	4	8					38.0	50.8	5.8	1.2	4.1				
	Duck	2 - 16	2	8					65.4	19.2	13.5	1.9					
Ceftazidime	Pig	1 - 2	1	1				96.2	3.8								
	Chicken	1 - 16	1	1				93.8	0.4			5.8					
	Duck	1 - 1	1	1				100									
Ceftiofur	Pig	1 - 8	1	2				76.9	19.2		3.8						
	Chicken	0.5 - 8	1	1			3.7	88.0	2.9		5.4						
	Duck	0.5 - 2	1	2			5.8	78.8	15.4								
Chloramphenicol	Pig	4 - 64	8	64						11.5	57.7	15.4		15.4			
	Chicken	4 - 64	8	64						19.0	45.5	2.1		33.5			
	Duck	4 - 64	8	16						40.4	48.1	5.8		5.8			
Ciprofloxacin	Pig	0.12 - 2	0.125	1	69.2	11.5	7.7	3.8	7.7								
	Chicken	0.12 - 16	0.25	0.5	39.3	50.4	6.2	1.2	0.4		1.7	0.8					
	Duck	0.12 - 2	0.125	0.5	73.1	11.5	11.5	1.9	1.9								
Colistin	Pig	2 - 2	2	2					100								
	Chicken	2 - 16	2	2					91.7	3.3	2.1	2.9					
	Duck	2 - 16	2	8					80.8	7.7	9.6	1.9					
Gentamicin	Pig	1 - 32	1	16				76.9			11.5	3.8	7.7				
	Chicken	1 - 32	1	1				98.3	0.8				0.8				
	Duck	1 - 1	1	1				100									
Meropenem	Pig	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Duck	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pig	2 - 128	4	128					3.8	50.0	11.5	11.5	3.8		19.2		
	Chicken	2 - 128	128	128					8.7	6.2	0.4	3.3		1.7	79.8		
	Duck	2 - 128	16	128					1.9	46.2		1.9		1.9	48.1		
Streptomycin	Pig	16 - 128	16	128								57.7	11.5		30.8		
	Chicken	16 - 128	16	128								81.4	4.1	1.2	13.2		
	Duck	16 - 128	16	128								65.4	5.8	3.8	25.0		
Sulfisoxazole	Pig	16 - 512	512	512								19.2	3.8	19.2			57.7
	Chicken	16 - 512	512	512								12.0	28.9	5.0			54.1
	Duck	16 - 512	16	512								50.0	5.8	1.9			42.3
Tetracycline	Pig	2 - 128	4	128					46.2	7.7				7.7	38.5		
	Chicken	2 - 128	2	64					55.8			0.4	18.2	17.8	7.9		
	Duck	2 - 64	2	64					86.5					13.5			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pig	0.12 - 4	0.125	4	69.2	11.5		3.8	3.8	11.5							
	Chicken	0.12 - 4	0.125	4	50.8	10.7			0.4	38.0							
	Duck	0.12 - 4	0.125	4	59.6	26.9				13.5							

* pig carcasses(n=26), chicken carcasses(n=242), duck carcasses(n=52)

Table 32. 도체에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses (n=26)	Chicken carcasses (n=242)	Duck carcasses (n=52)	Total (n=320)
Amoxicillin/Clavulanic acid	0(0)	5.4(13)	0(0)	4.1(13)
Ampicillin	50.0(13)	53.7(130)	30.8(16)	49.7(159)
Cefepime	0(0)	0.4(1)	0(0)	0.3(1)
Cefoxitin	0(0)	4.1(10)	0(0)	3.1(10)
Ceftazidime	0(0)	5.8(14)	0(0)	4.4(14)
Ceftiofur	0(0)	5.4(13)	0(0)	4.4(14)
Chloramphenicol	15.4(4)	33.5(81)	5.8(3)	27.5(88)
Ciprofloxacin	11.5(3)	4.1(10)	3.8(2)	4.7(15)
Colistin	0(0)	8.3(20)	19.2(10)	9.4(30)
Gentamicin	11.5(3)	0.8(2)	0(0)	1.6(5)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic Acid	23.1(6)	81.4(197)	50.0(26)	71.6(229)
Streptomycin	42.3(11)	18.6(45)	34.6(18)	23.1(74)
Sulfisoxazole	57.7(15)	54.1(131)	42.3(22)	52.5(168)
Tetracycline	46.2(12)	44.2(107)	13.5(7)	39.4(126)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	11.5(3)	38.0(92)	13.5(7)	31.9(102)

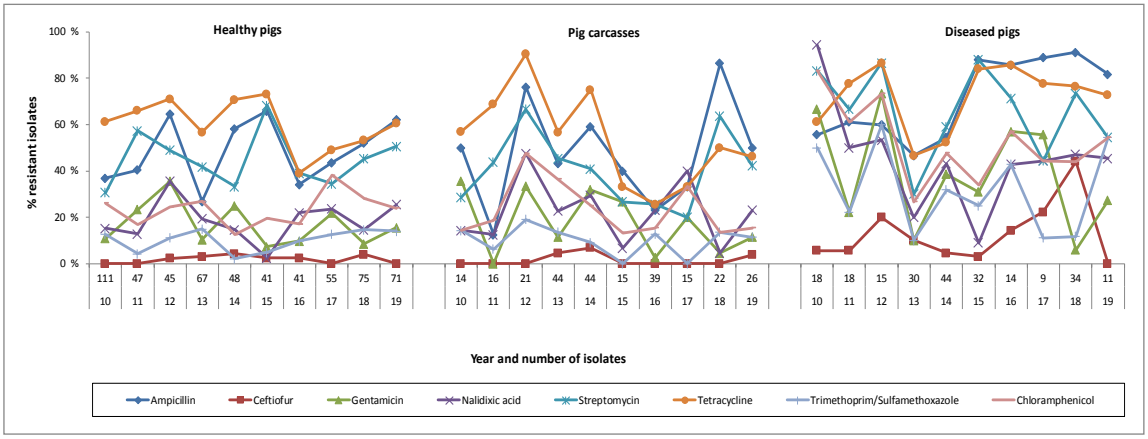
Table 33. 도체에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses (n=26)	Chicken carcasses (n=242)	Duck carcasses (n=52)	Total (n=320)
No resistance detected	26.9(7)	14.9(36)	48.1(25)	21.3(68)
Resistance 1 CLSI subclass	7.7(2)	26.0(63)	7.7(4)	21.6(69)
Resistance 2 CLSI subclasses	3.8(1)	4.5(11)	7.7(4)	5.0(16)
Resistance 3 CLSI subclasses	30.8(8)	1.7(4)	3.8(2)	4.4(14)
Resistance 4 CLSI subclasses	19.2(5)	5.4(13)	7.7(4)	6.9(22)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	35.5(86)	15.4(8)	29.4(94)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.7(2)	10.7(26)	9.6(5)	10.3(33)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.8(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0.8(2)	0(0)	0.6(2)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0.4(1)	0(0)	0.3(1)

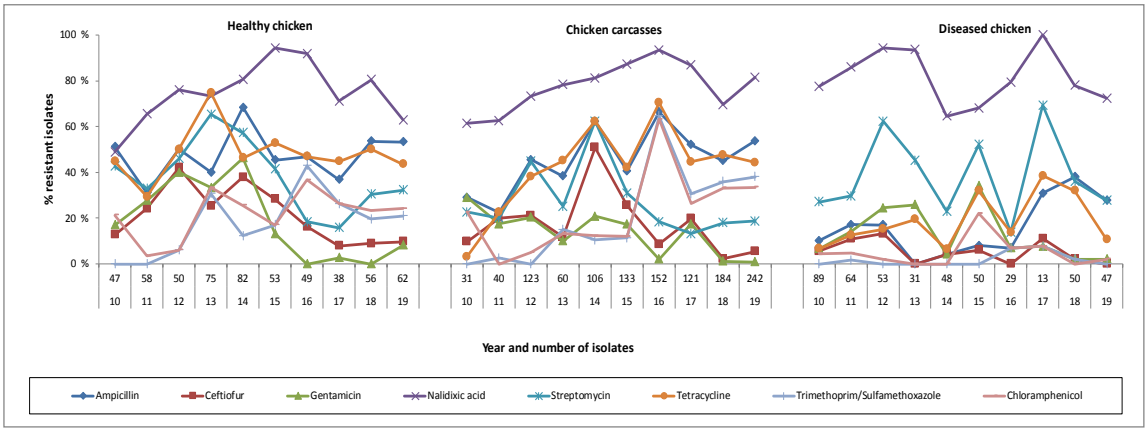
【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *Salmonella* spp.의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

'10년부터 '19년까지 가축 및 도축장 도체에서 분리한 살모넬라균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료 종류에 따라 연도별, 항생제별로 내성률이 크게 차이가 있었다. '19년 정상 돼지 분변에서 분리된 살모넬라균의 항생제 내성률은 '16년 이후 증가 추세를 보이며 돼지 도체에서 분리된 살모넬라균의 항생제 내성률은 '18년에 비해 ampicillin, streptomycin, tetracycline의 경우 감소하였다. 질병에 이환된 돼지에서 분리된 살모넬라균은 gentamicin과 trimethoprim/sulfamethoxazole의 내성률이 크게 증가하고 그 외 항생제는 '18년에 비해 감소하는 추세를 보였다. 닭 유래 살모넬라균도 시료별, 년도별로 내성률이 큰 차이가 있었다. 닭 유래 모든 시료에서 nalidixic acid의 내성률이 지속적으로 높게 나타났다. 정상 닭 분변과 닭 도체 분리주에서는 대부분의 항생제의 내성이 증가하는 추세를 보였으며, 질병에 이환된 닭에서 분리된 균은 '18년에 비해 대부분의 항생제에 대한 내성이 감소하는 추세를 나타냈다.

〈돼지 및 돼지 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉



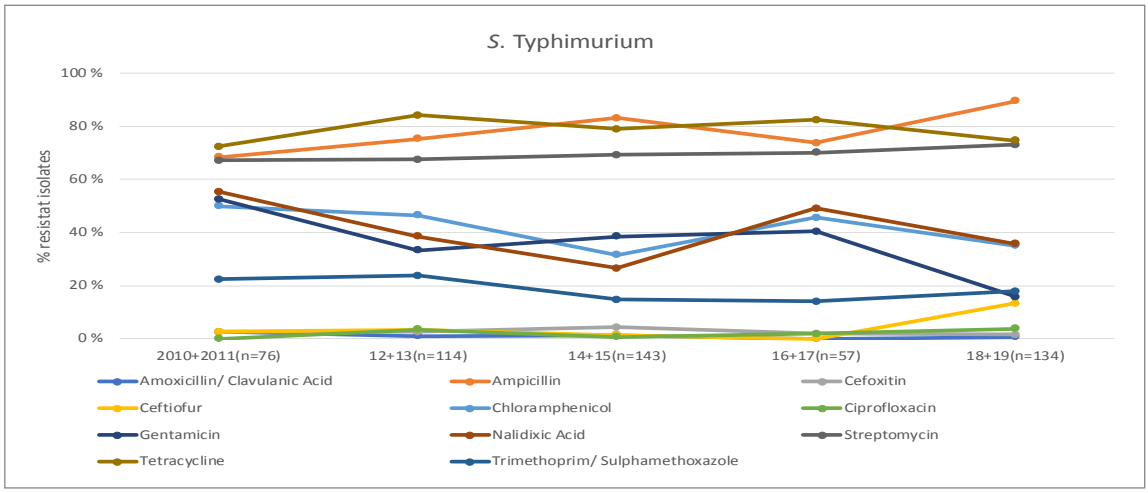
〈닭 및 닭 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉



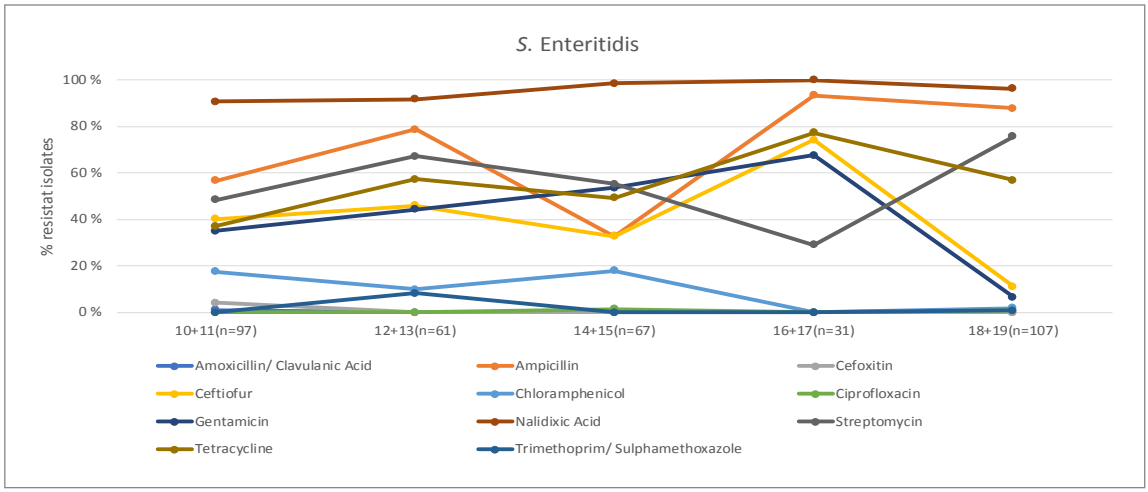
【*S.* Typhimurium과 *S.* Enteritidis의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

'10년부터 '19년까지 돼지와 돼지 도체에서 분리한 S. Typhimurium에 대한 항생제 내성 추이를 분석 한 결과, ampicillin, streptomycin, tetracycline의 내성은 조사 기간 동안 지속적으로 높게(70% 이상) 나타났다. Quinolone계 항생제인 nalidixic acid 내성은 점차 감소하여 '18-19년에는 '10-11년에 비해 약 20%이상 감소하였다(55.3%→35.8%). Flouoroquinolones계 항생제인 ciprofloxacin 내성은 조사 기간 동안 5% 이내로 낮게 나타났다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur 내성은 '17년까지는 5%이하로 낮았으나 '18-19년에는 13.4%로 증가하였다. 닭 및 닭 도체에서 분리한 S. Enteritidis는 년도별로 내성률에 큰 차이가 있었다. Quinolone계 항생제인 nalidixic acid 내성률은 조사 기간 동안 90%이상으로 높게 나타났으나 fluoroquinolones계 항생제인 ciprofloxacin 내성은 검출되지 않거나 매우 낮았다. 내성률이 높은 ampicillin과 tetracycline은 '15년 이후 크게 증가하였으나 chloramphenicol 내성률은 감소 추세를 나타내었다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur는 '17년까지는 33-74%로 높았으나 '18-19년에는 약 11%로 크게 감소하였다.

〈돼지 및 돼지도체에서 분리한 *S.* Typhimurium의 항생제 내성 추이〉



〈닭 및 닭도체에서 분리한 *S.* Enteritidis의 항생제 내성 추이〉



2. *Campylobacter jejuni/coli*

가. 가축 및 도체 유래 *Campylobacter jejuni*

정상 가축 분변에서 분리한 98균주 (소 75균주, 돼지 1균주, 닭 11균주, 오리 11균주)와 도체에서 분리한 81균주(소 5균주, 돼지 2균주, 닭 56균주, 오리 18균주)의 *Campylobacter. jejuni* 대해 8 subclasses에 속하는 9종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로 20균주 이하로 분리된 시료(돼지 분변, 오리 분변, 소 도체, 돼지 도체)의 내성률 결과는 제외하였다. 닭 분변과 오리 도체 유래 균주는 2018년 분리 균주(닭 분변 12주, 오리 도체 6균주)를 포함하여 내성률을 산출하였다. 전반적으로 축종별로 가축 분변과 도체 유래 균주는 유사한 내성 양상을 나타내었다. MIC 분포도를 조사한 결과, 닭 분변 및 닭과 오리 도체 유래 균주의 nalidixic acid MIC_{50}이 64(㎍/㎖)로 가장 높게 나타났으며, 그 외 대부분의 항생제에 대해서는 낮은 MIC 분포를 보였다.

C. jejuni 분리 균주의 항생제 내성률을 조사한 결과, 모든 시료에서 (fluoro)quinolones계 항생제(ciprofloxacin, nalidixic acid)의 내성률이 가장 높았다. 시료별로 ciprofloxacin과 nalidixic acid의 내성률은 소 분변 유래 균주에서 53.3~56.0%, 닭 분변 및 닭 도체 유래 균주에서 65.2~78.6%, 오리 도체 유래 균주에서는 87.5~91.7%로 나타났다. Tetracycline의 내성률은 모든 시료에서 약 29.2~39.3%로 나타났다. Macrolides계 항생제인 azithromycin과 erythromycin의 내성은 관찰되지 않았으며, florfenicol과 gentamicin 내성도 5% 이내로 낮게 관찰되었다.

가축과 도체에서 분리한 *C. jejuni*의 다제내성 양상을 분석한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 분변 유래 균주의 32.0%, 닭 분변 유래 균주의 26.1%, 닭 도체 유래 균주의 21.4%, 오리 도체 유래 균주의 8.3%에서 관찰되었다. 검사한 항생제 총 8개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 소 분변 유래 균주에서는 20.0%, 닭 분변 유래 균주에서는 34.7%, 닭 도체 유래 균주에서는 37.5%, 오리 도체 유래 균주에서도 37.5%로 나타났다(Table 34-36).

Table 34. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter jejuni* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.016	0.03	0.06	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	≥64
Azithromycin	Cattle	0.015 - 0.12	0.032	0.064	28.0	32.0	33.3	6.7									
	Poultry	0.015 - 0.12	0.064	0.125	13.0	8.7	47.8	30.4									
	Chicken carcasses	0.015 - 0.12	0.032	0.064	16.1	33.9	42.9	7.1									
	Duck carcasses	0.015 - 0.25	0.032	0.064	8.3	70.8	16.7		4.2								
Ciprofloxacin	Cattle	0.03 - 32	4	16		4.0	36.0	4.0					10.7	29.3	14.7	1.3	
	Poultry	0.015 - 64	8	32	4.3	4.3	13.0	4.3					4.3	34.8	13.0	17.4	4.3
	Chicken carcasses	0.03 - 32	8	8		1.8	10.7	8.9			3.6	1.8	16.1	48.2	1.8	7.1	
	Duck carcasses	0.015 - 32	8	16	4.2		8.3						12.5	45.8	20.8	8.3	
Clindamycin	Cattle	0.03 - 0.5	0.25	0.5		12.0	13.3	20.0	38.7	16.0							
	Poultry	0.03 - 0.5	0.25	0.5		17.4	4.3	17.4	26.1	34.8							
	Chicken carcasses	0.03 - 0.5	0.25	0.5		5.4	7.1	28.6	48.2	10.7							
	Duck carcasses	0.03 - 1	0.125	0.25		4.2	4.2	62.5	25.0		4.2						
Erythromycin	Cattle	0.03 - 2	0.25	1		1.3	4.0	18.7	29.3	34.7	10.7	1.3					
	Poultry	0.03 - 2	0.5	1		4.3		8.7	17.4	39.1	26.1	4.3					
	Chicken carcasses	0.03 - 4	0.5	1		5.4		10.7	21.4	46.4	12.5	1.8	1.8				
	Duck carcasses	0.12 - 1	0.25	0.5				8.3	62.5	25.0	4.2						
Florfenicol	Cattle	0.12 - 2	1	1				1.3	13.3	24.0	53.3	8.0					
	Poultry	0.06 - 2	1	2			4.3	4.3		21.7	39.1	30.4					
	Chicken carcasses	0.03 - 4	1	2		1.8		1.8	3.6	19.6	55.4	16.1	1.8				
	Duck carcasses	0.06 - 8	0.5	2			4.2		4.2	45.8	25	16.7		4.2			
Gentamicin	Cattle	0.12 - 32	0.125	0.25				65.3	25.3	4.0				1.3	1.3	2.7	
	Poultry	0.12 - 32	0.125	0.5				69.6	17.4	8.7						4.3	
	Chicken carcasses	0.12 - 0.5	0.125	0.25				80.4	17.9	1.8							
	Duck carcasses	0.12 - 32	0.125	0.25				83.3	12.5							4.2	
Nalidixic acid	Cattle	4 - 64	32	64									42.7	1.3	2.7	4.0	49.3
	Poultry	4 - 64	64	64									26.1		8.7	4.3	60.9
	Chicken carcasses	4 - 64	64	64									21.4		5.4	5.4	67.9
	Duck carcasses	4 - 64	64	64									8.3				91.7
Telithromycin	Cattle	0.06 - 2	0.5	1			4.0	5.3	29.3	22.7	36	2.7					
	Poultry	0.12 - 2	1	2				4.3	34.8	8.7	34.8	17.4					
	Chicken carcasses	0.015 - 4	0.5	1	3.6	1.8		5.4	14.3	32.1	35.7	5.4	1.8				
	Duck carcasses	0.25 - 2	0.5	1					12.5	70.8	12.5	4.2					
Tetracycline	Cattle	0.06 - 64	0.25	64			10.7	30.7	21.3	2.7	2.7		4.0	5.3	4.0	5.3	13.3
	Poultry	0.06 - 64	0.5	64			8.7	8.7	30.4	17.4			8.7			4.3	21.7
	Chicken carcasses	0.06 - 64	0.25	64			5.4	30.4	23.2	1.8		3.6		1.8	3.6	8.9	21.4
	Duck carcasses	0.06 - 64	0.125	64			16.7	33.3	12.5	4.2	4.2		8.3			4.2	16.7

* cattle(n=75), poultry(n=23), chicken carcasses(n=56), duck carcasses(n=24)

Table 35. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter jejuni* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates						
	Animals			Carcasses			Total (n=178)
	Cattle (n=75)	Poultry* (n=23)	Subtotal (n=98)	Chicken (n=56)	Duck** (n=24)	Subtotal (n=80)	
Azithromycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ciprofloxacin	56.0(42)	73.9(17)	60.2(59)	78.6(44)	87.5(21)	81.3(65)	69.7(124)
Clindamycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4.2(1)	1.3(1)	0.6(1)
Erythromycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Florfenicol	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4.2(1)	1.3(1)	0.6(1)
Gentamicin	5.3(4)	4.3(1)	5.1(5)	0(0)	4.2(1)	1.3(1)	3.4(6)
Nalidixic acid	53.3(40)	65.2(15)	56.1(55)	73.2(41)	91.7(22)	78.8(63)	66.3(118)
Telithromycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	32.0(24)	34.8(8)	32.7(32)	39.3(22)	29.2(7)	36.3(29)	34.3(61)

* Isolates in 2018 (n=12) and 2019 (n=11)
** Isolates in 2018 (n=6) and 2019 (n=18)

Table 36. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter jejuni* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates						
	Animals			Carcasses			Total (n=178)
	Cattle (n=75)	Poultry* (n=23)	Subtotal (n=98)	Chicken (n=56)	Duck** (n=24)	Subtotal (n=80)	
No resistance detected	32.0(24)	26.1(6)	30.6(30)	21.4(12)	8.3(2)	17.5(14)	24.7(44)
Resistance 1 CLSI subclass	14.7(11)	8.7(2)	13.3(13)	3.6(2)	4.2(1)	3.8(3)	9.0(16)
Resistance 2 CLSI subclasses	33.3(25)	30.4(7)	32.7(32)	37.5(21)	50.0(12)	41.3(33)	36.5(65)
Resistance 3 CLSI subclasses	14.7(11)	30.4(7)	18.4(18)	37.5(21)	29.2(7)	35.0(28)	25.8(46)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.3(4)	4.3(1)	5.1(5)	0(0)	8.3(2)	2.5(2)	3.9(7)

* Isolates in 2018 (n=12) and 2019 (n=11)
** Isolates in 2018 (n=6) and 2019 (n=18)

나. 가축 및 도체 유래 *Campylobacter coli*

정상 가축 분변에서 분리한 71균주(소 1균주, 돼지 35균주, 닭 20균주, 오리 15균주)와 도체에서 분리한 79균주(돼지 도체 8균주, 닭 도체 55균주, 오리 도체 16균주)의 *Campylobacter coli*에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 소 분변과 돼지 도체에서 분리한 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 제외하였다. 오리 분변과 오리 도체 유래 균주는 2018년 분리 균주(오리 분변 5주, 오리 도체 8균주)와 함께 내성률을 확인하였다. 항생제 감수성 검사 결과, *C. jejuni*에 비해 내성률이 전반적으로 높게 나타났으며 정상 가축 유래 균주와 도체 유래 균주의 내성양상은 전반적으로 비슷하게 나타났다. MICs 분포를 조사한 결과, azithromycin, erythromycin, nalidixic acid, tetracycline MIC_{90}이 오리와 오리 도체 유래 균주를 제외한 대부분의 시료에서 64(㎍/㎖)로 높게 나타났다.

가축 및 도체에서 분리한 *C. coli* 154균주에 대한 항생제 내성 조사 결과, 모든 시료에서 (fluoro)quinolones계 항생제인 ciprofloxacin과 nalidixic acid의 내성률이 가장 높게 나타났다. 돼지 분변 유래 균주에서는 nalidixic acid와 ciprofloxacin의 내성률이 94.3%로 매우 높게 나타났으며, 닭 분변과 오리 분변, 닭 도체, 오리 도체 유래 균주에서는 모든 균주가 ciprofloxacin과 nalidixic acid에 내성을 나타내었다. Macrolides계 항생제인 azithromycin과 erythromycin의 내성률은 *C. jejuni*에 비해 높았으며, 돼지 분변 유래 균주에서는 28.6%, 닭 및 닭 도체 유래 균주에서는 18.2~35.0%로 나타났으며 오리와 오리 도체 유래 균주에서는 낮게 나타났다.

가축 및 도체에서 분리한 *C. coli*의 다제내성 양상을 살펴보면, 돼지 분변에서 분리한 균주 중 1주(2.9%)를 제외한 모든 균주가 1개 이상의 항생제에 대해 내성을 나타내었다. 검사한 총 8개의 subclass중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 돼지 분변 유래 균주에서 71.5%, 닭 분변 유래 균주에서 90.0%, 오리 분변 유래 균주에서 75.0%, 닭 도체 유래 균주에서 80.0%, 오리 도체 유래 균주에서 66.8%로 모든 시료에서 다제내성균이 비교적 높게 분포하였다(Table 37-39).

Table 37. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.016	0.03	0.06	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	≥64
Azithromycin	Cattle	0.03 - 64	0.125	64		2.9	34.3	20.0	11.4	2.9						2.9	25.7
	Poultry	0.015 - 64	0.064	64	10.0	15.0	25.0	15.0									35.0
	Ducks	0.015 - 0.25	0.064	0.125	5.0	25.0	20.0	45.0	5.0								
	Chicken carcasses	0.03 - 64	0.125	64		30.9	18.2	29.1	3.6								18.2
	Duck carcasses	0.03 - 64	0.064	0.25		16.7	41.7	29.2	4.2								8.3
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 - 32	8	16				5.7				2.9	20.0	42.9	22.9	5.7	
	Poultry	4 - 32	8	16									20.0	60.0	15.0	5.0	
	Ducks	2 - 64	16	16								5.0	25.0	15.0	45.0	5.0	5.0
	Chicken carcasses	4 - 64	8	32									12.7	41.8	34.5	9.1	1.8
	Duck carcasses	4 - 64	16	32									16.7	20.8	37.5	20.8	4.2
Clindamycin	Cattle	0.12 - 16	0.5	8				2.9	42.9	17.1	5.7	8.6	11.4	8.6	2.9		
	Poultry	0.06 - 16	0.25	4			15.0	20.0	20.0	10.0	5.0	5.0	15.0		10.0		
	Ducks	0.06 - 1	0.25	0.5			20.0	25.0	30.0	20.0	5.0						
	Chicken carcasses	0.06 - 16	0.25	4			10.9	20.0	29.1	20.0	5.5	3.6	5.5	1.8	3.6		
	Duck carcasses	0.06 - 16	0.25	0.5			4.2	41.7	20.8	25.0					8.3		
Erythromycin	Cattle	0.25 - 64	1	64					2.9	11.4	45.7	11.4					28.6
	Poultry	0.12 - 64	1	64				5.0	20.0	20.0	10.0	5.0	5.0				35.0
	Ducks	0.12 - 2	1	2				20.0	5.0	15.0	40.0	20.0					
	Chicken carcasses	0.12 - 64	1	64				5.5	20.0	16.4	29.1	7.3	3.6		1.8	1.8	14.5
	Duck carcasses	0.12 - 64	0.5	2				4.2	33.3	16.7	29.2	8.3					8.3
Florfenicol	Cattle	0.5 - 32	1	4						8.6	51.4	25.7	8.6	2.9		2.9	
	Poultry	0.5 - 4	1	2						5.0	75.0	15.0	5.0				
	Ducks	0.25 - 4	1	2					5.0	15.0	50.0	25.0	5.0				
	Chicken carcasses	0.12 - 4	1	2				1.8	1.8	9.1	63.6	20.0	3.6				
	Duck carcasses	1 - 16	1	4							62.5	25.0	8.3		4.2		
Gentamicin	Cattle	0.12 - 32	0.125	1				62.9	17.1	8.6	5.7	2.9				2.9	
	Poultry	0.12 - 32	0.25	16				30.0	30.0	15.0					15.0	10.0	
	Ducks	0.12 - 32	0.25	32				35.0	20.0	20.0	5.0					20.0	
	Chicken carcasses	0.12 - 32	0.25	32				29.1	43.6	1.8						25.5	
	Duck carcasses	0.12 - 32	0.25	32				37.5	33.3	8.3	4.2					16.7	
Nalidixic acid	Cattle	4 - 64	64	64									5.7			8.6	85.7
	Poultry	32 - 64	64	64												15.0	85.0
	Ducks	32 - 64	64	64												10.0	90.0
	Chicken carcasses	32 - 64	64	64												14.5	85.5
	Duck carcasses	32 - 64	64	64												4.2	95.8
Telithromycin	Cattle	0.5 - 8	2	8						17.1	28.6	28.6	5.7	20.0			
	Poultry	0.06 - 8	2	8			5.0	5.0	15.0	10.0	5.0	25.0	10.0	25.0			
	Ducks	0.12 - 4	1	2				20.0	5.0	20.0	20.0	25.0	10.0				
	Chicken carcasses	0.06 - 8	1	4			1.8	7.3	9.1	12.7	21.8	32.7	7.3	7.3			
	Duck carcasses	0.12 - 8	1	2				8.3	25.0	8.3	29.2	20.8		8.3			
Tetracycline	Cattle	0.25 - 64	16	64					25.7	5.7	5.7	2.9	2.9	2.9	22.9	14.3	17.1
	Poultry	0.12 - 64	64	64				5.0	5.0								90.0
	Ducks	0.25 - 64	64	64					10.0		5.0	10.0	5.0		5.0		65.0
	Chicken carcasses	0.06 - 64	64	64			1.8	7.3	9.1	3.6	1.8			1.8		1.8	72.7
	Duck carcasses	0.12 - 64	64	64				12.5	16.7			4.2		8.3	4.2		54.2

* pigs(n=35), poultry(n=20), ducks(n=20), chicken carcasses(n=55), duck carcasses(n=24)

Table 38. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=154)
	Cattle (n=35)	Poultry (n=20)	Ducks* (n=20)	Subtotal (n=75)	Chicken (n=55)	Duck** (n=24)	Subtotal (n=79)	
Azithromycin	28.6(10)	35.0(7)	0(0)	22.7(17)	18.2(10)	8.3(2)	15.2(12)	18.8(29)
Ciprofloxacin	94.3(33)	100(20)	100(20)	97.3(73)	100(55)	100(24)	100(79)	98.7(152)
Clindamycin	31.4(11)	30.0(6)	0(0)	22.7(17)	14.5(8)	8.3(2)	12.7(10)	17.5(27)
Erythromycin	28.6(10)	35.0(7)	0(0)	22.7(17)	18.2(10)	8.3(2)	15.2(12)	18.8(29)
Florfenicol	5.7(2)	0(0)	0(0)	2.7(2)	0(0)	4.2(1)	1.3(1)	1.9(3)
Gentamicin	2.9(1)	25.0(5)	20.0(4)	13.3(10)	25.5(14)	16.7(4)	22.8(18)	18.2(28)
Nalidixic acid	94.3(33)	100(20)	100(20)	97.3(73)	100(55)	100(24)	100(79)	98.7(152)
Telithromycin	20.0(7)	25.0(5)	0(0)	16.0(12)	7.3(4)	8.3(2)	7.6(6)	11.7(18)
Tetracycline	60.0(21)	90.0(18)	75.0(15)	72.0(54)	76.4(42)	66.7(16)	73.4(58)	72.7(112)

* Isolates in 2018 (n=5) and 2019 (n=15)

** Isolates in 2018 (n=8) and 2019 (n=16)

Table 39. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=154)
	Cattle (n=35)	Poultry (n=20)	Ducks* (n=20)	Subtotal (n=75)	Chicken (n=55)	Duck** (n=24)	Subtotal (n=79)	
No resistance detected	2.9(1)	0(0)	0(0)	1.3(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0.6(1)
Resistance 1 CLSI subclass	2.9(1)	0(0)	0(0)	1.3(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0.6(1)
Resistance 2 CLSI subclasses	22.9(8)	10.0(2)	25.0(5)	20.0(15)	20.0(11)	33.3(8)	24.1(19)	22.1(34)
Resistance 3 CLSI subclasses	40.0(14)	45.0(9)	55.0(11)	45.3(34)	41.8(23)	41.7(10)	41.8(33)	43.5(67)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.9(1)	15.0(3)	20.0(4)	10.7(8)	23.6(13)	16.7(4)	21.5(17)	16.2(25)
Resistance 5 CLSI subclasses	17.1(6)	5.0(1)	0(0)	9.3(7)	7.3(4)	0(0)	5.1(4)	7.1(11)
Resistance 6 CLSI subclasses	8.6(3)	10.0(2)	0(0)	6.7(5)	5.5(3)	4.2(1)	5.1(4)	5.8(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.9(1)	15.0(3)	0(0)	5.3(4)	1.8(1)	4.2(1)	2.5(2)	3.9(6)

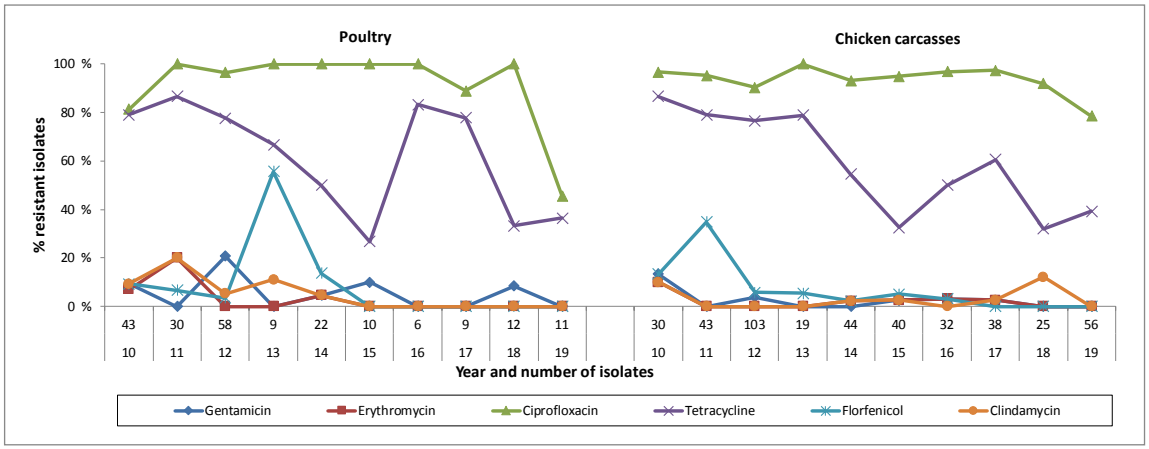
* Isolates in 2018 (n=5) and 2019 (n=15)

** Isolates in 2018 (n=8) and 2019 (n=16)

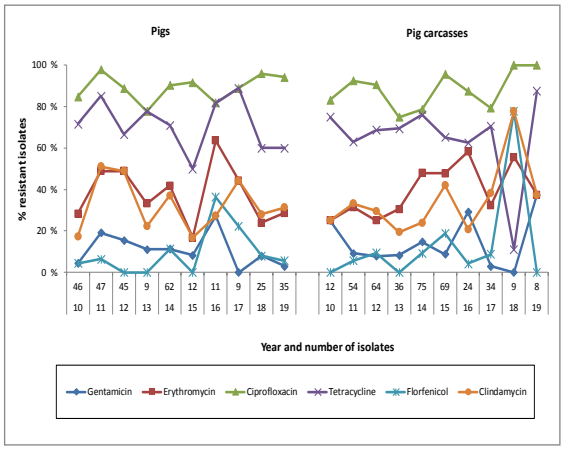
【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *C. jejuni/C. coli*의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

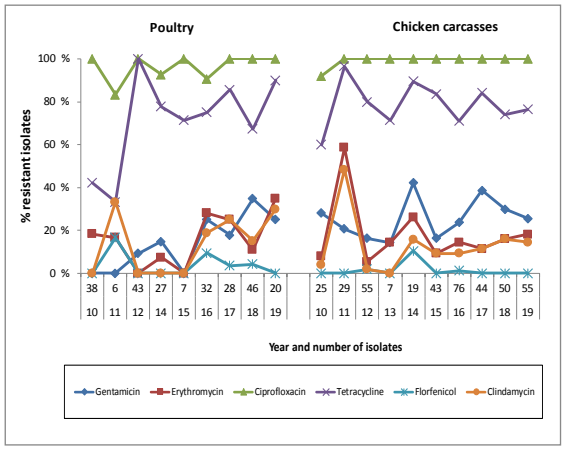
'10년부터'19년까지 가축 및 도축장 도체에서 분리한 *C. jejuni/C. coli*의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 연도별로 항생제 종류에 따라 다소 차이가 있었다. 닭 분변 및 닭 도체 유래 *C. jejuni*는 연도별로 내성률이 다소 차이가 있었으며, ciprofloxacin의 내성률은 모든 시료에서 지속적으로 높게 나타났으나 '18년에 비해 감소추세를 나타냈다. Tetracycline의 내성률은 '17년에 비해 '18년 이후 지속적으로 낮게 유지되었다(닭 분변 78%→33-36%, 닭 도체 61%→32-39%). 그 외 gentamicin, erythromycin, florfenicol, clindamycin의 내성률은 지속적으로 낮게 유지되었다. 그러나 *C. coli*의 내성률은 모든 시료에서 *C. jejuni*의 내성률보다 대체로 높게 나타났다. 모든 시료에서 ciprofloxacin과 tetracycline의 내성률은 지속적으로 높게 나타났다.

〈닭 분변 및 닭 도체 유래 *Campylobacter jejuni* 항생제 내성률〉



〈돼지 분변 & 돼지 도체, 닭 분변 & 닭 도체 유래 *Campylobacter coli* 항생제 내성률〉





3. *Staphylococcus aureus*

도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 355균주(소 도체 16균주, 돼지 도체 103균주, 닭 도체 214균주, 오리 도체 22균주)에 대해 17종 항생제에 대한 항생제 감수성 검사를 실시하였으며, 소 도체 유래 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 제외하였다. 항생제 감수성 검사 결과 시료별로 다소 차이가 있었다. MICs 분포를 조사 결과, MIC_{50}은 돼지 도체 유래 균주에서 penicillin 2(㎍/㎖)으로 닭과 오리 도체 0.125-0.25(㎍/㎖)에 비해 높았으며 닭 도체 유래 균주에서 tetracycline 16(㎍/㎖)로 돼지와 오리 도체의 0.5(㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다.

도체에서 분리한 *S. aureus* 균주에 대한 항생제 내성 조사 결과, 전반적으로 돼지 도체에서 내성률이 높게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성률이 77.7%로 가장 높았으며, tetracycline(44.7%), chloramphenicol (39.8%), clindamycin(32.0%) 순으로 높게 나타났다. 닭 도체 유래 균주에서는 tetracycline의 내성률이 53.3%로 가장 높았으며 penicillin(37.4%), ciprofloxacin(28.0%) 순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성률이 63.6%로 가장 높았으며, tetracycline (9.1%), trimethoprim (4.5%) 순으로 나타났으며, 그 외 항생제에 대한 내성은 확인되지 않았다. Linezolid 내성균주는 돼지 도체 유래 균주에서만 1주(1.0%) 확인되었다. Cefoxitin에 대한 내성은 돼지 도체 유래 균주에서 4주(3.9%)와 닭 도체 유래 균주에서 4주(1.9%)가 확인되었으며, 모두 *mecA* 유전자가 검출되어 최종적으로 methicillin 내성 *S. aureus*로 확인되었다. 모든 시료에서 mupirocin, rifampin, sulfamethoxazole, vancomycin 내성은 관찰되지 않았다.

도체 시료에서 분리한 *S. aureus*의 다제내성 양상을 살펴보면, 검사한 19종의 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 돼지 도체 유래 균주에서는 9.7%, 닭 도체 유래 균주에서는 26.2%, 오리 도체 유래 균주에서는 27.3%로 나타났다. 검사한 항생제 19종 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주가 돼지 도체 유래 균주에서 41.8%, 닭 도체 유래 균주의 25.7%로 나타났으나, 오리 도체 유래 균주에서는 다제내성균이 관찰되지 않았다. (Table 40-42).

Table 40. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)															
					≤0.016	0.03	0.06	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Cefoxitin	Pig	2 - 16	4	4								3.9	92.2		3.9					
	Chicken	2 - 16	4	4								13.1	85.0	0.5	1.4					
	Duck	2 - 4	4	4								9.1	90.9							
Chloramphenicol	Pig	4 - 64	4	64									55.3	4.9		23.3	16.5			
	Chicken	4 - 64	4	8									83.6	14.5		0.5	1.4			
	Duck	4 - 8	4	4									95.5	4.5						
Ciprofloxacin	Pig	0.25 - 8	0.25	8					68.9	1.0	1.9		3.9	24.3						
	Chicken	0.25 - 8	0.5	8					42.5	15.4	9.3	4.7	0.5	27.6						
	Duck	0.25 - 0.5	0.25	0.25					95.5	4.5										
Clindamycin	Pig	0.12 - 4	0.125	4				66.0	1.0	1.0			32.0							
	Chicken	0.12 - 4	0.125	4				86.0					14.0							
	Duck	0.12 - 0.12	0.125	0.125				100												
Erythromycin	Pig	0.25 - 8	0.25	8					64.1	4.9	1.0		1.9	28.2						
	Chicken	0.25 - 8	0.25	8					75.2	6.5	0.5		0.5	17.3						
	Duck	0.25 - 0.5	0.25	0.5					72.7	27.3										
Fusidic acid	Pig	0.5 - 4	0.5	0.5						99.0			1.0							
	Chicken	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
Gentamicin	Pig	1 - 16	1	16							65.0		7.8	6.8	20.4					
	Chicken	1 - 16	1	16							82.7		2.8	0.9	13.6					
	Duck	1 - 4	1	1							95.5		4.5							
Kanamycin	Pig	4 - 64	4	64									60.2	1.0	2.9	12.6	23.3			
	Chicken	4 - 64	4	64									82.2	0.5		2.8	14.5			
	Duck	4 - 16	4	4									95.5		4.5					
Linezolid	Pig	1 - 8	1	1							91.3	6.8	1.0	1.0						
	Chicken	1 - 2	1	1							98.6	1.4								
	Duck	1 - 2	1	1							95.5	4.5								
Mupirocin	Pig	0.5 - 1	0.5	0.5						99.0	1.0									
	Chicken	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
Penicillin	Pig	0.12 - 2	2	2				22.3	2.9		7.8	67.0								
	Chicken	0.12 - 2	0.125	2				62.6	3.3	4.2	7.5	22.4								
	Duck	0.12 - 2	0.25	0.5				36.4	31.8	22.7		9.1								
Quinupristin/ Dalfopristin	Pig	0.5 - 4	0.5	4						64.1	5.8	14.6	15.5							
	Chicken	0.5 - 1	0.5	1						86.4	13.6									
	Duck	0.5 - 1	0.5	0.5						95.5	4.5									
Rifampin	Pig	0.016 - 0.5	0.016	0.016	90.3				1.0	8.7										
	Chicken	0.016 - 0.5	0.016	0.5	86.4					13.6										
	Duck	0.016 - 0.5	0.016	0.016	90.9					9.1										
Streptomycin	Pig	4 - 32	4	32									66.0	7.8	1.0	25.2				
	Chicken	4 - 32	4	8									88.3	9.3		2.3				
	Duck	4 - 8	4	8									81.8	18.2						
Sulfamethoxazole	Pig	64 - 64	64	64													100			
	Chicken	64 - 128	64	64													99.5	0.5		
	Duck	64 - 64	64	64													100			
Tetracycline	Pig	0.5 - 16	0.5	16						55.3					44.7					
	Chicken	0.5 - 16	16	16						45.8				0.9	53.3					
	Duck	0.5 - 16	0.5	0.5						90.9					9.1					
Tiamulin	Pig	0.5 - 4	0.5	4						66.0	1.0		33.0							
	Chicken	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5 - 0.5	0.5	0.5						100										
Trimethoprim	Pig	2 - 32	2	32								75.7				24.3				
	Chicken	2 - 2	2	2								100								
	Duck	2 - 32	2	2								95.5				4.5				
Vancomycin	Pig	1 - 1	1	1							100									
	Chicken	1 - 2	1	2							86.0	14.0								
	Duck	1 - 2	1	2							77.3	22.7								

* pig carcasses(n=103), chicken carcasses(n=214), duck carcasses(n=22)

Table 41. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*			
	Pig carcasses (n=103)	Chicken carcasses (n=214)	Duck carcasses (n=22)	Total (n=339)
Cefoxitin	3.9(4)	1.9(4)	0(0)	2.4(8)
Chloramphenicol	39.8(41)	1.9(4)	0(0)	13.3(45)
Ciprofloxacin	28.2(29)	28.0(60)	0(0)	26.3(89)
Clindamycin	32.0(33)	14.0(30)	0(0)	18.6(63)
Erythromycin	28.2(29)	17.3(37)	0(0)	19.5(66)
Fusidate	1.0(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)
Gentamicin	20.4(21)	13.6(29)	0(0)	14.7(50)
Kanamycin	23.3(24)	14.5(31)	0(0)	16.2(55)
Linezolid	1.0(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)
Mupirocin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Penicillin	77.7(80)	37.4(80)	63.6(14)	51.3(174)
Quinupristin/Dalfopristin	15.5(16)	0(0)	0(0)	4.7(16)
Rifampin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	ND	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	44.7(46)	53.3(114)	9.1(2)	47.8(162)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	24.3(25)	0(0)	4.5(1)	7.7(26)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

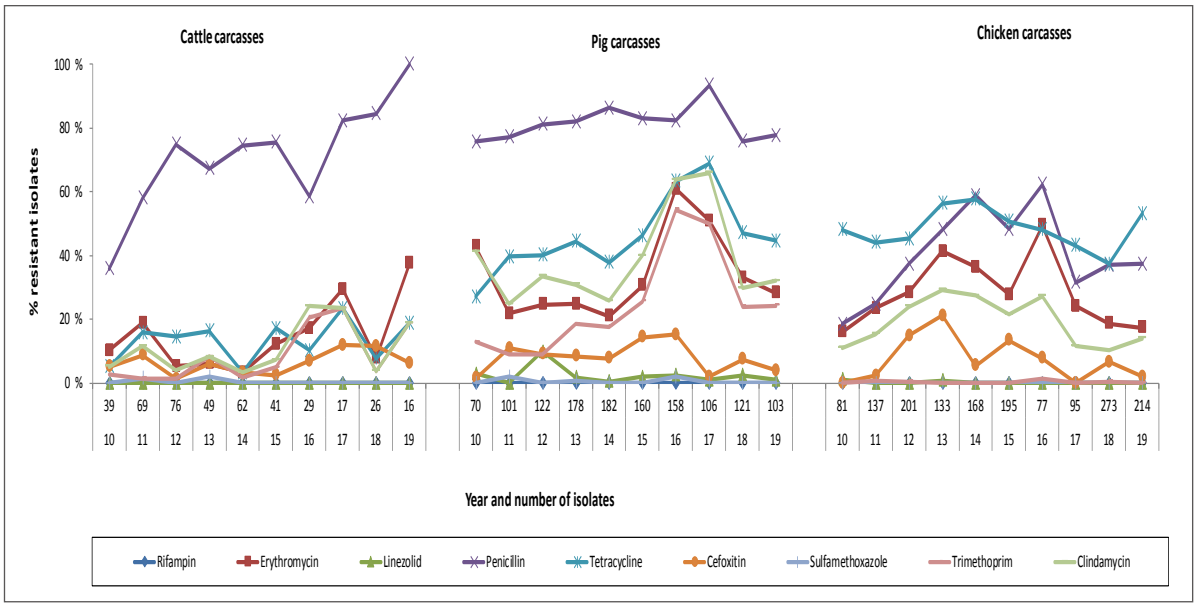
Table 42. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses (n=103)	Chicken carcasses (n=214)	Duck carcasses (n=22)	Total (n=339)
No resistance detected	9.7(10)	26.2(56)	27.3(6)	21.2(72)
Resistance 1 CLSI subclass	35.9(37)	29.9(64)	68.2(15)	34.2(116)
Resistance 2 CLSI subclasses	12.6(13)	18.2(39)	4.5(1)	15.6(53)
Resistance 3 CLSI subclasses	4.9(5)	14.0(30)	0(0)	10.3(35)
Resistance 4 CLSI subclasses	10.7(11)	1.9(4)	0(0)	4.4(15)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.9(4)	7.0(15)	0(0)	5.6(19)
Resistance 6 CLSI subclasses	3.9(4)	2.3(5)	0(0)	2.7(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.9(2)	0.5(1)	0(0)	0.9(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	6.8(7)	0(0)	0(0)	2.1(7)
Resistance 9 CLSI subclasses	6.8(7)	0(0)	0(0)	2.1(7)
Resistance 10 CLSI subclasses	2.9(3)	0(0)	0(0)	0.9(3)

【도축장 도체에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

'10년부터 '19년까지 도축장 도체에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 시료 종류에 따라 내성률의 차이가 있었으며 소 도체와 돼지 도체는 유사한 내성 경향을 보였으나 닭 도체는 다소 다른 내성 양상을 나타내었다. 소 도체 유래 균주에서는 cefoxitin을 제외한 대부분 항생제 내성률은 '18년에 비해 증가하는 경향을 보였다. 항생제별로 내성률을 비교한 결과('18년→'19년) penicillin(88→100%), erythromycin(8→38%), tetracycline(8→19%), trimethoprim과 clindamycin (4→19%)에서 크게 증가하였다. 돼지 도체 유래 균주에서는 대부분 항생제 내성률이 '18년과 유사한 수준으로 감소 추세를 유지하였다. 닭 도체 유래 균주에서는 항생제별로 다소 차이가 있었으며 cefoxitin을 제외하고 '18년에 비해 '19년에는 유사하거나 증가하는 추세를 보였다. 모든 시료에서 fusidate, linezolid, mupirocin, sulfamethoxazole, vancomycin의 내성은 검출되지 않거나 매우 낮게 유지하였다. Methicillin 내성을 검출하는 cefoxitin의 내성률을 '18년과 비교한 결과 소 도체(12%→6%), 돼지 도체(7→4%), 닭 도체(7%→2%)에서 모두 감소하였다.

〈도체 유래 황색포도알균의 항생제 내성률〉



제4장. 가축 병원성세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

시·도 시험도, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병에 이환된 가축에서 분리한 *E. coli* 149균주(소 33균주, 돼지 76균주, 닭 40균주)의 항생제 내성을 조사한 결과, 정상 가축에서 분리한 대장균과 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 대체로 높게 나타났다. MIC 분포 조사 결과, 축종별·항생제별로 다소 차이가 있었다. 항생제별로 MIC_{50}을 조사한 결과, 돼지 유래 균주에서는 chloramphenicol 64(㎍/㎖), gentamicin 4(㎍/㎖), streptomycin 64(㎍/㎖), trimethoprim/sulfamethoxazole 4(㎍/㎖)로 소와 닭 유래 균주보다 높게 나타났다. 돼지와 닭 유래 균주에서는 ampicillin 64(㎍/㎖), nalidixic acid 128(㎍/㎖), tetracycline 64(㎍/㎖)로 소 유래 균주에 비해 높게 나타났다.

질병 이환 가축에서 분리한 *E. coli*에 대한 항생제 내성률을 조사한 결과, 소 유래 균주에 비해 돼지와 닭 유래 균주의 항생제 내성률이 높게 나타났다. 축종별로는 소 유래 균주에서는 sulfisoxazole의 내성률이 60.6%로 가장 높았으며 streptomycin(48.5%), trimethoprim/sulfamethoxazole(39.4%), ampicillin, chloramphenicol, tetracycline(36.4%) 순으로 높았다. 돼지 유래 균주의 내성률도 sulfisoxazole이 85.5%로 가장 높았으며, chloramphenicol(76.3%), streptomycin(75.0%), ampicillin(73.7%) 등 16개 항생제 중 8개 항생제의 내성률이 50% 이상으로 높게 나타났다. 특히 질병 이환 돼지에서 분리한 균주의 ciprofloxacin 내성률은 53.9%로 정상 돼지 유래 균주(15.8%)에 비해 높게 나타났다. 닭 유래 균주의 내성률은 quinolones계 항생제인 nalidixic acid의 내성률이 87.5%로 가장 높았으며 ampicillin(75.0%), ciprofloxacin(60.0%), tetracycline(55.0%), streptomycin(45.0%) 순으로 높게 나타났다. Cephalosporin계 항생제 중 제3세대 cephalosporin인 ceftiofur의 내성률은 소에서 3.0%, 돼지에서 23.7%, 닭에서 12.5%로 돼지 유래 균주에서 높게 나타났으며 cefepime에 대한 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았다. Colistin 내성 균주는 돼지 유래 균주에서만 5.3% 확인되었다. Meropenem에 대한 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

검사균주에 대한 항생제 다제내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 유래 균주에서 39.4%, 돼지 유래 균주에서 6.6%, 닭 유래 균주에서 2.5%로, 대부분의 돼지와 닭 유래 균주는 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 유래 균주에서 57.6%, 돼지 유래 균주에서 88.0%, 닭에서 분리한 균주는 82.5%로, 닭과 돼지 유래 균주에서 다제내성균주의 비율이 높게 나타났다 (Table 43-45).

Table 43. 질병 이환 가축에서 분리된 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Cattle	2 - 32	8	8					9.1	36.4	45.5	6.1	3.0				
	Pigs	2 - 32	8	16					2.6	17.1	57.9	14.5	7.9				
	Poultry	2 - 32	8	16					5.0	32.5	50.0	10.0	2.5				
Ampicillin	Cattle	2 - 64	4	64					21.2	42.4				36.4			
	Pigs	2 - 64	64	64					6.6	17.1	1.3	1.3		73.7			
	Poultry	2 - 64	64	64					17.5	7.5				75.0			
Cefepime	Cattle	0.25 - 8	0.25	0.25		97.0					3.0						
	Pigs	0.25 - 8	0.25	4		78.9		1.3	3.9	7.9	7.9						
	Poultry	0.25 - 8	0.25	0.25		90.0		5.0		2.5	2.5						
Cefoxitin	Cattle	2 - 32	4	8					12.1	66.7	18.2		3.0				
	Pigs	2 - 32	4	8					7.9	50.0	32.9	1.3	7.9				
	Poultry	2 - 32	4	8					10.0	57.5	27.5	2.5	2.5				
Ceftazidime	Cattle	1 - 8	1	1				97.0			3.0						
	Pigs	1 - 16	1	8				82.9	2.6	1.3	7.9	5.3					
	Poultry	1 - 8	1	1				92.5	2.5	2.5	2.5						
Ceftiofur	Cattle	0.5 - 8	0.5	0.5			93.9		3.0		3.0						
	Pigs	0.5 - 8	0.5	8			69.7	3.9	1.3	1.3	23.7						
	Poultry	0.5 - 8	0.5	8			87.5				12.5						
Chloramphenicol	Cattle	2 - 64	8	64					3.0	24.2	36.4		18.2	18.2			
	Pigs	4 - 64	64	64						9.2	10.5	3.9	6.6	69.7			
	Poultry	4 - 64	8	64						45.0	17.5	2.5		35.0			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 - 8	0.125	0.125	93.9	3.0					3.0						
	Pigs	0.12 - 16	1	16	27.6	15.8	2.6	3.9	2.6	1.3	18.4	27.6					
	Poultry	0.12 - 16	2	8	12.5	17.5	10.0	7.5	5.0	5.0	32.5	10.0					
Colistin	Cattle	2 - 2	2	2					100								
	Pigs	2 - 8	2	2					94.7		5.3						
	Poultry	2 - 2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1 - 64	1	64				78.8	3.0		3.0		3.0	12.1			
	Pigs	1 - 64	4	64				43.4	5.3	1.3	6.6	21.1	3.9	18.4			
	Poultry	1 - 64	1	64				77.5			2.5		7.5	12.5			
Meropenem	Cattle	0.25 -0.25	0.25	0.25		100											
	Pigs	0.25-0.25	0.25	0.25		100											
	Poultry	0.25-0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2 - 128	2	4					87.9	6.1					6.1		
	Pigs	2 - 128	128	128					26.3	6.6	6.6	1.3	1.3		57.9		
	Poultry	2 - 128	128	128					7.5	2.5	2.5			17.5	70.0		
Streptomycin	Cattle	16 - 128	16	128								51.5	3.0	12.1	33.3		
	Pigs	16 - 128	64	128								25.0	15.8	10.5	48.7		
	Poultry	16 - 128	16	128								55.0	10.0	10.0	25.0		
Sulfisoxazole	Cattle	16 - 512	512	512								39.4					60.6
	Pigs	16 - 512	512	512								14.5					85.5
	Poultry	16 - 512	16	512								62.5					37.5
Tetracycline	Cattle	2 - 128	2	128					60.6	3.0				12.1	24.2		
	Pigs	2 - 128	64	128					36.8	5.3			5.3	17.1	35.5		
	Poultry	2 - 128	64	128					45.0			2.5		22.5	30.0		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12 - 4	0.125	4	54.5	6.1				39.4							
	Pigs	0.12 - 4	4	4	28.9	3.9	2.6			64.5							
	Poultry	0.12 - 4	0.125	4	67.5	7.5				25.0							

* cattle(n=33), pigs(n=76), poultry(n=40)

Table 44. 질병 이환 가축에서 분리된 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Cattle (n=33)	Pigs (n=76)	Poultry (n=40)	Total (n=149)
Amoxicillin/Clavulanic acid	3.0(1)	7.9(6)	2.5(1)	5.4(8)
Ampicillin	36.4(12)	73.7(56)	75.0(30)	65.8(98)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	3.0(1)	7.9(6)	2.5(1)	5.4(8)
Ceftazidime	0(0)	5.3(4)	0(0)	2.7(4)
Ceftiofur	3.0(1)	23.7(18)	12.5(5)	16.1(24)
Chloramphenicol	36.4(12)	76.3(58)	35.0(14)	56.4(84)
Ciprofloxacin	3.0(1)	53.9(41)	60.0(24)	44.3(66)
Colistin	0(0)	5.3(4)	0(0)	2.7(4)
Gentamicin	15.2(5)	43.4(33)	20.0(8)	30.9(46)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic Acid	6.1(2)	59.2(45)	87.5(35)	55.0(82)
Streptomycin	48.5(16)	75.0(57)	45.0(18)	61.1(91)
Sulfisoxazole	60.6(20)	85.5(65)	37.5(15)	67.1(100)
Tetracycline	36.4(12)	57.9(44)	55.0(22)	52.3(78)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	39.4(13)	64.5(49)	25.0(10)	48.3(72)

Table 45. 질병 이환 가축에서 분리된 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates			
	Cattle (n=33)	Pigs (n=76)	Poultry (n=40)	Total (n=149)
No resistance detected	39.4(13)	6.6(5)	2.5(1)	12.8(19)
Resistance 1 CLSI subclass	0(0)	0(0)	7.5(3)	2.0(3)
Resistance 2 CLSI subclasses	3.0(1)	5.3(4)	7.5(3)	5.4(8)
Resistance 3 CLSI subclasses	18.2(6)	11.8(9)	15.0(6)	14.1(21)
Resistance 4 CLSI subclasses	24.2(8)	7.9(6)	22.5(9)	15.4(23)
Resistance 5 CLSI subclasses	9.1(3)	11.8(9)	17.5(7)	12.8(19)
Resistance 6 CLSI subclasses	6.1(2)	17.1(13)	12.5(5)	13.4(20)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	28.9(22)	10.0(4)	17.4(26)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	5.3(4)	2.5(1)	3.4(5)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	1.3(1)	2.5(1)	1.3(2)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	3.9(3)	0(0)	2.0(3)

2. *Salmonella* spp.

시·도 시험도, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병에 이환된 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 81균주(돼지 11균주, 닭 47균주, 오리 23균주)에 대한 항생제감수성검사를 실시하였으며, 돼지 유래 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에서 제외하였다. 닭과 오리의 항생제 내성 양상은 유사하였으며 MIC_{50}은 모든 가축에서 naldidixic acid가 128(㎍/㎖)로 가장 높게 나타났다.

질병 이환 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 70주에 대한 항생제 내성률을 조사한 결과, nalidixic acid, gentamicin을 제외한 대부분의 항생제에 대해 오리 유래 균주가 닭 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 축종별로는 닭 유래 균주에서는 quinolones계 항생제인 nalidixic acid의 내성률이 72.3%로 가장 높았으며 ampcillin과 streptomycin(27.7%), sulfisoxazole(25.5%), tetracycline(10.6%) 순으로 나타났다. 오리 유래 균주의 내성률도 quinolones계 항생제인 nalidixic acid의 내성률이 52.2%로 가장 높았으며, 다음으로 streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline이 43.5%로 높게 나타났다. Cephalosporin계 항생제와 Meropenem에 대한 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

검사균주에 대한 다제 내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 닭 유래 균주에서는 19.1%, 오리 유래 균주에서는 34.8%로 나타났다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제 내성 균주는 닭에서 분리한 균주에서는 27.6%, 오리에서 분리한 균주에서는 43.4%로 오리 유래 균주에서 다제 내성균의 분포가 높게 나타났다(Table 46-48).

Table 46. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp.의 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Poultry	2 - 16	2	8					72.3	12.8	6.4	8.5					
	Ducks	2 - 16	2	8					60.9	13.0	17.4	8.7					
Ampicillin	Poultry	2 - 64	2	64					72.3					27.7			
	Duck	2 - 64	2	64					60.9					39.1			
Cefepime	Poultry	0.25 - 0.5	0.25	0.25		97.9	2.1										
	Ducks	0.25 - 0.5	0.25	0.25		95.7	4.3										
Cefoxitin	Poultry	2 - 8	4	4					25.5	68.1	6.4						
	Ducks	2 - 8	2	4					65.2	26.1	8.7						
Ceftazidime	Poultry	1 - 1	1	1				100									
	Ducks	1 - 1	1	1				100									
Ceftiofur	Poultry	1 - 2	1	1				97.9	2.1								
	Ducks	0.5 - 2	1	1			17.4	73.9	8.7								
Chloramphenicol	Poultry	4 - 64	8	8						42.6	55.3			2.1			
	Ducks	4 - 64	8	8						30.4	60.9			8.7			
Ciprofloxacin	Poultry	0.12 - 16	0.25	0.5	44.7	44.7	8.5					2.1					
	Ducks	0.12 - 8	0.125	0.5	60.9	17.4	17.4				4.3						
Colistin	Poultry	2 - 8	2	2					93.6	4.3	2.1						
	Ducks	2 - 8	2	8					69.6	17.4	13						
Gentamicin	Poultry	1 - 16	1	1				97.9				2.1					
	Ducks	1 - 1	1	1				100									
Meropenem	Poultry	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Poultry	4 - 128	128	128						19.1	4.3	4.3		2.1	70.2		
	Ducks	2 - 128	128	128					21.7	17.4		8.7			52.2		
Streptomycin	Poultry	16 - 128	16	128								72.3	2.1	2.1	23.4		
	Ducks	16 - 128	16	128								56.5	13.0		30.4		
Sulfisoxazole	Poultry	16 - 512	32	512								17.0	53.2	4.3			25.5
	Ducks	16 - 512	32	512								21.7	30.4	4.3			43.5
Tetracycline	Poultry	2 - 128	2	128					89.4						10.6		
	Ducks	2 - 128	2	128					56.5					30.4	13.0		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Poultry	0.12 - 1	0.125	0.25	80.9	17.0		2.1									
	Ducks	0.12 - 4	0.125	4	52.2	26.1			4.3	17.4							

* poultry(n=47), ducks(n=23)

Table 47. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Poultry (n=47)	Ducks (n=23)	Total (n=70)
Amoxicillin/Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	27.7(13)	39.1(9)	31.4(22)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	0(0)
Ceftazidime	0(0)	0(0)	0(0)
Ceftiofur	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	2.1(1)	8.7(2)	4.3(3)
Ciprofloxacin	2.1(1)	4.3(1)	2.9(2)
Colistin	6.4(3)	30.4(7)	14.3(10)
Gentamicin	2.1(1)	0(0)	1.4(1)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic Acid	72.3(34)	52.2(12)	65.7(46)
Streptomycin	27.7(13)	43.5(10)	32.9(23)
Sulfisoxazole	25.5(12)	43.5(10)	31.4(22)
Tetracycline	10.6(5)	43.5(10)	21.4(15)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	0(0)	17.4(4)	5.7(4)

Table 48. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates		
	Poultry (n=47)	Ducks (n=23)	Total (n=70)
No resistance detected	19.1(9)	34.8(8)	24.3(17)
Resistance 1 CLSI subclass	48.9(23)	17.4(4)	38.6(27)
Resistance 2 CLSI subclasses	4.3(2)	4.3(1)	4.3(3)
Resistance 3 CLSI subclasses	2.1(1)	8.7(2)	4.3(3)
Resistance 4 CLSI subclasses	21.3(10)	0(0)	14.3(10)
Resistance 5 CLSI subclasses	2.1(1)	0(0)	1.4(1)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	30.4(7)	10.0(7)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.1(1)	4.3(1)	2.9(2)

3. *Pasteurella multocida, Streptococcus suis, Actinobacillus pleuropneumoniae*

전국 9개 시·도 시험소 본소와 농림축산검역본부에 의뢰된 질병에 이환된 돼지의 호흡기 병변에서 분리된 *P. multocida* 48균주, *S. suis* 84균주, *A. pleuropneumoniae* 17주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 균종별·항생제별로 내성이 차이가 있었다.

P. multocida 48주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, oxytetracycline의 내성률이 25.0%로 가장 높았으며, 다음으로 florfenicol(18.8%), chlortetracycline(16.7%), streptomycin(10.4%) 순으로 내성률이 높았다. 그 외 항생제의 내성률은 10.0% 이하로 비교적 낮게 나타났다.

S. suis 84균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, *P. multocida*에 비해 전반적으로 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 tetracyclines 내성률(oxytetracycline 95.2%, chlortetracycline 94.0%)이 가장 높았으며, penicilliln(33.3%), enrofloxacin(29.8%), florfenicol(27.4%), trimethoprim/sulfamethoxazole (27.4%) 순으로 내성률이 높았다.

A. pleuropneumoniae 23균주(2019년 분리 균주 17, 2018년 분리 균주 6)에 대한 항생제감수성검사 결과, *P. multocida*에 비해 전반적으로 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 oxytetracycline의 내성률이 87.0%로 가장 높았으며, tilmicosin(73.9%), florfenicol(65.2%), tiamulin(60.9%)의 순으로 내성률이 높게 나타났다(Table 49-52).

Table 49. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida* (n=48) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25 - 16	0.25	0.5		89.6	2.1					8.3					
Ceftiofur	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Chlortetracycline	0.5 - 4	1	2			31.2	52.1	14.6	2.1							
Clindamycin	8 - 16	16	16							12.5	87.5					
Danofloxacin	0.12 - 1	0.125	0.25	87.5	4.2	2.1	6.2									
Enrofloxacin	0.12 - 2	0.125	0.25	87.5	6.2		4.2	2.1								
Florfenicol	0.25 - 8	0.5	8		41.7	37.5			2.1	18.8						
Gentamicin	1 - 16	2	16				25.0	43.8	20.8		10.4					
Neomycin	4 - 32	4	8						58.3	35.4		6.2				
Oxytetracycline	0.5 - 8	1	8			31.2	43.8	10.4		14.6						
Penicillin	0.12 - 8	0.125	0.5	85.4	4.2	2.1				8.3						
Spectinomycin	8 - 128	16	128							10.4	70.8	4.2	4.2	10.4		
Sulfadimethoxine	256 - 256	256	256												100	
Tiamulin	8 - 32	16	32							18.8	60.4	20.8				
Tilmicosin	4 - 8	4	8						81.2	18.8						
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2 - 4	2	2					97.9	2.1							
Tulathromycin	1 - 4	1	2				81.2	10.4	8.3							
Tylosin	8 - 32	16	32							16.7	68.8	14.6				

Table 50. 질병 이환 돼지에서 분리된 *S. suis* (n=84) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25 - 16	0.25	8		8.1	3.6	3.6		1.2	2.4	8.3					
Ceftiofur	0.25 - 8	0.5	8		42.9	14.3	11.9	8.3	7.1	15.5						
Chlortetracycline	0.5 - 8	8	8			6.0			1.2	92.9						
Clindamycin	0.25 - 16	16	16		2.4						97.6					
Danofloxacin	0.12 - 1	1	1	1.2	1.2	7.1	90.5									
Enrofloxacin	0.12 - 2	1	2	2.4	3.6	39.3	25.0	29.8								
Florfenicol	1 - 8	4	8				1.2	26.2	45.2	27.4						
Gentamicin	1 - 16	8	16				3.6	2.4	14.3	35.7	44.0					
Neomycin	4 - 32	32	32						6.0	3.6	22.6	67.9				
Oxytetracycline	1 - 8	8	8				4.8	1.2	1.2	92.9						
Penicillin	0.12 - 8	0.125	8	61.9	3.6	1.2	3.6	3.6	7.1	19.0						
Spectinomycin	8 - 64	32	64							8.3	7.1	38.1	46.4			
Sulfadimethoxine	256 - 256	256	256												100	
Tiamulin	0.5 - 32	4	32			9.5	8.3	22.6	19.0	2.4	1.2	36.9				
Tilmicosin	16 - 64	64	64								1.2	2.4	96.4			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2 - 4	2	4					72.6	27.4							
Tulathromycin	32 - 64	64	64									1.2	98.8			
Tylosin	1 - 32	32	32				2.4	1.2				96.4				

Table 51. 질병 이환 돼지에서 분리된 *A. pleuropneumoniae*(n=23) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25 - 16	0.25	8		82.6			4.3		8.7	4.3					
Ceftiofur	0.25 - 0.25	0.25	0.25		100											
Chlortetracycline	0.5 - 4	1	4			34.8	39.1	8.7	17.4							
Clindamycin	1 - 16	4	8				4.3	17.4	65.2	4.3	8.7					
Danofloxacin	0.12 - 1	1	1	4.5	9.1	13.6	72.7									
Enrofloxacin	0.12 - 2	0.5	1	13.0	4.3	60.9	13.0	8.7								
Florfenicol	0.25 - 8	8	8		26.1			8.7		65.2						
Gentamicin	4 - 16	8	16						8.7	52.2	39.1					
Neomycin	16 - 32	32	32								21.7	78.3				
Oxytetracycline	0.5 - 8	8	8			4.3	8.7		4.3	82.6						
Penicillin	0.12 - 8	0.125	8	78.3	4.3					17.4						
Spectinomycin	64 - 64	64	64										100			
Sulfadimethoxine	256 - 256	256	256												100	
Tiamulin	16 - 32	32	32								39.1	60.9				
Tilmicosin	16 - 64	32	64								26.1	47.8	26.1			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2 - 2	2	2					100								
Tulathromycin	32 - 128	128	128									17.4	26.1	56.5		
Tylosin	16 - 32	32	32								4.3	95.7				

Table 52. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida, S. suis, A. pleuropneumoniae* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*		
	P. multocida (n=48)	*S. suis* (n=84)	*A. pleuropneumoniae*** (n=23)
Ampicillin	8.3(4)	11.9(10)	17.4(4)
Ceftiofur	0(0)	15.5(13)	0(0)
Chlortetracycline	16.7(8)	94.0(79)	26.1(6)
Clindamycin	ND	ND	ND
Danofloxacin	ND	ND	ND
Enrofloxacin	6.3(3)	29.8(25)	21.7(5)
Florfenicol	18.8(9)	27.4(23)	65.2(15)
Gentamicin	ND	ND	ND
Neomycin	ND	ND	ND
Oxytetracycline	25.0(12)	95.2(80)	87.0(20)
Penicillin	8.3(4)	33.3(28)	ND
Spectinomycin	10.4(5)	ND	ND
Sulphadimethoxine	ND	ND	ND
Tiamulin	ND	ND	60.9(14)
Tilmicosin	0(0)	ND	73.9(17)
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	2.1(1)	27.4(23)	0(0)
Tulathromycin	0(0)	ND	ND
Tylosin	ND	ND	ND

* ND, Not determined

** Isolates in 2018 (n=6) and 2019 (n=17)

V. 반려동물 유래 세균의 항생제 내성(2019)

제1장. 대상세균 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

반려동물로부터 지표세균을 분리하기 위해 2019년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 정상 개, 고양이의 분변 시료를 채취하여 대장균과 장구균을 분리하였다. *E. coli*는 총 53개 병원의 292 분변 시료(개 217, 고양이 75)로부터 214 균주(개 155균주, 고양이 59균주)를 분리하였다. *E. faecium*은 총 62개 병원의 247개 분변 시료(개 177, 고양이 70)로부터 87균주(개 63균주, 고양이 24균주)를 분리하였다. *E. faecalis*는 총 67개 병원의 302 분변 시료(개 233, 고양이 69)로부터 136균주(개 112균주, 고양이 24균주)를 분리하였다(Table 53).

Table 53. 정상 반려동물의 분변으로부터 분리한 지표 세균

Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Escherichia coli	No. of hospitals	27	26	53
	No. of animals	217	75	292
	No. of samples	217	75	292
	No. of isolates	155	59	214
Enterococcus faecium	No. of hospitals	31	31	62
	No. of animals	177	70	247
	No. of samples	177	70	247
	No. of isolates	63	24	87
Enterococcus faecalis	No. of hospitals	38	29	67
	No. of animals	233	69	302
	No. of samples	233	69	302
	No. of isolates	112	24	136

2. 반려동물 병원성세균 분리

2019년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 질병에 이환된 반려동물로부터 시료를 채취하여 병원성세균 총 10종 2,045균주를 분리하였다.

설사분변에서는 총 638균주를 분리하였으며, 균종별로는 *E. coli*가 718시료(개 581, 고양이 137)로부터 517균주(개 414균주, 고양이 103균주), *Clostridium* spp.는 총 603시료(개 482, 고양이 121)로부터 119균주(개 99균주, 고양이 20균주), *Campylobacter* spp.는 총 599시료(개 478, 고양이 121) 중 개 시료 1균주, *Salmonella* spp.는 총 599시료(개 478, 고양이 121) 중 개 시료에서 1균주를 분리하였다.

피부 병변에서는 총 1,013균주를 분리하였으며, 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 1,448시료(개 1,258, 고양이 190)에서 814균주(개 742균주, 고양이 72균주), *Pseudomonas* spp.는 총 1,193시료(개 1,016, 고양이 177)에서 103균주(개 92균주, 고양이 11균주), *E. coli*는 총 1,163시료(개 991, 고양이 172)에서 72균주(개 68균주, 고양이 4균주), *Streptococcus* spp.는 총1,138시료(개 961, 고양이 177)에서 24균주(개 18균주, 고양이 6균주)를 분리하였다.

뇨 시료에서는 총 112균주를 분리하였으며, 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 135 시료(개 96, 고양이 39)에서 44균주 (개 32균주, 고양이 12균주), *E. coli*는 총 115시료(개 81, 고양이 34)에서 32균주(개 25균주, 고양이 7균주), *Proteus* spp.는 총 118시료(개 83, 고양이 35)에서 22균주(개 19균주, 고양이 3균주), *Streptococcus* spp.는 총 119시료(개 84, 고양이 35)에서 14균주(개 12균주, 고양이 2균주)를 분리하였다.

호흡기 병변에서는 총 114균주를 분리하였으며, 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 163시료(개 53, 고양이 110)에서 66균주(개 22균주, 고양이 44균주), *Enterobacteriaceae*는 총 161시료 (개 52, 고양이 109)에서 총 22균주(개 8균주, 고양이 14균주), *Pasteurella* spp.가 총 159시료(개 51, 고양이 108)에서 16균주(개 1균주, 고양이 15균주), *Streptococcus* spp.는 총 160시료(개 52, 고양이 108)에서 8균주(개 2균주, 고양이 6균주), *Bordetella* spp.는 총 160시료(개 51, 고양이 109)에서 고양이 시료에서만 2균주를 분리하였다.

생식기 병변에서는 총 168균주를 분리하였으며, 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 239시료(개 221, 고양이 18)에서 74균주(개 70균주, 고양이 4균주), *E. coli*가 총 250시료(개 231, 고양이 19)에서 60균주(개 54균주, 고양이 6균주), *Streptococcus* spp.는 총 238시료(개 220, 고양이 18)에서 개 시료에서 24균주, *Klebsiella* spp.는 총 232시료(개 214, 고양이 18)에서 10균주(개 9균주, 고양이 1균주)를 분리하였다(Table 54).

Table 54. 반려동물로부터 분리한 병원성 세균

Samples	Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Diarrhea	*Campylobacter* spp.	No. of hospitals	37	28	65
		No. of animals	474	119	593
		No. of samples	478	121	599
		No. of isolates	1	0	1
	Clostridium spp.	No. of hospitals	39	28	67
		No. of animals	478	119	597
		No. of samples	482	121	603
		No. of isolates	99	20	119
	Escherichia coli	No. of hospitals	47	33	80
		No. of animals	577	135	712
		No. of samples	581	137	718
		No. of isolates	414	103	517
	Salmonella spp.	No. of hospitals	37	28	65
		No. of animals	474	119	593
		No. of samples	478	121	599
		No. of isolates	1	0	1
	Others	No. of hospitals	32	27	59
		No. of animals	444	113	557
		No. of samples	448	115	563
		No. of isolates	121	30	151
Skin/Ear	*Escherichia coli*	No. of hospitals	52	31	83
		No. of animals	988	172	1,160
		No. of samples	991	172	1,163
		No. of isolates	68	4	72
	Pseudomonas spp.	No. of hospitals	54	32	86
		No. of animals	1,013	177	1,190
		No. of samples	1,016	177	1,193
		No. of isolates	92	11	103
	Staphylococcus spp.	No. of hospitals	63	40	103
		No. of animals	1,255	190	1,445
		No. of samples	1,258	190	1,448
		No. of isolates	742	72	814
	Streptococcus spp.	No. of hospitals	45	35	80
		No. of animals	958	177	1,135
		No. of samples	961	177	1,138
		No. of isolates	18	6	24
	Others	No. of hospitals	41	27	68
		No. of animals	617	146	763
		No. of samples	910	146	1,056
		No. of isolates	99	14	113

(*continued*)

Samples	Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Urine	*Escherichia coli*	No .of hospitals	27	16	43
		No. of animals	81	34	115
		No. of samples	81	34	115
		No. of isolates	25	7	32
	Proteus spp.	No. of hospitals	28	16	44
		No. of animals	83	35	118
		No. of samples	83	35	118
		No. of isolates	19	3	22
	Staphylococcus spp.	No. of hospitals	28	18	46
		No. of animals	96	39	135
		No. of samples	96	39	135
		No. of isolates	32	12	44
	Streptococcus spp.	No. of hospitals	26	16	42
		No. of animals	84	35	119
		No. of samples	84	35	119
		No. of isolates	12	2	14
	Others	No. of hospitals	22	14	36
		No. of animals	75	32	107
		No. of samples	75	32	107
		No. of isolates	17	2	19
Respiratory system	*Bordetella* spp.	No. of hospitals	16	22	38
		No. of animals	51	109	160
		No. of samples	51	109	160
		No. of isolates	0	2	2
	Enterobacteriaceae	No. of hospitals	17	22	39
		No. of animals	52	109	161
		No. of samples	52	109	161
		No. of isolates	8	14	22
	Pasteurella spp.	No. of hospitals	16	21	37
		No. of animals	51	108	159
		No. of samples	51	108	159
		No. of isolates	1	15	16
	Staphylococcus spp.	No. of hospitals	18	23	41
		No. of animals	53	110	163
		No. of samples	53	110	163
		No. of isolates	22	44	66
	Streptococcus spp.	No. of hospitals	17	21	38
		No. of animals	52	108	160
		No. of samples	52	108	160
		No. of isolates	2	6	8
	Others	No. of hospitals	14	19	33
		No. of animals	43	85	128
		No. of samples	43	85	128
		No. of isolates	13	8	21

(*continued*)

Samples	Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Genital organ	*Escherichia coli*	No. of hospitals	31	11	42
		No. of animals	231	19	250
		No. of samples	231	19	250
		No. of isolates	54	6	60
	Klebsiella spp.	No. of hospitals	27	10	37
		No. of animals	214	18	232
		No. of samples	214	18	232
		No. of isolates	9	1	10
	Staphylococcus spp.	No. of hospitals	29	10	39
		No. of animals	221	18	239
		No. of samples	221	18	239
		No. of isolates	70	4	74
	Streptococcus spp.	No. of hospitals	29	10	39
		No. of animals	220	18	238
		No. of samples	220	18	238
		No. of isolates	24	0	24
	Others	No. of hospitals	22	8	30
		No. of animals	138	13	151
		No. of samples	138	13	151
		No. of isolates	28	0	28

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

반려동물 정상 분변으로부터 분리한 *E. coli* 214균주(개 155균주, 고양이 59균주)의 항생제 내성 조사 결과, 항생제 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 개 유래 균주가 고양이 유래 균주보다 대체로 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 대체로 penicillins 계열 항생제 MIC가 높게 나타났으며 개 유래 균주의 MIC_{50}은 ampicillin 32(㎍/㎖), ticarcillin 64(㎍/㎖)로 고양이 유래 균주의 ampicillin 4(㎍/㎖), ticarcillin 8(㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 시료별 내성양상은 유사하였다. 두 시료 모두 ampicillin과 ticarcillin 항생제 내성률(개 57.4-55.5%, 고양이 27.1%)이 가장 높게 나타났다. 개 유래 대장균에서는 trimethoprim/sulfamethoxazole 30.3%, cefazolin, cefovecin, cefpodoxime 27.7%, ceftiofur 24.5%의 순으로 cephalosporin계 항생제에 대한 내성률이 높게 나타났다. Fluoroquinolones계 항생제인 enrofloxacin과 marbofloxacin 내성률도 25.8%로 나타났다. 고양이 유래 대장균에서도 trimethoprim/sulfamethoxazole 16.9%, cefazolin 11.9%, cefovecin, cefpodoxime, ceftiofur, doxycycline 10.2%의 순으로 나타났으며, chloramphenicol, ciprofloxacin, marbofloxacin의 내성률은 8.5%로 나타났다. Amikacin에 대한 내성은 개 유래 대장균 4균주(2.6%)에서 관찰되었으며, colistin과 imipenem에 대한 내성은 모든 대장균에서 관찰되지 않았다.

검사균주에 대한 다제내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개 유래 대장균의 36.8%, 고양이 유래 대장균의 71.2%에서 나타났다. 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 대장균의 41.3%, 고양이 유래 대장균에서 15.3%로 개 유래 대장균에서 다제내성균의 비율이 높게 관찰되었다 (Table 55-57).

Table 55. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도 (MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amikacin	Dogs	4 - 32	4	4							96.1	1.3		2.6			
	Cats	4 - 4	4	4							100						
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	4 - 32	8	32							31.6	44.5	10.3	13.5			
	Cats	4 - 32	4	16							66.1	23.7	1.7	8.5			
Ampicillin	Dogs	1 - 32	32	32					0.6	11.6	27.1	2.6	0.6	57.4			
	Cats	2 - 32	4	32						49.2	23.7			27.1			
Cefazolin	Dogs	4 - 32	4	32							66.5	5.2	0.6	27.7			
	Cats	4 - 32	4	32							86.4	1.7		11.9			
Cefovecin	Dogs	0.25 - 8	1	8			0.6	25.8	38.7	5.8	1.3	27.7					
	Cats	0.25 - 8	0.5	8			3.4	57.6	28.8			10.2					
Cefoxitin	Dogs	2 - 32	4	32						11.0	43.2	30.3	5.2	10.3			
	Cats	2 - 32	4	8						35.6	45.8	10.2		8.5			
Cefpodoxime	Dogs	2 - 16	2	16						71.6	0.6	0.6	27.1				
	Cats	2 - 16	2	16						89.8			10.2				
Ceftiofur	Dogs	0.25 - 8	0.5	8			8.4	52.9	11.0	3.2		24.5					
	Cats	0.25 - 8	0.5	8			35.6	50.8	1.7		1.7	10.2					
Chloramphenicol	Dogs	4 - 32	8	32							39.4	40.6	1.3	18.7			
	Cats	4 - 32	4	8							55.9	35.6		8.5			
Colistin	Dogs	0.25 - 1	0.5	0.5			10.3	89.0	0.6								
	Cats	0.25 - 1	0.5	0.5			16.9	76.3	6.8								
Doxycycline	Dogs	2 - 16	2	16						66.5	5.2	10.3	18.1				
	Cats	2 - 16	2	16						76.3	1.7	11.9	10.2				
Enrofloxacin	Dogs	0.25 - 4	0.25	4			60.6	8.4	5.2		25.8						
	Cats	0.25 - 4	0.25	2			81.4	6.8	1.7	1.7	8.5						
Gentamicin	Dogs	1 - 16	1	16					80.0	0.6			19.4				
	Cats	1 - 16	1	1					91.5	1.7			6.8				
Imipenem	Dogs	1 - 1	1	1					100								
	Cats	1 - 1	1	1					100								
Marbofloxacin	Dogs	0.25 - 4	0.25	4			54.8	16.8	1.9	0.6	25.8						
	Cats	0.25 - 4	0.25	2			79.7	8.5	1.7	1.7	8.5						
Ticarcillin	Dogs	8 - 64	64	64								40.0	4.5		55.5		
	Cats	8 - 64	8	64								72.9			27.1		
Ticarcillin/ Clavulanic acid	Dogs	8 - 128	16	128								43.9	16.8	17.4	10.3	11.6	
	Cats	8 - 128	8	32								74.6	6.8	11.9	5.1	1.7	
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Dogs	0.5 - 4	0.5	4				65.2	1.9	2.6	30.3						
	Cats	0.5 - 4	0.5	4				81.4	1.7		16.9						

* dogs(n=155), cats(n=59)

Table 56. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=155)	Cats (n=59)	Total (n=214)
Amikacin	2.6(4)	0(0)	1.9(4)
Amoxicillin/Clavulanic acid	13.5(21)	8.5(5)	12.1(26)
Ampicillin	57.4(89)	27.1(16)	49.1(105)
Cefazolin	27.7(43)	11.9(7)	23.4(50)
Cefovecin	27.7(43)	10.2(6)	22.9(49)
Cefoxitin	10.3(16)	8.5(5)	9.8(21)
Cefpodoxime	27.7(43)	10.2(6)	22.9(49)
Ceftiofur	24.5(38)	10.2(6)	20.6(44)
Chloramphenicol	18.7(29)	8.5(5)	15.9(34)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)
Doxycycline	18.1(28)	10.2(6)	15.9(34)
Enrofloxacin	25.8(40)	8.5(5)	21.0(45)
Gentamicin	19.4(30)	6.8(4)	15.9(34)
Imipenem	0(0)	0(0)	0(0)
Marbofloxacin	25.8(40)	8.5(5)	21.0(45)
Ticarcillin	55.5(86)	27.1(16)	47.7(102)
Ticarcillin/Clavulanic acid	11.6(18)	1.7(1)	8.9(19)
Trimethoprim/Sulphamethoxazole	30.3(47)	16.9(10)	26.6(57)

Table 57. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=155)	Cats (n=59)	Total (n=214)
No resistance detected	36.8(57)	71.2(42)	46.3(99)
Resistance 1 CLSI subclass	10.3(16)	6.8(4)	9.3(20)
Resistance 2 CLSI subclasses	11.6(18)	6.8(4)	10.3(22)
Resistance 3 CLSI subclasses	4.5(7)	1.7(1)	3.7(8)
Resistance 4 CLSI subclasses	7.7(12)	0(0)	5.6(12)
Resistance 5 CLSI subclasses	7.1(11)	5.1(3)	6.5(14)
Resistance 6 CLSI subclasses	9.0(14)	0(0)	6.5(14)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.9(3)	1.7(1)	1.9(4)
Resistance 8 CLSI subclasses	3.9(6)	1.7(1)	3.3(7)
Resistance 9 CLSI subclasses	4.5(7)	0(0)	3.3(7)
Resistance 10 CLSI subclasses	1.9(3)	5.1(3)	2.8(6)
Resistance 11 CLSI subclasses	0.6(1)	0(0)	0.5(1)

2. *Enterococcus faecium*

반려동물 정상 분변에서 분리한 *E. faecaium* 85균주(개 61균주, 고양이 24균주)에 대해 총 16종의 항생제에 대해 감수성 검사를 실시한 결과 전반적으로 가축 양상과 유사하였다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 고양이와 개의 MIC은 대체로 유사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 개 유래 균주에서 tetracycline 32 (㎍/㎖)로 고양이 유래 균주의 2 (㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제의 MIC_{50}은 linezolid 2(㎍/㎖), tigecycline 0.25 (㎍/㎖), vancomycin 2(㎍/㎖)로 모든 시료에서 낮게 나타났다.

반려동물의 내성률을 비교한 결과, 개와 고양이 내성률은 유사한 양상을 보였다. 개 유래 균주에서는 tetracycline의 내성률이 60.7%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ciprofloxacin(59.0%), erythromycin(54.1%), tylosin(32.8%), kanamycin(31.1%), ampicillin(29.5%), streptomycin(26.2%) 순으로 높은 내성률을 보였다. 고양이 유래 균주에서는 ciprofloxacin의 내성률이 58.3%로 가장 높았으며, tetracycline(50.0%), ampicillin(41.7%), erythromycin(33.3%), kanamycin과 tylosin(29.2%), gentamicin과 streptomycin(25.0%)의 순으로 내성률을 나타내었다. Phenicols계 항생제인 chloramphenicol과 florfenicol에 대한 내성은 개 유래 균주에서 각각 16.9%, 13.1%로 나타났으며, 고양이 유래 균주에서는 내성이 확인되지 않았다. 모든 축종에서 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 vancomycin, linezolid의 내성은 관찰되지 않았으며 daptomycin의 내성은 개 유래 균주 중 3주(4.9%), 고양이 유래 균주 중 2주 (8.3%)에서 확인되었다.

반려동물 분변에서 분리된 *E. faecium*의 내성양상을 조사한 결과, 개에서 분리한 균주는 6.6%, 고양이에서는 25.0%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 12개의 subclass 중 3계열 이상의 subclasses에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 개 유래 균주에서는 42.6%, 고양이에서 분리한 균주에서는 37.5%로 나타났다(Table 58-60).

Table 58. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖) *														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Dogs	1 - 16	2	16				41.0	23.0	3.3	3.3	29.5							
	Cats	1 - 16	1	16				50.0	8.3			41.7							
Chloramphenicol	Dogs	2 - 32	8	32					4.9	31.1	50.8		13.1						
	Cats	2 - 8	8	8					4.2	41.7	54.2								
Ciprofloxacin	Dogs	0.5 - 16	4	16			6.6	18.0	16.4	26.2	9.8	23.0							
	Cats	0.25 - 16	4	16		4.2	8.3	16.7	12.5	8.3	8.3	41.7							
Daptomycin	Dogs	1 - 8	4	4				1.6	14.8	78.7	4.9								
	Cats	0.5 - 8	4	4			4.2		16.7	70.8	8.3								
Erythromycin	Dogs	1 - 64	8	64				13.1	11.5	21.3	19.7	1.6	1.6	31.1					
	Cats	1 - 64	4	64				16.7	25.0	25.0	4.2			29.2					
Florfenicol	Dogs	2 - 32	4	4					27.9	65.6			6.6						
	Cats	2 - 4	2	4					50.0	50.0									
Gentamicin	Dogs	128 - 2048	128	1024											88.5			3.3	8.2
	Cats	128 - 2048	128	2048											75.0				25.0
Kanamycin	Dogs	128 - 2048	128	2048											54.1	14.8		1.6	29.5
	Cats	128 - 2048	256	2048											37.5	29.2	4.2		29.2
Linezolid	Dogs	1 - 4	2	2				14.8	75.4	9.8									
	Cats	1 - 4	2	2				25.0	70.8	4.2									
Quinupristin. dalfopristin	Dogs	1 - 16	2	4				45.9	39.3	13.1		1.6							
	Cats	1 - 2	2	2				41.7	58.3										
Salinomycin	Dogs	2 - 8	2	2					96.7		3.3								
	Cats	2 - 2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128 - 2048	128	2048											63.9	4.9	4.9	3.3	23.0
	Cats	128 - 2048	128	2048											70.8	4.2			25.0
Tetracycline	Dogs	2 - 128	32	128					39.3			8.2	9.8	18.0	24.6				
	Cats	2 - 128	2	128					50.0			4.2	4.2	12.5	29.2				
Tigecycline	Dogs	0.12 - 0.5	0.25	0.5	16.4	72.1	11.5												
	Cats	0.12 - 0.5	0.25	0.25	37.5	54.2	8.3												
Tylosin	Dogs	1 - 64	4	64				4.9	31.1	19.7	9.8	1.6		32.8					
	Cats	1 - 64	4	64				4.2	33.3	25	8.3			29.2					
Vancomycin	Dogs	2 - 2	2	2					100										
	Cats	2 - 2	2	2					100										

* dogs(n=61), cats(n=24)

Table 59. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=61)	Cats (n=24)	Total (n=85)
Ampicillin	29.5(18)	41.7(10)	32.9(28)
Chloramphenicol	13.1(8)	0(0)	9.4(8)
Ciprofloxacin	59.0(36)	58.3(14)	58.8(50)
Daptomycin	4.9(3)	8.3(2)	5.9(5)
Erythromycin	54.1(33)	33.3(8)	48.2(41)
Florfenicol	6.6(4)	0(0)	4.7(4)
Gentamicin	11.5(7)	25.0(6)	15.3(13)
Kanamycin	31.1(19)	29.2(7)	30.6(26)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)
Quinupristin/Dalfopristin	14.8(9)	0(0)	10.6(9)
Salinomycin	3.3(2)	0(0)	2.4(2)
Streptomycin	26.2(16)	25.0(6)	25.9(22)
Tetracycline	60.7(37)	50.0(12)	57.6(49)
Tigecycline	11.5(7)	8.3(2)	10.6(9)
Tylosin	32.8(20)	29.2(7)	31.8(27)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)

Table 60. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=61)	Cats (n=24)	Total (n=85)
No resistance detected	6.6(4)	25.0(6)	11.8(10)
Resistance 1 CLSI subclass	27.9(17)	20.8(5)	25.9(22)
Resistance 2 CLSI subclasses	23.0(14)	16.7(4)	21.2(18)
Resistance 3 CLSI subclasses	4.9(3)	0(0)	3.5(3)
Resistance 4 CLSI subclasses	9.8(6)	16.7(4)	11.8(10)
Resistance 5 CLSI subclasses	16.4(10)	20.8(5)	17.6(15)
Resistance 6 CLSI subclasses	4.9(3)	0(0)	3.5(3)
Resistance 7 CLSI subclasses	6.6(4)	0(0)	4.7(4)

3. *Enterococcus faecalis*

반려동물 정상 분변에서 분리한 *E. faecalis* 138균주(개 114균주, 고양이 24균주)에 대해 총 16종의 항생제 감수성 검사 결과, 전반적으로 가축의 내성률과 유사한 양상을 보였다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 MIC 분포는 대체로 유사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 개 유래 균주의 erythromycin 32㎍/㎖, tylosin 32 ㎍/㎖로 나타났으며 고양이 유래 균주는 erythromycin 2㎍/㎖, tylosin 4㎍/㎖로 개 유래 균주에서 높게 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제의 MIC_{50}은 daptomycin 2㎍/㎖, linezolid 2㎍/㎖, tigecycline 0.25㎍/㎖, vancomycin 2㎍/㎖로 모든 시료에서 낮게 나타났다.

축종별로 내성률을 비교한 결과, 대체로 유사한 양상을 보였다. Tetracycline 내성률은 개 유래 균주에서 75.4%, 고양이 유래 균주 66.7%로 두 축종에서 가장 높게 나타났다. 개 유래 균주는 erythromycin, tylosin(51.8%), kanamycin(41.2%), streptomycin(27.2%), chloramphenicol(25.4%) 순으로 높은 내성률을 보였다. 고양이 유래 균주에서는 tylosin(41.7%), erythromycin과 kanamycin(37.5%), chloramphenicol, gentamicin, streptomycin (29.2%)의 순으로 내성률을 나타내었다. Fluoroquinolones계 항생제인 ciprofloxacin 내성률은 개 4.4%, 고양이 8.3%로 확인되었다. 모든 축종에서 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 ampicillin과 vancomycin, linezolid의 내성은 관찰되지 않았으며 daptomycin의 내성은 개 유래 2 균주(1.8%)에서 확인되었다.

반려동물 분변에서 분리된 *E. faecalis*의 내성양상을 조사한 결과, 개에서 분리한 균주는 14.0%, 고양이에서는 33.3%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 감수성 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 균주에서 46.5%, 고양이에서 분리한 균주에서 50.1%로 나타났다(Table 61-63).

Table 61. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖) *														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Dogs	1 - 2	1	1				96.5	3.5										
	Cats	1 - 2	1	1				95.8	4.2										
Chloramphenicol	Dogs	4 - 32	8	32						20.2	53.5	0.9	25.4						
	Cats	4 - 32	8	32						12.5	58.3		29.2						
Ciprofloxacin	Dogs	0.5 - 16	1	2			5.3	52.6	37.7	1.8		2.6							
	Cats	0.25 - 16	2	2		4.2		41.7	45.8		4.2	4.2							
Daptomycin	Dogs	0.5 - 8	2	4			2.6	21.9	57.9	15.8	1.8								
	Cats	0.5 - 4	2	4			4.2		79.2	16.7									
Erythromycin	Dogs	1 - 64	32	64				25.4	20.2	2.6		0.9	0.9	50.0					
	Cats	1 - 64	2	64				12.5	37.5	12.5				37.5					
Florfenicol	Dogs	2 - 32	4	4					44.7	54.4			0.9						
	Cats	2 - 32	4	4					33.3	62.5			4.2						
Gentamicin	Dogs	128 - 2048	128	2048											73.7	1.8		5.3	19.3
	Cats	128 - 2048	128	2048											66.7	4.2		8.3	20.8
Kanamycin	Dogs	128 - 2048	256	2048											41.2	17.5			41.2
	Cats	128 - 2048	128	2048											54.2	8.3			37.5
Linezolid	Dogs	1 - 2	2	2				24.6	75.4										
	Cats	1 - 4	2	2				12.5	83.3	4.2									
Salinomycin	Dogs	2 - 2	2	2					100										
	Cats	2 - 2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128 - 2048	128	2048											70.2	2.6			27.2
	Cats	128 - 2048	128	2048											70.8				29.2
Tetracycline	Dogs	2 - 128	64	128					24.6				4.4	50.0	21.1				
	Cats	2 - 128	64	128					33.3					37.5	29.2				
Tigecycline	Dogs	0.12 - 0.5	0.25	0.5	11.4	65.8	22.8												
	Cats	0.12 - 0.5	0.25	0.5	16.7	66.7	16.7												
Tylosin	Dogs	1 - 64	32	64				4.4	38.6	5.3			1.8	50.0					
	Cats	2 - 64	4	64					41.7	16.7				41.7					
Vancomycin	Dogs	2 - 2	2	2					100										
	Cats	2 - 2	2	2					100										

* dogs(n=114), cats(n=24)

Table 62. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=114)	Cats (n=24)	Total (n=138)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	25.4(29)	29.2(7)	26.1(36)
Ciprofloxacin	4.4(5)	8.3(2)	5.1(7)
Daptomycin	1.8(2)	0(0)	1.4(2)
Erythromycin	51.8(59)	37.5(9)	49.3(68)
Florfenicol	0.9(1)	4.2(1)	1.4(2)
Gentamicin	24.6(28)	29.2(7)	25.4(35)
Kanamycin	41.2(47)	37.5(9)	40.6(56)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	27.2(31)	29.2(7)	27.5(38)
Tetracycline	75.4(86)	66.7(16)	73.9(102)
Tigecycline	22.8(26)	16.7(4)	21.7(30)
Tylosin	51.8(59)	41.7(10)	50.0(69)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)

Table 63. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=114)	Cats (n=24)	Total (n=138)
No resistance detected	14.0(16)	33.3(8)	17.4(24)
Resistance 1 CLSI subclass	22.8(26)	8.3(2)	20.3(28)
Resistance 2 CLSI subclasses	16.7(19)	8.3(2)	15.2(21)
Resistance 3 CLSI subclasses	21.9(25)	29.2(7)	23.2(32)
Resistance 4 CLSI subclasses	19.3(22)	16.7(4)	18.8(26)
Resistance 5 CLSI subclasses	5.3(6)	4.2(1)	5.1(7)

제3장. 반려동물 병원성세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

질병에 이환된 개 임상시료에서 분리한 *E. coli* 507균주(설사분변 414균주, 뇨 25균주, 피부/귀 68균주)와 고양이의 설사분변으로부터 분리한 *E. coli* 103균주의 항생제 내성을 조사한 결과, 개 뇨에서 분리된 균주들의 내성률이 다른 시료에서 분리된 균주에 비해 대체로 높게 확인되었다. 항생제별 MIC_{50}은 뇨 유래와 피부/귀 유래 균주의 ampicillin (32㎍/㎖), ticarcillin(64㎍/㎖)이 다른 시료 유래 균주의 4-8(㎍/㎖), 8-16(㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다.

개에서 분리한 *E. coli* 중 설사분변(414균주)과 뇨(25균주)에서 분리한 439균주와 고양이 설사분변에서 분리한 103균주에 대해 항생제 내성률을 조사한 결과, 시료별 내성양상은 유사하였으나, 개 유래 대장균의 내성률이 비교적 높았다. 개 설사분변 유래 대장균의 내성률을 살펴보면 ticarcillin(48.1%), ampicillin(47.1%)의 내성률이 가장 높았으며, 고양이 설사분변 유래 대장균에서도 ticarcillin(31.1%), ampicillin(30.1%)로 가장 높은 내성률을 나타냈다. Cephalosporin계 항생제에 대한 내성률은 개 설사분변 유래 균주에서 다소 높게 나타났으며 항생제별 내성률은 cefazolin 20.8%, cefpodoxime 19.3%, cefovecin 18.8%, ceftiofur 18.4%, cefoxitin 10.1%로 나타났다. 고양이 설사분변 유래 대장균에서는 cefazolin 11.7%, cefpodoxime 10.7%, cefovecin 9.7%, ceftiofur 7.8%, cefoxitin 5.8%로 개 유래 균주보다는 내성률이 낮았다. 개 뇨 유래 대장균에서는 fluoroquinolnes계 항생제인 enrofloxacin과 marbofloxacin에 대한 내성률이 32.0%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 cephalosporin계 항생제인 cefazolin, cefovecin, cefpodoxime의 내성률이 28.0%, trimethoprim/sulfamethoxazole의 내성률이 24.0%로 높게 나타났다. 개 설사 유래 균주에서 인의분야에서 중요하게 사용되는 imipenem 내성 균주가 4균주(1.0%), colistin 내성 균주가 1균주(0.2%) 확인되었다.

검사균주에 대한 내성양상을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개 설사분변 유래 균주 43.2%, 개 뇨 유래 균주 36.0%, 고양이 설사분변 유래 균주에서 64.1%로 나타났다. 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 설사분변 유래 균주의 35.0%, 개 뇨 유래 균주의 28.0%, 고양이 설사분변 유래 균주의 22.3%에서 확인되었다(Table 64-66).

Table 64. 질병이환 개와 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*		MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
						≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amikacin	Dogs	Diarrhea	4 - 32	4	4							96.1	1.7		2.2			
		Urine	4 - 8	4	4							96.0	4.0					
		Skin/ear	4 - 32	4	4							92.6	5.9		1.5			
		Genital	4 - 8	4	4							98.1	1.9					
	Cats	Diarrhea	4 - 8	4	4							98.1	1.9					
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	Diarrhea	4 - 32	8	32							42.5	39.1	7.2	11.1			
		Urine	4 - 32	8	32							20.0	48.0	16.0	16.0			
		Skin/ear	4 - 32	8	32							39.7	29.4	14.7	16.2			
		Genital	4 - 32	4	16							50.0	38.9	9.3	1.9			
	Cats	Diarrhea	4 - 32	4	16							67.0	20.4	2.9	9.7			
Ampicillin	Dogs	Diarrhea	1 - 32	8	32					0.7	22.2	25.4	3.4	1.2	47.1			
		Urine	2 - 32	32	32						12.0	24.0	4.0		60.0			
		Skin/ear	0.5 - 32	32	32				2.9	1.5	14.7	22.1			58.8			
		Genital	2 - 32	4	32						11.1	42.6	3.7	1.9	40.7			
	Cats	Diarrhea	1 - 32	4	32					2.9	38.8	24.3	2.9	1.0	30.1			
Cefazolin	Dogs	Diarrhea	4 - 32	4	32							73.7	3.9	1.7	20.8			
		Urine	4 - 32	4	32							60.0	8.0	4.0	28.0			
		Skin/ear	4 - 32	4	32							60.3	7.4	1.5	30.9			
		Genital	4 - 32	4	16							88.9		3.7	7.4			
	Cats	Diarrhea	4 - 32	4	32							82.5	3.9	1.9	11.7			
Cefovecin	Dogs	Diarrhea	0.25 - 8	1	8			2.7	37.0	35.7	4.6	1.2	18.8					
		Urine	0.5 - 8	2	8				24.0	24.0	24.0		28.0					
		Skin/ear	0.25 - 8	1	8			5.9	25.0	30.9	4.4	4.4	29.4					
		Genital	0.5 - 8	1	2				29.6	57.4	5.6	3.7	3.7					
	Cats	Diarrhea	0.25 - 8	0.5	2			2.9	50.5	31.1	5.8		9.7					
Cefoxitin	Dogs	Diarrhea	2 - 32	4	32						13.8	51.4	19.6	5.1	10.1			
		Urine	2 - 32	4	32						12.0	40.0	24.0	8.0	16.0			
		Skin/ear	2 - 32	4	16						22.1	47.1	19.1	2.9	8.8			
		Genital	2 - 32	4	8						9.3	68.5	14.8	3.7	3.7			
	Cats	Diarrhea	2 - 32	4	16						30.1	47.6	10.7	5.8	5.8			
Cefpodoxime	Dogs	Diarrhea	2 - 16	2	16						80.2	0.5	0.2	19.1				
		Urine	2 - 16	2	16						68.0	4.0		28.0				
		Skin/ear	2 - 16	2	16						70.6		1.5	27.9				
		Genital	2 - 16	2	2						94.4		1.9	3.7				
	Cats	Diarrhea	2 - 16	2	8						89.3		1.0	9.7				
Ceftiofur	Dogs	Diarrhea	0.25 - 8	0.5	8			15.7	54.3	8.9	1.4	1.2	18.4					
		Urine	0.25 - 8	1	8			16.0	32.0	24.0			28.0					
		Skin/ear	0.25 - 8	0.5	8			17.6	41.2	10.3	2.9	1.5	26.5					
		Genital	0.25 - 8	0.5	1			9.3	72.2	13	1.9		3.7					
	Cats	Diarrhea	0.25 - 8	0.5	1			36.9	48.5	5.8	1.0		7.8					
Chloramphenicol	Dogs	Diarrhea	4 - 32	8	32							39.6	42.5	2.2	15.7			
		Urine	4 - 32	8	8							48.0	44.0		8.0			
		Skin/ear	4 - 32	8	16							39.7	48.5	4.4	7.4			
		Genital	4 - 32	8	16							27.8	59.3	3.7	9.3			
	Cats	Diarrhea	4 - 32	8	16							49.5	39.8	1.9	8.7			
Colistin	Dogs	Diarrhea	0.12-8	0.5	0.5		0.2	5.3	94	0.2			0.2					
		Urine	0.25-0.5	0.5	0.5			28.0	72.0									
		Skin/ear	0.25-0.5	0.5	0.5			14.7	85.3									
		Genital	0.25-0.5	0.5	0.5			24.1	75.9									
	Cats	Diarrhea	0.25-0.5	0.5	0.5			1.0	99.0									
Doxycycline	Dogs	Diarrhea	2 - 16	2	16						62.8	3.9	15.9	17.4				
		Urine	2 - 16	2	16						56.0	8.0	24.0	12.0				
		Skin/ear	2 - 16	2	16						50.0	2.9	22.1	25.0				
		Genital	2 - 16	2	16						64.8	5.6	5.6	24.1				
	Cats	Diarrhea	2 - 16	2	16						77.7	1.0	6.8	14.6				

(*continued*)

Antimicrobials	Samples*		MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
						≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Enrofloxacin	Dogs	Diarrhea	0.25 - 4	0.25	4			67.9	6.8	4.1	0.5	20.8						
		Urine	0.25 - 4	0.5	4			48.0	8.0	8.0	4.0	32.0						
		Skin/ear	0.25 - 4	0.25	4			52.9	10.3	4.4	2.9	29.4						
		Genital	0.25 - 4	0.25	4			68.5	13.0	3.7	1.9	13.0						
	Cats	Diarrhea	0.25 - 4	0.25	4			83.5	4.9	1.0		10.7						
Gentamicin	Dogs	Diarrhea	1 - 16	1	16					79.5	1.9	0.2	0.5	17.9				
		Urine	1 - 16	1	16					76.0	4.0	4.0		16.0				
		Skin/ear	1 - 16	1	16					70.6	2.9			26.5				
		Genital	1 - 16	1	16					77.8	5.6			16.7				
	Cats	Diarrhea	1 - 16	1	16					85.4	3.9			10.7				
Imipenem	Dogs	Diarrhea	1 - 8	1	1					99.0		0.2	0.7					
		Urine	1 - 1	1	1					100								
		Skin/ear	1 - 1	1	1					100								
		Genital	1 - 1	1	1					100								
	Cats	Diarrhea	1 - 2	1	1					99.0	1.0							
Marbofloxacin	Dogs	Diarrhea	0.25 - 4	0.25	4			65.2	10.9	3.1		20.8						
		Urine	0.25 - 4	0.5	4			44.0	12.0	12.0		32.0						
		Skin/ear	0.25 - 4	0.5	4			47.1	16.2	5.9	1.5	29.4						
		Genital	0.25 - 4	0.25	4			59.3	22.2	5.6		13.0						
	Cats	Diarrhea	0.25 - 4	0.25	4			80.6	7.8	1.0		10.7						
Ticarcillin	Dogs	Diarrhea	8 - 64	16	64								49.5	2.4	1.4	46.6		
		Urine	8 - 64	64	64								32.0	12.0		56.0		
		Skin/ear	8 - 64	64	64								39.7	1.5		58.8		
		Genital	8 - 64	8	64								53.7	5.6		40.7		
	Cats	Diarrhea	8 - 64	8	64								62.1	6.8	1.9	29.1		
Ticarcillin/ Clavulanic acid	Dogs	Diarrhea	8 - 128	8	64								56.3	15.2	12.3	9.4	6.8	
		Urine	8 - 128	16	128								44.0	12.0	12.0	16.0	16.0	
		Skin/ear	8 - 128	16	128								44.1	11.8	11.8	14.7	17.6	
		Genital	8 - 128	8	64								61.1	18.5	9.3	3.7	7.4	
	Cats	Diarrhea	8 - 128	8	32								72.8	11.7	5.8	3.9	5.8	
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Dogs	Diarrhea	0.5 - 4	0.5	4				69.8	1.2	1.0	28.0						
		Urine	0.5 - 4	0.5	4				72.0	4.0		24.0						
		Skin/ear	0.5 - 4	0.5	4				73.5			26.5						
		Genital	0.5 - 4	0.5	4				74.1	1.9		24.1						
	Cats	Diarrhea	0.5 - 4	0.5	4				86.4		1.0	12.6						

* dog diarrhea(n=414), dog urine(n=25), dog skin/ear(n=68), dog genital organ(n=54), cat diarrhea(n=103)

Table 65. 질병이환 개와 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*		
	Dogs		Cats
	Diarrhea (n=414)	Urine (n=25)	Diarrhea (n=103)
Amikacin	2.2(9)	0(0)	0(0)
Amoxicillin/Clavulanic acid	11.1(46)	ND	9.7(10)
Ampicillin	47.1(195)	ND	30.1(31)
Cefazolin	20.8(86)	28.0(7)	11.7(12)
Cefovecin	18.8(78)	28.0(7)	9.7(10)
Cefoxitin	10.1(42)	ND	5.8(6)
Cefpodoxime	19.3(80)	28.0(7)	10.7(11)
Ceftiofur	18.4(76)	ND	7.8(8)
Chloramphenicol	15.7(65)	8.0(2)	8.7(9)
Colistin	0.2(1)	0(0)	0(0)
Doxycycline	17.4(72)	ND	14.6(15)
Enrofloxacin	20.8(86)	32.0(8)	10.7(11)
Gentamicin	17.9(74)	16.0(4)	10.7(11)
Imipenem	1(4)	ND	0(0)
Marbofloxacin	20.8(86)	32.0(8)	10.7(11)
Ticarcillin	48.1(199)	ND	31.1(32)
Ticarcillin/Clavulanic acid	6.8(28)	ND	5.8(6)
Trimethoprim/Sulphamethoxazole	28.0(116)	24.0(6)	12.6(13)

* ND, Not determined

Table 66. 질병이환 개와 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs		Cats
	Diarrhea (n=414)	Urine (n=25)	Diarrhea (n=103)
No resistance detected	43.2(179)	36.0(9)	64.1(66)
Resistance 1 CLSI subclass	11.4(47)	24.0(6)	8.7(9)
Resistance 2 CLSI subclasses	10.4(43)	12.0(3)	4.9(5)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.7(32)	12.0(3)	3.9(4)
Resistance 4 CLSI subclasses	6.8(28)	0(0)	4.9(5)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.6(15)	16.0(4)	1.9(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	4.6(19)	0(0)	5.8(6)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.6(15)	0(0)	1.9(2)
Resistance 8 CLSI subclasses	3.9(16)	0(0)	1.9(2)
Resistance 9 CLSI subclasses	2.2(9)	0(0)	1.0(1)
Resistance 10 CLSI subclasses	1.7(7)	0(0)	1.0(1)
Resistance 11 CLSI subclasses	1.0(4)	0(0)	0(0)

2. *Staphylococcus* spp.

질병에 이환된 개 임상시료로부터 분리한 *Staphylococcus pseudintermedius* 576균주(피부/귀 496균주, 뇨 22균주, 생식기계 58균주)와 개의 피부/귀에서 분리한 *S. schleiferi* 181균주에 대해 총 23종의 항생제에 대해 감수성 검사를 실시하였다.

전반적으로 *S. pseudintermedius*의 내성은 모든 병변에서 유사한 양상을 보였으나, 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 뇨 유래 균주의 MIC_{50}이 피부/귀, 생식기계 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 모든 병변에서 chloramphenicol의 MIC_{50}이 16-32(㎍/㎖)로 가장 높게 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제의 MIC_{50}은 linezolid 0.5-1(㎍/㎖), vancomycin 1(㎍/㎖)로 모든 시료에서 낮게 확인되었다. *S. schleiferi*의 MICs 양상은 대체로 *S. pseudintermedius*와 유사하였으나, MIC_{50}은 전반적으로 낮았다.

피부에서 분리한 *Staphylococcus* spp.의 내성률을 조사한 결과, 균종별로 차이가 있었다. 피부 유래 *S. pseudintermedius*에서는 erythromycin의 내성률이 65.5%로 가장 높았으며, 다음으로 gentamicin(61.9%), clindamycin(60.7%), trimethoprim/sulfamethoxazole 54.2%, chloramphenicol 53.8%, ampicillin 36.7% 순으로 내성률이 확인되었다. 피부 유래 *S. schleiferi*의 내성률을 살펴보면, ampicillin이 43.6%로 가장 높았으며, 다음으로 cefovecin(42.0%), oxacillin(40.3%), enrofloxacin과 marbofloxacin(37.6%), cefpodoxime(27.6%)의 나타났다. *S. schleiferi*의 내성률은 특히 chloramphenicol, clindamycin, erythromycin, gentamicin, trimethoprim/sulfamethoxazole에서 *S. pseudintermedius*에 비해 매우 낮게 나타났다. 그러나 oxacillin(methicillin) 내성은 *S. pseudintermedius*에서 27.0%, *S. schleiferi*에서 40.3%로 확인되었다.

질병에 이환된 개 피부에서 분리된 균주의 내성양상을 조사한 결과, *S. pseudintermedius*의 15.7%, *S. schleiferi*의 39.8%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 *S. pseudintermedius*에서 75.0%, *S. schleiferi*에서 38.7%로 *S. pseudintermedius*에서 높게 나타났다 (Table 67-70).

Table 67. 질병이환 개에서 분리한 *Staphylococcus pseudintermedius* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)											
					≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	≥128
Amikacin	Skin/ear	4 - 8	4	4							99.4	0.6				
	Urine	4 - 8	4	4							95.5	4.5				
	Genital	4 - 8	4	4							98.3	1.7				
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Skin/ear	4 - 32	4	4							95.6	1.4	1.4	1.6		
	Urine	4 - 32	4	16							81.8	4.5	4.5	9.1		
	Genital	4 - 64	4	4							93.1			6.9		
Ampicillin	Skin/ear	0.25 - 16	0.25	16			63.1	4.8	3.4	3.2	4.8	5.6	14.9			
	Urine	0.25 - 16	16	16			27.3	4.5	4.5	9.1			54.5			
	Genital	0.25 - 16	0.25	16			65.5	13.8	1.7		1.7		17.2			
Cefazolin	Skin/ear	4 - 16	4	4							94.8	2.0	3.2			
	Urine	4 - 16	4	16							81.8	4.5	13.6			
	Genital	4 - 16	4	4							93.1		6.9			
Cefovecin	Skin/ear	0.25 - 8	0.25	8			63.1	5.8	4.0	5.4	4.6	16.9				
	Urine	0.25 - 8	4	8			27.3	9.1	4.5	4.5	4.5	50.0				
	Genital	0.25 - 8	0.25	8			74.1	6.9		1.7	3.4	13.8				
Cefoxitin	Skin/ear	2 - 8	2	2						96.4	2.4	1.2				
	Urine	2 - 8	2	4						81.8	13.6	4.5				
	Genital	2 - 16	2	2						91.4	1.7	5.2	1.7			
Cefpodoxime	Skin/ear	2 - 16	2	16						76.0	9.1	2.8	12.1			
	Urine	2 - 16	4	16						45.5	13.6		40.9			
	Genital	2 - 16	2	16						84.5	1.7	3.4	10.3			
Ceftiofur	Skin/ear	0.25 - 4	0.25	4			63.7	6.0	6.9	8.1	15.3					
	Urine	0.25 - 4	2	4			36.4	4.5		13.6	45.5					
	Genital	0.25 - 4	0.25	4			75.9	3.4	3.4	3.4	13.8					
Chloramphenicol	Skin/ear	4 - 32	32	32							29.4	16.5	0.2	53.8		
	Urine	4 - 16	16	16							13.6	13.6	72.7			
	Genital	4 - 32	16	16							31.0	13.8	53.4	1.7		
Clindamycin	Skin/ear	0.5 - 4	4	4				37.5	1.4	0.4	60.7					
	Urine	0.5 - 4	4	4				18.2		4.5	77.3					
	Genital	0.5 - 4	4	4				34.5	1.7		63.8					
Doxycycline	Skin/ear	2 - 8	8	8						27.0	3.2	69.8				
	Urine	2 - 8	8	8						9.1	4.5	86.4				
	Genital	2 - 8	8	8						24.1		75.9				
Enrofloxacin	Skin/ear	0.25 - 4	1	4			26.8	4.0	33.7	2.2	33.3					
	Urine	0.25 - 2	1	2			18.2	13.6	31.8	36.4						
	Genital	0.25 - 2	1	2			20.7	3.4	39.7	36.2						
Erythromycin	Skin/ear	0.5 - 4	4	4				34.5	0.2		65.3					
	Urine	0.5 - 4	4	4				9.1			90.9					
	Genital	0.5 - 4	4	4				27.6			72.4					
Gentamicin	Skin/ear	1 - 8	4	8					25.2	12.9	24.8	37.1				
	Urine	1 - 8	8	8					18.2	9.1	9.1	63.6				
	Genital	1 - 8	8	8					17.2	5.2	13.8	63.8				
Linezolid	Skin/ear	0.25 - 5	1	1			1.0	40.7	58.1		0.2					
	Urine	0.5 - 1	0.5	1				50.0	50.0							
	Genital	0.5 - 2	0.5	1				50.0	44.8	5.2						
Marbofloxacin	Skin/ear	0.25 - 4	1	4			4.6	23.4	37.5	0.4	34.1					
	Urine	0.25 - 2	1	2			4.5	18.2	40.9	36.4						
	Genital	0.25 - 2	1	2			12.1	12.1	44.8	31.0						
Oxacillin	Skin/ear	0.25 - 4	0.25	4			66.1	6.9	7.7	6.0	13.3					
	Urine	0.25 - 4	1	4			40.9	4.5	9.1	4.5	40.9					
	Genital	0.25 - 4	0.25	4			79.3	1.7	5.2	3.4	10.3					
Penicillin	Skin/ear	0.06 - 8	0.25	8	19.6	12.7	19.8	10.5	4.4	3.4	1.8	27.8				
	Urine	0.25 - 8	8	8			18.2	18.2		4.5		59.1				
	Genital	0.06 - 8	1	8	6.9	1.7	15.5	19.0	27.6	5.2	3.4	20.7				
Rifampin	Skin/ear	1 - 2	1	1					99.2	0.8						
	Urine	1 - 1	1	1					100							
	Genital	1 - 2	1	1					98.3	1.7						
Ticarcillin	Skin/ear	8 - 64	8	16								82.1	8.1	3.2	6.7	
	Urine	8 - 64	16	64								45.5	27.3	13.6	13.6	
	Genital	8 - 64	8	16								84.5	8.6		6.9	
Ticarcillin/ Clavulanic acid	Skin/ear	8 - 64	8	8								93.1	1.8	2.2	2.8	
	Urine	8 - 64	8	64								81.8	4.5		13.6	
	Genital	8 - 64	8	8								93.1			6.9	
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Skin/ear	0.5 - 2	2	2				45.8	0.8	53.4						
	Urine	0.5 - 2	2	2				31.8	4.5	63.6						
	Genital	0.5 - 2	2	2				43.1	1.7	55.2						
Vancomycin	Skin/ear	1 - 2	1	2					60.1	39.9						
	Urine	1 - 2	1	2					72.7	27.3						
	Genital	1 - 2	1	2					87.9	12.1						

* skin/ear (n=496), urine (n=22), genital(n=58)

Table 68. 질병이환 개의 피부에서 분리한 *Staphylococcus schleiferi*(n=181) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amikacin	4 - 4	4	4							100						
Amoxicillin/ Clavulanic acid	4 - 16	4	4							94.5	5.0	0.6				
Ampicillin	0.25 - 16	0.25	4			56.4	9.9	9.4	11.6	8.3	2.2	2.2				
Cefazolin	4 - 16	4	4							97.8	1.1	1.1				
Cefovecin	0.25 - 8	0.5	8			23.2	29.8	5.0	6.1	9.4	26.5					
Cefoxitin	2 - 8	2	4						86.7	8.8	4.4					
Cefpodoxime	2 - 16	2	16						60.2	12.2	6.6	21				
Ceftiofur	0.25 - 4	0.5	4			21.5	32	3.3	8.8	34.3						
Chloramphenicol	4 - 32	4	4							95.6	2.2		2.2			
Clindamycin	0.5 - 4	0.5	0.5				96.1	0.6		3.3						
Doxycycline	2 - 8	2	2						97.2		2.8					
Enrofloxacin	0.25 - 4	1	4			35.4	13.3	6.6	7.2	37.6						
Erythromycin	0.5 - 4	0.5	0.5				95	1.7		3.3						
Gentamicin	1 - 8	1	4					85.1	1.7	5.5	7.7					
Linezolid	0.25 - 1	0.5	1			2.2	69.1	28.7								
Marbofloxacin	0.25 - 4	1	4			1.1	43.1	11.6	6.6	37.6						
Oxacillin	0.25 - 4	0.25	4			54.1	5.5	14.4	7.7	18.2						
Penicillin G	0.06 - 8	0.125	8	47.0	5.0	6.6	6.6	7.7	8.3	6.6	12.2					
Rifampin	1 - 1	1	1					100								
Ticarcillin	8 - 64	8	8								91.2	3.9	2.8	2.2		
Ticarcillin/ Clavulanic acid	8 - 64	8	8								94.5	3.3	1.7	0.6		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	0.5 - 2	0.5	0.5				94.5	2.2	3.3							
Vancomycin	1 - 2	2	2					28.2	71.8							

Table 69. 질병이환 개의 피부에서 분리한 *S. pseudintermedius*와 *S. schleiferi* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*	
	S. pseudintermedius (n=496)	*S. schleiferi* (n=181)
Amikacin	0(0)	0(0)
Amoxicillin/Clavulanic acid	ND	ND
Ampicillin	36.7(182)	43.6(79)
Cefazolin	4.0(20)	2.2(4)
Cefovecin	27.0(134)	42.0(76)
Cefoxitin	ND	ND
Cefpodoxime	14.9(74)	27.6(50)
Ceftiofur	ND	ND
Chloramphenicol	53.6(266)	2.2(4)
Clindamycin	60.7(301)	3.3(6)
Doxycycline	ND	ND
Enrofloxacin	33.3(165)	37.6(68)
Erythromycin	65.5(325)	5.0(9)
Gentamicin	61.9(307)	12.7(23)
Linezolid	ND	ND
Marbofloxacin	34.1(169)	37.6(68)
Oxacillin	27.0(134)	40.3(73)
Penicillin	ND	ND
Rifampin	ND	ND
Ticarcillin	ND	ND
Ticarcillin/Clavulanic acid	ND	ND
Trimethoprim/Sulphamethoxazole	54.2(269)	5.5(10)
Vancomycin	ND	ND

* ND, Not determined

Table 70. 질병이환 개의 피부에서 분리한 *S. pseudintermedius*와 *S. schleiferi* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of resistant isolates	
	S. pseudintermedius (n=496)	*S. schleiferi* (n=181)
No resistance detected	15.7(78)	39.8(72)
Resistance 1 CLSI subclass	6.0(30)	12.7(23)
Resistance 2 CLSI subclasses	3.2(16)	8.8(16)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.9(44)	12.2(22)
Resistance 4 CLSI subclasses	16.7(83)	16(29)
Resistance 5 CLSI subclasses	17.9(89)	7.7(14)
Resistance 6 CLSI subclasses	10.9(54)	1.1(2)
Resistance 7CLSI subclasses	6.5(32)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	6.9(34)	1.7(3)
Resistance 9 CLSI subclasses	6.7(33)	0(0)
Resistance 10 CLSI subclasses	0.6(3)	0(0)

3. *Clostridium* spp.

질병에 이환된 개와 고양이의 설사 분변으로부터 분리한 *C. perfringens* 94균주(개 76균주, 고양이 18균주)와 개의 설사 분변으로부터 분리한 *C. difficile* 18균주에 대해 총 15종의 항생제의 감수성 검사를 하였다. 2018년 분리 균주 수가 20균주 이하로 '18년 보고서에 포함하지 않았던 고양이 유래 *C. perfringens* 4균주, 개 유래 *C. difficile* 4균주를 포함하여 내성을 분석하였다. 설사 분변으로부터 분리한 *C. perfringens*의 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 내성 양상은 유사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 개 유래 균주에서 clindamycin 2(㎍/㎖)로 고양이 유래 균주의 0.25(㎍/㎖) 에 비해 높게 나타났으며, tetracycline에서 개와 고양이 유래 균주 모두에서 16 ㎍/㎖로 가장 높았다. *C. difficile*의 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, cefoxitin의 MIC_{50}이 64㎍/㎖로 검사 항생제 중 가장 높았다.

질병에 이환된 개와 고양이에서 분리된 *C. perfringens* 균주의 항생제 내성률은 개와 고양이 유래 균주의 내성률 양상은 유사하였으나 항생제별로는 큰 차이가 있었다. 개와 고양이 유래 균주 모두 tetracycline이 80.3%, 54.5%로 가장 높게 나타났다. 개 유래 균주에서는 clindamycin(7.9%), metronidazole(6.6%), penicillin(2.6%), ampicillin, cefotetan, cofoxitin이 1.3%로 낮게 확인되었다. 고양이 유래 균주에서는 clindamycin(18.2%), ampicillin과 penicillin이 9.1%, chloramphenicol, metronidazole, piperacillin이 4.5%의 순으로 나타났다. 그러나 amoxicillin/clavulanic acid, ampicillin/sulbactam, imipenem, meropenem, piperacillin/tazobactam에 대해서는 모든 균주에서 감수성을 보였다. 개에서 분리된 *C. difficile* 균주의 항생제 내성률은 항생제별로 큰 차이가 있었다. Cefoxitin에 대한 내성률이 90.9%로 매우 높게 나타났으며, 다음으로 ampicillin(40.9%), penicillin(31.8%), clindamycin (13.6%) 순으로 나타났다. 인의분야에서 *C. difficile* 치료에 중요하게 사용되는 Metronidazole 내성 균주는 확인되지 않았다.

질병에 이환된 개와 고양이에서 분리된 *C. perfringens* 균주의 내성양상을 조사한 결과, 개 유래 균주에서는 17.1%, 고양이 유래 균주에서는 36.4%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 균주에서는 3주(3.9%), 고양이 유래 균주에서는 1주(4.5%)로 확인되었다. 질병에 이환된 개에서 분리된 *C. difficile* 균주의 다제내성 양상을 조사한 결과, 9.1%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었으며, 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 5주(22.7%)가 확인되었다.(Table 71-74).

Table 71. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens*(n=98) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	samples*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	0.5 - 1	0.5	0.5				97.4	2.6								
	Cats	0.5 - 8	0.5	1				86.4	4.5	4.5		4.5					
Ampicillin	Dogs	0.5 - 2	0.5	0.5				96.1	2.6	1.3							
	Cats	0.5 - 16	0.5	1				86.4	4.5				9.1				
Ampicillin/ Sulbactam	Dogs	0.5 - 1	0.5	0.5				97.4	2.6								
	Cats	0.5 - 4	0.5	0.5				90.9		4.5	4.5						
Cefotetan	Dogs	4 - 64	4	4							98.7				1.3		
	Cats	4 - 4	4	4							100						
Cefoxitin	Dogs	1 - 64	1	2					51.3	42.1	3.9		1.3		1.3		
	Cats	1 - 16	2	4					45.5	36.4	13.6		4.5				
Chloramphenicol	Dogs	2 - 16	4	8						3.9	84.2	10.5	1.3				
	Cats	2 - 64	4	4						4.5	86.4	4.5			4.5		
Clindamycin	Dogs	0.25 - 8	0.25	4			55.3	3.9	2.6	19.7	10.5	7.9					
	Cats	0.25 - 8	2	8			27.3		18.2	13.6	22.7	18.2					
Imipenem	Dogs	0.12 - 4	0.25	0.5		48.7	38.2	10.5			2.6						
	Cats	0.12 - 2	0.25	1		40.9	18.2	27.3	9.1	4.5							
Meropenem	Dogs	0.5-0.5	0.5	0.5				100									
	Cats	0.5-0.5	0.5	0.5				100									
Metronidazole	Dogs	0.5 - 32	2	4				1.3	9.2	39.5	43.4			6.6			
	Cats	1 - 32	2	4					9.1	54.5	27.3	4.5		4.5			
Mezlocillin	Dogs	4 - 4	4	4							100						
	Cats	4 - 128	4	4							90.9					9.1	
Penicillin G	Dogs	0.06 - 2	0.125	0.25	30.3	39.5	26.3	1.3		2.6							
	Cats	0.06 - 4	0.125	1	18.2	36.4	31.8		4.5		9.1						
Piperacillin	Dogs	4 - 8	4	4							98.7	1.3					
	Cats	4 - 128	4	4							90.9				4.5	4.5	
Piperacillin/ Tazobactam	Dogs	0.25 - 4	0.25	0.5			89.5	7.9			2.6						
	Cats	0.25 - 2	0.25	0.5			86.4	9.1		4.5							
Tetracycline	Dogs	0.25-16	16	16			7.9				2.6	9.2	80.3				
	Cats	2 - 16	16	16						9.1	9.1	27.3	54.5				

*dogs (n=76), cats (n=22)

Table 72. 개 설사 분변에서 분리한 *C. difficile*(n=22) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amoxicillin/ Clavulanic acid	0.5 - 2	1	2				22.7	54.5	22.7							
Ampicillin	0.5 - 4	1	2				13.6	45.5	31.8	9.1						
Ampicillin/ Sulbactam	0.5 - 4	1	2				22.7	36.4	36.4	4.5						
Cefotetan	4 - 64	16	32							4.5		54.5	31.8	9.1		
Cefoxitin	8 - 64	64	64								4.5	4.5		90.9		
Chloramphenicol	2 - 8	4	4						22.7	72.7	4.5					
Clindamycin	0.25 - 8	2	8			9.1	13.6	9.1	27.3	27.3	13.6					
Imipenem	0.12 - 8	4	8		4.5		9.1		9.1	45.5	31.8					
Meropenem	0.5 - 4	2	4				4.5	22.7	54.5	18.2						
Metronidazole	0.5 - 16	0.5	1				81.8	9.1		4.5		4.5				
Mezlocillin	4 - 16	4	8							77.3	18.2	4.5				
Penicillin G	0.06 - 4	1	4	4.5			4.5	59.1	4.5	27.3						
Piperacillin	4 - 16	8	16							22.7	50.0	27.3				
Piperacillin/ Tazobactam	0.25 - 16	8	16			4.5				27.3	45.5	22.7				
Tetracycline	0.25 - 16	0.25	4			72.7	9.1		4.5	9.1		4.5				

Table 73. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens*와 *C. difficile* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*		
	C. perfringens		*C. difficile*
	Dogs	Cats**	Dogs***
	Diarrhea (n=76)	Diarrhea (n=22)	Diarrhea (n=22)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	1.3(1)	9.1(2)	40.9(9)
Ampicillin/sulbactam	0(0)	0(0)	0(0)
Cefotetan	1.3(1)	0(0)	9.1(2)
Cefoxitin	1.3(1)	0(0)	90.9(20)
Chloramphenicol	0(0)	4.5(1)	0(0)
Clindamycin	7.9(6)	18.2(4)	13.6(3)
Imipenem	0(0)	0(0)	0(0)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)
Metronidazole	6.6(5)	4.5(1)	0(0)
Mezlocillin	ND	ND	0(0)
Penicillin	2.6(2)	9.1(2)	31.8(7)
Piperacillin	0(0)	4.5(1)	0(0)
Piperacillin/tazobactam	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	80.3(61)	54.5(12)	4.5(1)

* ND, Not determined

** Isolates in 2018(n=4) and 2019(n=18)

*** Isolates in 2018(n=4) and 2019(n=18)

Table 74. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens*와 *C. difficile* 다제내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	C. perfringens		*C. difficile*
	Dogs	Cats*	Dogs**
	Diarrhea (n=76)	Diarrhea (n=22)	Diarrhea (n=22)
No resistance detected	17.1(13)	36.4(8)	9.1(2)
Resistance 1 CLSI subclass	73.7(56)	50(11)	40.9(9)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.3(4)	9.1(2)	27.3(6)
Resistance 3 CLSI subclasses	2.6(2)	0(0)	18.2(4)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	4.5(1)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	4.5(1)	0(0)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.3(1)	0(0)	0(0)

* Isolates in 2018(n=4) and 2019(n=18)

** Isolates in 2018(n=4) and 2019(n=18)

VI. 국내산 및 수입 축·수산물 유래 세균의 항생제 내성

제1장. 대상세균의 분리 및 동정

1. 대상 시료

국내산 축·수산물에 대해서 2019년 2월부터 11월까지 전국 5권역(서울/경기권, 충청권, 경상권, 전라권 및 강원권)의 대형마트 및 소매상에서 소고기 263건, 돼지고기 268건, 닭고기 307건, 오리고기 167건, 수산물 182건, 총 1,187건을 구입하여 *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecium/E. faecalis*, *Salmonella* spp., *C. jejuni/C. coli*, *V. parahaemolyticus* 오염도 분석 및 항생제 감수성 검사를 실시하였다 (Table 75).

수입 축·수산물은 2019년 2월부터 11월까지 수입신고 및 대형마트, 소매상에서 직접 구입한 소고기 289건, 돼지고기 263건, 닭고기 68건, 수산물 118건, 총 738건에 대해 *E. coli, S. aureus, E. faecium/faecalis, Salmonella* spp., *C. jejuni/coli*, *V. parahaemolyticus* 오염도 분석 및 항생제 감수성 검사를 실시하였다.

수입 검체의 종별 수입국 분포는 Figure 4와 같다.

Table 75. 대상시료 모니터링 건수

Category	Province	No. of meats or fishery products					
		Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Fishery products	Total
Domestic	Seoul/Gyeonggi	42	42	57	25	33	199
	Chungcheong	62	70	68	37	25	262
	Gyeongsang	71	70	123	71	58	393
	Jeolla	53	57	28	24	32	194
	Gangwon	35	29	31	10	34	139
	Subtotal	263	268	307	167	182	1,187
Imported	Gwangju regional office of FDS	99	98	10	ND*	38	245
	Daegu regional office of FDS	70	66	8	ND	30	174
	Busan regional office of FDS	60	62	50	ND	30	202
	NIFDS	60	37	0	ND	20	117
	Subtotal	289	263	68	ND	118	738
Total		552	531	375	167	300	1,925

* ND, Not determined

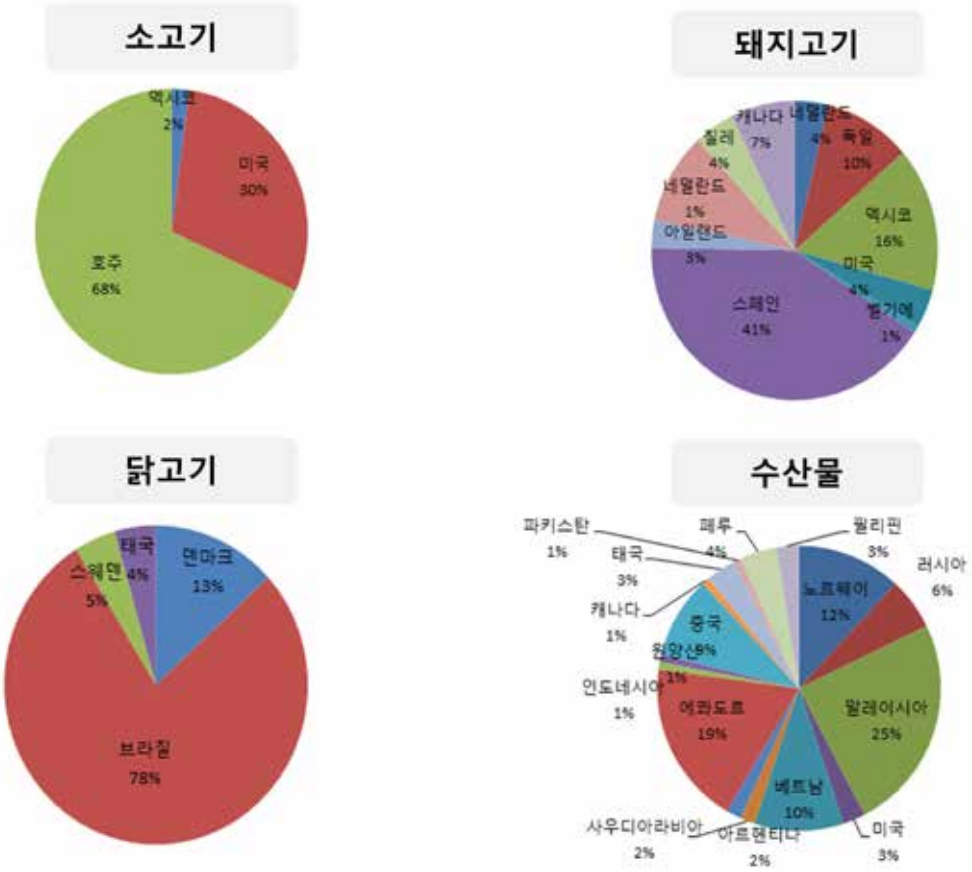


Fig. 4. 수입 축·수산물 수입국 분포

2. 대상세균의 분리 및 동정

국내산 축·수산물의 경우 총 1,187건(소고기 263건, 돼지고기 268건, 닭고기 307건, 오리고기 167건, 수산물 182건)에서 *E. coli* 428주, *S. aureus* 207주, *E. faecium/faecalis* 185주, *Salmonella* spp. 95주 *C. jejuni/coli* 9주, *V. parahaemolyticus* 8주 등 총 932주를 분리하였다(Table 76).

수입 축·수산물의 경우 총 738건 (소고기 289건, 돼지고기 263건, 닭고기 68건, 수산물 118건)에서 *E. coli* 103주, *S. aureus* 143주, *E. faecium/faecalis* 66주, *Salmonella* spp. 3주, *V. parahaemolyticus* 16주 등 총 331주를 분리하였다. *E. coli*와 *Salmonella* spp.는 수입에 비해 국내산 축·수산물에서 분리율이 높았으나, 반대로 *S. aureus*와 *V. parahaemolyticus*는 수입 축·수산물에서의 분리율이 높았다.

E. coli 는 국내산의 경우 타 축종에 비해 닭고기와 오리고기에서 많이 분리되었으며, 수입 축산물에서는 닭고기에서 분리율이 가장 높았고 모두 브라질산 및 태국산이었다.

*S. aureus, E. faecium/faecalis*는 국내산 및 수입 모두 닭고기에서의 분리율이 높았다.

Salmonella spp.는 국내산 소고기에서는 분리되지 않았으며, 오리고기에서 분리율이 가장 높았다. 수입 축·수산물에서 3주 분리되었으며, 돼지고기, 닭고기, 수산물에서 각각 1주씩 분리되었다.

Table 76. 국내산 및 수입 축·수산물에서 분리한 세균

Food category		No. of isolates	No. of isolates*					
			E. coli	*S. aureus*	*E. faecium /E. faecalis*	*Salmonella* spp.	*C. jejuni /C. coli*	*V. parahae-molyticus*
Domestic meats	Beef	165	124	37	4	0	ND	ND
	Pork	107	46	39	19	3	ND	ND
	Chicken meat	455	194	100	110	50	1	ND
	Duck meat	161	60	16	36	41	8	ND
	Fishery products	44	4	15	16	1	ND	8
	subtotal	932	428	207	185	95	9	8
Imported meats	Beef	68	24	29	15	0	ND	ND
	Pork	133	45	65	22	1	ND	ND
	Chicken meat	76	22	36	17	1	0	ND
	Fishery products	54	12	13	12	1	ND	16
	subtotal	331	103	143	66	3	0	16
Total		1,263	531	350	251	98	9	24

* ND, Not determined

*E. faecium/E. faecalis*의 종별 분리현황은 아래의 Table 77과 같다. *E. faecalis*는 주로 국내산 닭고기와 오리고기에서 분리되었다. 반면 *E. faecium*은 분리원 간 큰 차이를 나타내지 않았다.

Table 77. 국내산 및 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis*

Bacterial species	Domestic meats					Imported meats			
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Fishery products	Beef	Pork	Chicken meat	Fishery products
E. faecalis	2	7	93	27	9	4	17	15	5
E. faecium	2	12	17	9	7	11	5	2	7

*C. jejuni/C. coli*의 종별 분리현황은 아래의 Table 78과 같다. *C. jejuni*는 국내산 닭고기에서 1개 균주, 국내산 오리고기에서 2개 균주가 분리되었으며, *C. coli*는 국내산 오리고기에서만 6개 균주가 분리되었다. *C. jejuni/C. coli*는 수입 닭고기에서는 분리되지 않았다.

Table 78. 국내산 및 수입 축산물에서 분리한 *C. jejuni/C. coli*

Bacterial species	Domestic meats				Imported meats		
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Beef	Pork	Chicken meat
C. jejuni	ND	ND	1	2	ND	ND	0
C. coli	ND	ND	0	6	ND	ND	0

*ND, Not determined

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

가. 국내산 축·수산물 유래 *E. coli*

국내산 축·수산물에서 분리된 대장균 428개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 79 및 Table 80과 같다. 주요 항생제별 내성률은 tetracycline(48.8%)에서 가장 높았으며, nalidixic acid (47.9%), ampicillin (47.9%), sulfisoxazole (43.5%) 순으로 나타났다. 반면 Carbapenem계 항생제인 meropenem에 대하여는 모든 균주가 감수성을 나타냈다. 전반적으로 축산물 중에서 소고기 유래 대장균이 다른 축종유래 대장균에 비해 낮은 내성률을 보였다. 소고기에서 분리된 대장균은 검사한 모든 항생제에 대해 내성률이 30% 미만으로 낮게 나타났다.

항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상을 나타낸 항생제는 소고기, 오리고기, 수산물에서는 관찰되지 않았다. 돼지고기에서는 ampicillin, chloramphenicol, sulifsoxazole에서 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상으로 나타났다. 닭고기에서는 ampicillin, chloramphenicol, nalidixic acid, sulifsoxazole, tetracycline에서 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상으로 나타났다. 특히 (fluoro)quinolones계 항생제인 naldixic acid, ciprofloxacin의 MIC_{50}이 각각 256 ㎍/㎖, 8 ㎍/㎖로 다른 축종에 비해 높게 관찰되었다.

국내산 축·수산물에서 분리한 대장균 428개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 28.0%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 81). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 57.2%, 소고기 유래 균주의 16.1%, 돼지고기 유래 균주의 60.9%, 닭고기 유래 균주의 87.6%, 오리고기 유래 균주의 41.7%로 관찰되었다. 2018년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 유의적 차이가 확인되지 않았다(56.2% → 57.2%, $P > 0.05$).

Table 79. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=124)	Pork (n=46)	Chicken meat (n=194)	Duck meat (n=60)	Fishery products (n=4)	Total (n=428)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	0(0)	5.2(10)	0(0)	0(0)	2.3(10)
Ampicillin	5.6(7)	56.5(26)	77.3(150)	35.0(21)	25.0(1)	47.9(205)
Cefepime	0(0)	0(0)	4.1(8)	0(0)	0(0)	1.9(8)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	4.6(9)	0(0)	0(0)	2.1(9)
Ceftazidime	0(0)	0(0)	5.7(11)	0(0)	0(0)	2.6(11)
Ceftiofur	0(0)	4.3(2)	14.4(28)	1.7(1)	0(0)	7.2(31)
Chloramphenicol	7.3(9)	63.0(29)	56.2(109)	28.3(17)	50.0(2)	38.8(166)
Ciprofloxacin	2.4(3)	6.5(3)	65.5(127)	33.3(20)	0(0)	35.7(153)
Colistin	0.8(1)	0(0)	2.1(4)	0(0)	0(0)	1.2(5)
Gentamicin	0.8(1)	2.2(1)	18.6(36)	6.7(4)	0(0)	9.8(42)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	4.0(5)	19.6(9)	83.5(162)	48.3(29)	0(0)	47.9(205)
Streptomycin	16.1(20)	65.2(30)	54.1(105)	20.0(12)	25.0(1)	39.3(168)
Sulfisoxazole	17.7(22)	54.3(25)	62.4(121)	28.3(17)	25.0(1)	43.5(186)
Tetracycline	22.6(28)	63.0(29)	67.5(131)	31.7(19)	50.0(2)	48.8(209)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	2.4(3)	34.8(16)	37.6(73)	25.0(15)	0(0)	25.0(107)

Table 80. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)											
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amoxicillin/ clavulanic acid	Beef	2-16	4	8					16.1	55.6	27.4	0.8				
	Pork	2-16	8	16					15.2	21.7	52.2	10.9				
	Chicken	2-64	8	16					4.6	14.9	61.3	13.9	1.5	3.6		
	Duck	2-16	4	8					23.3	41.7	31.7	3.3				
	Fish	4-16	4	16						50.0	25.0	25.0				
Ampicillin	Beef	2-128	4	8					28.2	59.7	5.6	0.8			5.6	
	Pork	2-128	128	128					19.6	21.7	2.2				56.5	
	Chicken	2-128	128	128					7.7	12.9	2.1			0.5	76.8	
	Duck	2-128	4	128					30.0	33.3	1.7				35.0	
	Fish	4-128	4	128						75.0					25.0	
Cefepime	Beef	0.25-0.5	0.25	0.25		99.2	0.8									
	Pork	0.25-4	0.25	0.25		97.8				2.2						
	Chicken	0.25-32	0.25	1		88.1	1.0	2.6	1.0	2.1	1.0	3.6	0.5			
	Duck	0.25-1	0.25	0.25		98.3		1.7								
	Fish	0.25	0.25	0.25		100.0										
Cefoxitin	Beef	1-16	4	8				1.6	17.7	56.5	23.4	0.8				
	Pork	2-8	4	8					23.9	45.7	30.4					
	Chicken	1-64	4	8				0.5	11.9	54.6	24.2	4.1	1.5	3.1		
	Duck	2-16	4	8					15.0	70.0	13.3	1.7				
	Fish	2-8	4	8					25.0	25.0	50.0					
Ceftazidime	Beef	1	1	1				100.0								
	Pork	1-8	1	1				95.7			4.3					
	Chicken	1-32	1	1				90.7	0.5	1.5	1.5	4.6	1.0			
	Duck	1-2	1	1				98.3	1.7							
	Fish	1	1	1				100.0								

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ceftiofur	Beef	0.5-1	0.5	0.5			98.4	1.6									
	Pork	0.5-16	0.5	0.5			93.5	2.2				4.3					
	Chicken	0.5-16	0.5	16			81.4	4.1			1.0	13.4					
	Duck	0.5-16	0.5	0.5			96.7			1.7		1.7					
	Fish	0.5	0.5	0.5			100.0										
Chloramphenicol	Beef	2-128	8	16					2.4	25.8	55.6	8.9		2.4	4.8		
	Pork	4-128	128	128						15.2	15.2	6.5		4.3	58.7		
	Chicken	4-128	64	128						16.5	24.7	2.6	0.5	7.2	48.5		
	Duck	4-128	8	128						26.7	43.3	1.7		1.7	26.7		
	Fish	4-128	8	128						25.0	25.0				50.0		
Ciprofloxacin	Beef	0.125-32	0.125	0.125	94.4	2.4	0.8	0.8			0.8		0.8				
	Pork	0.125-16	0.125	0.5	67.4	13.0	13.0				4.3	2.2					
	Chicken	0.125-32	8	16	10.8	17.5	6.2	5.7	2.6	2.1	29.4	18.0	7.7				
	Duck	0.125-32	0.25	16	40.0	18.3	8.3	3.3	3.3		13.3	6.7	6.7				
	Fish	0.125-0.25	0.125	0.25	75.0	25.0											
Colistin	Beef	2-4	2	2					99.2	0.8							
	Pork	2	2	2					100.0								
	Chicken	2-16	2	2					97.9		0.5	1.5					
	Duck	2	2	2					100.0								
	Fish	2	2	2					100.0								
Gentamicin	Beef	1-64	1	1				99.2						0.8			
	Pork	1-128	1	1				97.8							2.2		
	Chicken	1-128	1	64				74.2	7.2			2.1	3.6	4.6	8.2		
	Duck	1-128	1	2				85.0	8.3					5.0	1.7		
	Fish	1	1	1				100.0									
Meropenem	Beef	0.25	0.25	0.25		100.0											
	Pork	0.25	0.25	0.25		100.0											
	Chicken	0.25-0.5	0.25	0.25		99.5	0.5										
	Duck	0.25	0.25	0.25		100.0											
	Fish	0.25	0.25	0.25		100.0											
Nalidixic acid	Beef	2-256	2	4					69.4	25.8	0.8			0.8	0.8	2.4	
	Pork	2-256	4	128					47.8	19.6	13.0			4.3	6.5	8.7	
	Chicken	2-256	256	256					4.6	5.2	4.6	2.1	1.0	4.1	10.8	67.5	
	Duck	2-256	16	256					31.7	10.0	5.0	5.0		6.7	5.0	36.7	
	Fish	2-8	2	8					75.0		25.0						
Streptomycin	Beef	16-256	16	64								83.9	0.8	8.9	3.2	3.2	
	Pork	16-256	32	256								34.8	19.6	10.9	4.3	30.4	
	Chicken	16-256	32	256								45.9	4.1	3.1	5.7	41.2	
	Duck	16-256	16	256								80.0			3.3	16.7	
	Fish	16-128	16	128								75.0			25.0		
Sulfisoxazole	Beef	16-512	16	512								73.4	8.9				17.7
	Pork	16-512	512	512								45.7					54.3
	Chicken	16-512	512	512								31.4	5.7	0.5			62.4
	Duck	16-512	16	512								65.0	5.0	1.7			28.3
	Fish	16-512	16	512								75.0					25.0
Tetracycline	Beef	2-256	2	128					75.8		1.6		4.0	6.5	7.3	4.8	
	Pork	2-256	32	128					37.0			2.2	10.9	26.1	21.7	2.2	
	Chicken	2-256	64	128					32.0	0.5		3.1	13.9	27.8	18.6	4.1	
	Duck	2-256	2	128					68.3				1.7	15.0	10.0	5.0	
	Fish	2-64	2	64					50.0					50.0			
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	Beef	0.125-8	0.125	0.25	87.9	8.1	1.6				2.4						
	Pork	0.125-8	0.25	8	45.7	13.0	4.3	2.2			34.8						
	Chicken	0.125-8	0.25	8	37.6	17.5	6.2	0.5	0.5		37.6						
	Duck	0.125-8	0.125	8	63.3	1.7	8.3	1.7			25.0						
	Fish	0.125-0.25	0.125	0.25	75.0	25.0											

* Beef(n=124), Pork(n=46), Chicken meat(n=194), Duck meat(n=60), Fishery product(n=4)

Table 81. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

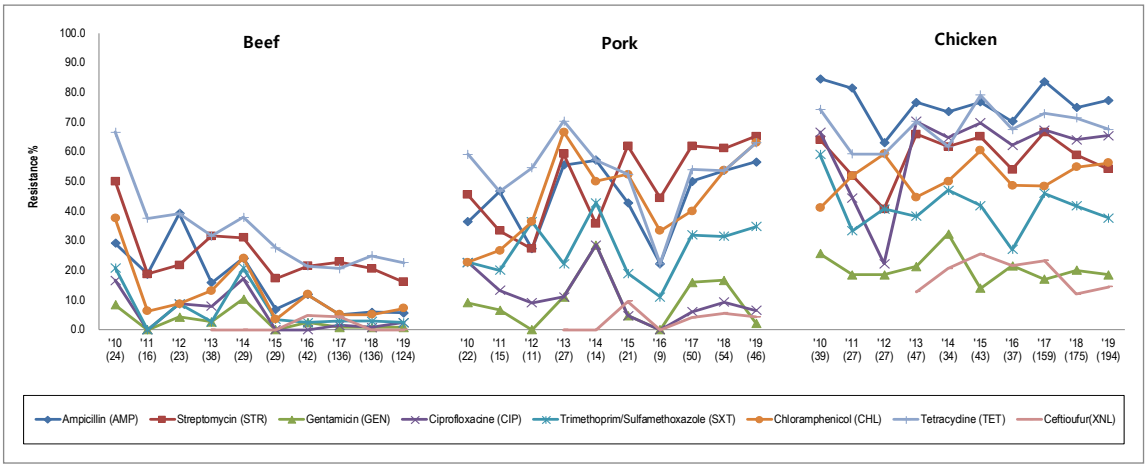
Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=124)	Pork (n=46)	Chicken meat (n=194)	Duck meat (n=60)	Fishery products (n=4)	Total (n=428)
No resistance detected	74.2(92)	15.2(7)	0.5(1)	30.0(18)	50.0(2)	28.0(120)
Resistance 1 CLSI subclass	8.9(11)	8.7(4)	6.2(12)	15.0(9)	0(0)	8.4(36)
Resistance 2 CLSI subclasses	0.8(1)	15.2(7)	5.7(11)	13.3(8)	0(0)	6.3(27)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.3(9)	2.2(1)	10.3(20)	20.0(12)	25.0(1)	10.0(43)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.4(3)	26.1(12)	18.6(36)	3.3(2)	25.0(1)	12.6(54)
Resistance 5 CLSI subclasses	4.8(6)	17.4(8)	15.5(30)	6.7(4)	0(0)	11.2(48)
Resistance 6 CLSI subclasses	0.8(1)	10.9(5)	17.5(34)	1.7(1)	0(0)	9.6(41)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.8(1)	4.3(2)	18.0(35)	10.0(6)	0(0)	10.3(44)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	4.1(8)	0(0)	0(0)	1.9(8)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.5(1)	0(0)	0(0)	0.2(1)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.5(3)	0(0)	0(0)	0.7(3)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.5(3)	0(0)	0(0)	0.7(3)

【국내산 축산물에서 분리한 *E. coli*의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

'10년부터 '19년까지 국내산 축산물에서 분리한 대장균의 항생제 내성을 분석한 결과, 축종에 따라 내성 추이는 다소 차이가 있었다. 소고기 유래 대장균의 내성률은 다른 축종에 비해 낮았다. 특히 '10년 이후 소고기에서 tetracycline (67%→23%), streptomycin(50%→16%), chloramphenicol(38%→7%), ampicillin(29%→6%)에 대한 내성률이 크게 감소하였다. '19년도 소고기 유래 대장균의 내성률은 전년도('18년)와 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05).

돼지고기 유래 대장균은 gentamicin의 경우 '18년도에 비해 감소(17%→2%)하였으나(P〈0.05), 다른 항생제에 대해서는 전년도('18년)와 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05). 닭고기 유래 대장균의 내성률은 다른 축종보다 대체로 높았다. 닭고기 유래 대장균은 검사한 모든 항생제에 대해 전년도('18년)와 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05).

〈국내산 축산물 유래 대장균의 내성률〉



나. 수입 축·수산물 유래 *E. coli*

수입 축·수산물에서 분리된 대장균 103균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 82 및 Table 83과 같다. 수입 축·수산물 유래 대장균의 내성률은 tetracycline(33.0%)에서 가장 높게 나타났으며, streptomycin(29.1%), sulfisoxazole(27.2%), ampicillin(24.3%) 순으로 내성률이 높게 나타났다. 검사한 모든 균주에서 carbapenem계 항생제인 meropenem과 4세대 cephalosporin계인 cefepime에 대한 내성은 나타나지 않았다. 전반적으로 수입 축산물 중에서 소고기 유래 대장균이 다른 축종 유래 대장균에 비해 낮은 내성률을 보였다. 수입 돼지고기 유래 대장균은 tetracycline(40.0%)의 내성률이 가장 높았으며, streptomycin(37.8%), ampicillin(35.6%), sulfisoxazole(33.3%), trimethoprim/sulfamethoxazole(28.9%), chloramphenicol(26.7%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 수입 닭고기 유래 대장균은 sulfisoxazole(45.5%)의 내성률이 가장 높았으며, ampicillin(40.9%), streptomycin(40.9%), tetracycline(40.9%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상을 나타낸 항생제는 수입 축·수산물에서는 관찰되지 않았다.

수입 축·수산물에서 분리한 대장균 103균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 56.3%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 84). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 27.2%로 관찰되었다. 2018년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 유의적으로 차이가 없었다(32.5% → 27.2%, P〉0.05).

Table 82. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=24)	Pork (n=45)	Chicken meat (n=22)	Fishery products (n=12)	Total (n=103)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	2.2(1)	9.1(2)	0(0)	2.9(3)
Ampicillin	0(0)	35.6(16)	40.9(9)	0(0)	24.3(25)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	2.2(1)	9.1(2)	0(0)	2.9(3)
Ceftazidime	0(0)	0(0)	4.5(1)	0(0)	1.0(1)
Ceftiofur	0(0)	0(0)	9.1(2)	0(0)	1.9(2)
Chloramphenicol	0(0)	26.7(12)	13.6(3)	25.0(3)	17.5(18)
Ciprofloxacin	0(0)	8.9(4)	9.1(2)	8.3(1)	6.8(7)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Gentamicin	0(0)	0(0)	9.1(2)	0(0)	1.9(2)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	13.3(6)	9.1(2)	8.3(1)	8.7(9)
Streptomycin	4.2(1)	37.8(17)	40.9(9)	25.0(3)	29.1(30)
Sulfisoxazole	4.2(1)	33.3(15)	45.5(10)	16.7(2)	27.2(28)
Tetracycline	12.5(3)	40.0(18)	40.9(9)	33.3(4)	33.0(34)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	28.9(13)	31.8(7)	8.3(1)	20.4(21)

Table 83. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ clavulanic acid	Beef	2-16	4	8					20.8	45.8	25.0	8.3					
	Pork	2-32	8	16					20.0	24.4	44.4	8.9	2.2				
	Chicken	2-64	8	16					18.2	27.3	36.4	9.1		9.1			
	Fish	2-8	4	8					25.0	50.0	25.0						
Ampicillin	Beef	2-8	4	4					33.3	58.3	8.3						
	Pork	2-128	4	128					20.0	35.6	8.9				35.6		
	Chicken	2-128	4	128					22.7	36.4					40.9		
	Fish	2-8	4	8					25.0	58.3	16.7						
Cefepime	Beef	0.25	0.25	0.25		100											
	Pork	0.25-0.5	0.25	0.25		97.8	2.2										
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Fish	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Beef	1-8	4	8				12.5	16.7	45.8	25.0						
	Pork	1-32	4	8				2.2	20.0	53.3	20.0	2.2	2.2				
	Chicken	2-64	4	8					13.6	54.5	22.7		4.5	4.5			
	Fish	2-8	4	8					33.3	33.3	33.3						
Ceftazidime	Beef	1	1	1				100									
	Pork	1-4	1	1				97.8		2.2							
	Chicken	1-16	1	1				90.9			4.5	4.5					
	Fish	1	1	1				100									
Ceftiofur	Beef	0.5-1	0.5	0.5			95.8	4.2									
	Pork	0.5-2	0.5	0.5			93.3	4.4	2.2								
	Chicken	0.5-16	0.5	0.5			90.9				4.5	4.5					
	Fish	0.5-1	0.5	0.5			91.7	8.3									
Chloramphenicol	Beef	2-16	8	8					4.2	29.2	58.3	8.3					
	Pork	4-128	8	128						26.7	37.8	8.9	4.4	2.2	20.0		
	Chicken	4-128	8	64						40.9	40.9	4.5		9.1	4.5		
	Fish	4-128	8	128						33.3	41.7				25.0		
Ciprofloxacin	Beef	0.125	0.125	0.125	100												
	Pork	0.125-32	0.125	0.5	84.4	2.2	4.4		2.2			2.2	4.4				
	Chicken	0.125-32	0.125	0.25	86.4	4.5		4.5					4.5				
	Fish	0.125-16	0.125	0.25	75.0	16.7						8.3					
Colistin	Beef	2	2	2					100								
	Pork	2	2	2					100								
	Chicken	2	2	2					100								
	Fish	2	2	2					100								
Gentamicin	Beef	1-2	1	1				95.8	4.2								
	Pork	1-2	1	1				97.8	2.2								
	Chicken	1-32	1	2				86.4	4.5				9.1				
	Fish	1	1	1				91.7	8.3								
Meropenem	Beef	0.25	0.25	0.25		100											
	Pork	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Fish	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Beef	2-4	2	4					70.8	29.2							
	Pork	2-256	2	128					64.4	17.8	4.4				4.4	8.9	
	Chicken	2-256	2	8					59.1	27.3	4.5					9.1	
	Fish	2-256	2	8					50.0	25.0	16.7					8.3	
Streptomycin	Beef	16-256	16	16								95.8				4.2	
	Pork	16-256	16	256								62.2	6.7	8.9	6.7	15.6	
	Chicken	16-256	16	256								59.1	4.5		13.6	22.7	
	Fish	16-256	16	256								75.0			8.3	16.7	
Sulfisoxazole	Beef	16-512	16	32								87.5	8.3				4.2
	Pork	16-512	16	512								57.8	8.9				33.3
	Chicken	16-512	32	512								45.5	9.1				45.5
	Fish	16-512	16	512								83.3					16.7
Tetracycline	Beef	2-128	2	64					87.5					4.2	8.3		
	Pork	2-128	2	128					60.0				2.2	24.4	13.3		
	Chicken	2-256	2	128					59.1					13.6	22.7	4.5	
	Fish	2-128	2	128					66.7					16.7	16.7		
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	Beef	0.125	0.125	0.125	100												
	Pork	0.125-8	0.125	8	60.0	6.7	2.2	2.2			28.9						
	Chicken	0.125-8	0.125	8	63.6	4.5					31.8						
	Fish	0.125-8	0.125	0.25	83.3	8.3					8.3						

* Beef(n=24), Pork(n=45), Chicken(n=22), Fishery product(n=12)

Table 84. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=24)	Pork (n=45)	Chicken meat (n=22)	Fishery products (n=12)	Total (n=103)
No resistance detected	83.3(20)	46.7(21)	40.9(9)	66.7(8)	56.3(58)
Resistance 1 CLSI subclass	12.5(3)	4.4(2)	4.5(1)	0(0)	5.8(6)
Resistance 2 CLSI subclasses	4.2(1)	13.3(6)	9.1(2)	16.7(2)	10.7(11)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	6.7(3)	18.2(4)	0(0)	6.8(7)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	11.1(5)	13.6(3)	8.3(1)	8.7(9)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	8.9(4)	4.5(1)	0(0)	4.9(5)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	2.2(1)	4.5(1)	8.3(1)	2.9(3)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	6.7(3)	0(0)	0(0)	2.9(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	4.5(1)	0(0)	1.0(1)

2. *Enterococcus* spp.

가. 국내산 축·수산물 유래 *Enterococcus* spp.

국내산 축·수산물에서 분리된 *E. faecium/E. faecalis* 185개 균주의 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 85 및 Table 86과 같다. 국내산 축수산물 유래 *E. faecium/E. faecalis*는 tetracycline 내성률(62.2%)이 다른 항생제에 비교하여 높게 나타났다. Quinupristin/dalfopristin에 대한 내성률 (75.7%)도 높게 관찰되었으나, 이 항생제에 내성을 보인 140균주 중 128균주가 quinupristin/dalfopristin에 자연내성을 갖는다고 알려진 *E. faecalis*이었기 때문이다. 한편, 모든 *E. faecium/E. faecalis*에서 vancomycin에 대한 내성은 관찰되지 않았다. Macrolide계 항생제인 erythromycin (16.5%→6.5%) 및 tylosin (16.5%→5.9%)에 대한 내성률은 전년도('18년)에 비해 감소하였다. 한편, tigecycline에 대한 내성률은 전년도에 비해 증가하였다(2.9%→34.6%). 그 외 다른 항생제에 대한 내성률은 전년도와 비슷한 수준을 나타냈다(P>0.05). 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 닭고기 및 오리고기 유래 *E. faecium/E. faecalis*는 tetracycline에서 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖로 소고기, 돼지고기, 수산물 유래 균주에 비해 높게 관찰되었다.

국내산 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 185개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 11.4%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 87). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 36.2%로 나타났으며, 닭고기(40.9%)와 오리고기(50.0%)에서 다제내성 균주의 비율이 다른 축종에 비해 높게 나타났다. 2018년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 유의적 차이가 없었다(24.3% → 36.2%, P>0.05).

Table 85. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=4)	Pork (n=19)	Chicken meat (n=110)	Duck meat (n=36)	Fishery products (n=16)	Total (n=185)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0.5(1)
Chloramphenicol	0(0)	0(0)	3.6(4)	16.7(6)	0(0)	5.4(10)
Ciprofloxacin	0(0)	0(0)	7.3(8)	16.7(6)	12.5(2)	8.6(16)
Daptomycin	25.0(1)	5.3(1)	4.5(5)	5.6(2)	6.3(1)	5.4(10)
Erythromycin	0(0)	0(0)	8.2(9)	8.3(3)	0(0)	6.5(12)
Florfenicol	0(0)	0(0)	3.6(4)	16.7(6)	0(0)	5.4(10)
Gentamicin	0(0)	0(0)	1.8(2)	0(0)	0(0)	1.1(2)
Kanamycin	0(0)	0(0)	3.6(4)	2.8(1)	0(0)	2.7(5)
Linezolid	0(0)	0(0)	0.9(1)	11.1(4)	0(0)	2.7(5)
Quinupristin/dalfopristin	25.0(1)	31.6(6)	85.5(94)	80.6(29)	62.5(10)	75.7(140)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	6.3(1)	0.5(1)
Streptomycin	0(0)	0(0)	3.6(4)	2.8(1)	6.3(1)	3.2(6)
Tetracycline	50.0(2)	31.6(6)	69.1(76)	77.8(28)	18.8(3)	62.2(115)
Tigecycline	50.0(2)	31.6(6)	35.5(39)	38.9(14)	18.8(3)	34.6(64)
Tylosin(Tartrate/Base)	0(0)	0(0)	7.3(8)	8.3(3)	0(0)	5.9(11)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Table 86. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Beef	1-2	1	2				75.0	25.0										
	Pork	1-2	1	2				89.5	10.5										
	Chicken	1-32	1	1				90.9	6.4	1.8			0.9						
	Duck	1-2	1	1				91.7	8.3										
	Fish	1-2	1	2				87.5	12.5										
Chloramphenicol	Beef	4-8	8	8						25.0	75.0								
	Pork	4-16	8	8						10.5	84.2	5.3							
	Chicken	4-64	8	8						1.8	93.6	0.9	0.9	2.7					
	Duck	8-64	8	64							83.3		2.8	13.9					
	Fish	4-8	8	8						6.3	93.8								
Ciprofloxacin	Beef	1	1	1				100											
	Pork	0.5-2	1	2			5.3	78.9	15.8										
	Chicken	1-32	1	2				60.9	31.8	1.8	0.9		4.5						
	Duck	1-8	1	4				66.7	16.7	8.3	8.3								
	Fish	0.5-4	2	4			6.3	37.5	43.8	12.5									
Daptomycin	Beef	1-8	2	8				25.0	25.0	25.0	25.0								
	Pork	0.5-8	2	4			5.3	36.8	26.3	26.3	5.3								
	Chicken	1-8	1	4				58.2	28.2	9.1	4.5								
	Duck	0.5-8	1	4			2.8	55.6	25.0	11.1	5.6								
	Fish	1-8	2	4				18.8	31.3	43.8	6.3								
Erythromycin	Beef	1-4	2	4				25.0	25.0	50.0									
	Pork	1-4	2	4				42.1	21.1	36.8									
	Chicken	1-128	1	4				72.7	9.1	10.0	0.9				7.3				
	Duck	1-8	1	4				72.2	11.1	8.3	8.3								
	Fish	1-4	1	4				50.0	25.0	25.0									
Florfenicol	Beef	4	4	4						100									
	Pork	2-4	4	4					10.5	89.5									
	Chicken	4-64	4	4						96.4		0.9		2.7					
	Duck	4-64	4	64						83.3				16.7					
	Fish	4	4	4						100									
Gentamicin	Beef	128	128	128											100				
	Pork	128	128	128											100				
	Chicken	128-4096	128	128											98.2				1.8
	Duck	128	128	128											100				
	Fish	128	128	128											100				
Kanamycin	Beef	128-512	128	512											75.0		25.0		
	Pork	128-512	128	256											84.2	10.5	5.3		
	Chicken	128-4096	128	128											92.7	3.6			3.6
	Duck	128-1024	128	256											80.6	16.7		2.8	
	Fish	128-256	128	128											93.8	6.3			
Linezolid	Beef	2	2	2					100										
	Pork	2-4	2	2					94.7	5.3									
	Chicken	2-8	2	2					92.7	6.4	0.9								
	Duck	2-8	2	8					77.8	11.1	11.1								
	Fish	2	2	2					100										
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	1-8	2	8				25.0	50.0		25.0								
	Pork	1-8	2	8				26.3	42.1	21.1	10.5								
	Chicken	1-16	8	8				7.3	7.3	5.5	77.3	2.7							
	Duck	1-16	8	8				5.6	13.9	13.9	63.9	2.8							
	Fish	1-16	8	8				18.8	18.8	6.3	50.0	6.3							
Salinomycin	Beef	2	2	2					100										
	Pork	2	2	2					100										
	Chicken	2-4	2	2					99.1	0.9									
	Duck	2	2	2					100										
	Fish	2-64	2	2					93.8					6.3					
Streptomycin	Beef	128	128	128											100				
	Pork	128	128	128											100				
	Chicken	128-4096	128	128											94.5	0.9	0.9		3.6
	Duck	128-4096	128	128											94.4		2.8		2.8
	Fish	128-4096	128	128											93.8				6.3
Tetracycline	Beef	2-128	2	128					50.0					25.0	25.0				
	Pork	2-128	2	128					68.4					21.1	10.5				
	Chicken	2-256	64	64					30.9				0.9	62.7	4.5	0.9			
	Duck	2-128	64	128					22.2					63.9	13.9				
	Fish	2-64	2	64					81.3					18.8					
Tigecycline	Beef	0.25-1	0.25	1		50.0	25.0	25.0											
	Pork	0.125-1	0.25	0.5	15.8	52.6	26.3	5.3											
	Chicken	0.125-1	0.25	1	3.6	60.9	19.1	16.4											
	Duck	0.125-1	0.25	1	5.6	55.6	22.2	16.7											
	Fish	0.25-1	0.25	0.5		81.3	12.5	6.3											
Tylosin (Tartrate/Base)	Beef	1-4	2	4				25.0	25.0	50.0									
	Pork	1-8	4	8				10.5	36.8	31.6	21.1								
	Chicken	1-128	2	8				2.7	78.2	8.2	3.6				7.3				
	Duck	2-128	2	8					77.8	5.6	8.3				8.3				
	Fish	1-16	2	8				6.3	68.8	12.5	6.3	6.3							
Vancomycin	Beef	2	2	2					100										
	Pork	2	2	2					100										
	Chicken	2-4	2	2					98.2	1.8									
	Duck	2	2	2					100										
	Fish	2	2	2					100										

*Beef(n=4), Pork(n=19), Chicken(n=110), Duck(n=36), Fishery product(n=16)

Table 87. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=4)	Pork (n=19)	Chicken meat (n=110)	Duck meat (n=36)	Fishery products (n=16)	Total (n=185)
No resistance detected	25.0(1)	36.8(7)	7.3(8)	2.8(1)	25.0(4)	11.4(21)
Resistance 1 CLSI subclass	0(0)	31.6(6)	13.6(15)	2.8(1)	43.8(7)	15.7(29)
Resistance 2 CLSI subclasses	75.0(3)	26.3(5)	38.2(42)	44.4(16)	12.5(2)	36.8(68)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	5.3(1)	33.6(37)	33.3(12)	12.5(2)	28.1(52)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	5.5(6)	13.9(5)	6.3(1)	6.5(12)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.9(1)	2.8(1)	0(0)	1.1(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0.5(1)

나. 수입 축산물 유래 *Enterococcus* spp.

수입 축·수산물에서 분리된 *E. faecium/E. faecalis* 66개 균주의 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 88 및 Table 89와 같다. 수입 축·수산물 유래 *E. faecium/E. faecalis*은 tetracycline(45.5%)의 내성률이 높게 나타났다. Quinupristin/dalfopristin(74.2%)의 내성률도 높게 나타났으나, 이 항생제에 내성을 보인 49균주 중 38균주가 자연내성을 갖는다고 알려진 *E. faecalis*이었기 때문이다. 한편, 모든 *E. faecium/E. faecalis* 균주에서 ampicillin, florfenicol, gentamycin, linezolid, vancomycin은 모든 균주에 대해 감수성을 나타냈다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 수입 닭고기 유래 *E. faecium/E. faecalis*는 tetracycline에서 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖로 다른 축종 유래 균주에 비해 높게 관찰되었다.

수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 66개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 13.6%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 90). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 27.3%로 나타났으며, 닭고기(58.8%)와 돼지고기(27.3%)에서의 다제내성 균주의 비율이 높았다. 수입 소고기에서는 다제내성 *E. faecium/E. faecalis* 가 분리되지 않았다.

Table 88. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=15)	Pork (n=22)	Chicken meat (n=17)	Fishery products (n=12)	Total (n=66)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	0(0)	4.5(1)	5.9(1)	16.7(2)	6.1(4)
Ciprofloxacin	0(0)	0(0)	17.6(3)	8.3(1)	6.1(4)
Daptomycin	0(0)	0(0)	5.9(1)	8.3(1)	3.0(2)
Erythromycin	6.7(1)	22.7(5)	35.3(6)	25.0(3)	22.7(15)
Florfenicol	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Gentamicin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Kanamycin	0(0)	4.5(1)	17.6(3)	0(0)	6.1(4)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Quinupristin/dalfopristin	40.0(6)	95.5(21)	88.2(15)	58.3(7)	74.2(49)
Salinomycin	0(0)	0(0)	11.8(2)	0(0)	3.0(2)
Streptomycin	0(0)	4.5(1)	11.8(2)	0(0)	4.5(3)
Tetracycline	13.3(2)	45.5(10)	82.4(14)	33.3(4)	45.5(30)
Tigecycline	6.7(1)	18.2(4)	29.4(5)	16.7(2)	18.2(12)
Tylosin(Tartrate/Base)	0(0)	18.2(4)	35.3(6)	8.3(1)	16.7(11)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Table 89. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Beef	1-2	1	2				60.0	40.0										
	Pork	1-2	1	1				90.9	9.1										
	Chicken	1	1	1				100											
	Fish	1-2	1	1				91.7	8.3										
Chloramphenicol	Beef	4-8	8	8						13.3	86.7								
	Pork	8-64	8	16							81.8	13.6		4.5					
	Chicken	8-64	8	16							82.4	11.8		5.9					
	Fish	4-64	8	64						16.7	66.7			16.7					
Ciprofloxacin	Beef	0.5-2	1	2			13.3	60.0	26.7										
	Pork	0.5-2	2	2			4.5	36.4	59.1										
	Chicken	0.5-8	2	8			5.9	35.3	41.2	5.9	11.8								
	Fish	0.5-32	2	2			8.3	33.3	50.0				8.3						
Daptomycin	Beef	1-4	4	4				13.3	20.0	66.7									
	Pork	0.5-4	2	4			4.5	9.1	68.2	18.2									
	Chicken	1-8	2	4				41.2	35.3	17.6	5.9								
	Fish	1-8	2	4				8.3	41.7	41.7	8.3								
Erythromycin	Beef	1-8	2	4				40.0	13.3	40.0	6.7								
	Pork	1-128	1	128				50.0	13.6	13.6	4.5				18.2				
	Chicken	1-128	1	128				58.8	5.9						35.3				
	Fish	1-128	2	8				41.7	25.0	8.3	16.7				8.3				
Florfenicol	Beef	2-4	4	4					6.7	93.3									
	Pork	4	4	4						100									
	Chicken	4	4	4						100									
	Fish	2-4	4	4					8.3	91.7									
Gentamicin	Beef	128	128	128											100				
	Pork	128	128	128											100				
	Chicken	128	128	128											100				
	Fish	128	128	128											100				
Kanamycin	Beef	128-512	128	256											73.3	20.0	6.7		
	Pork	128-4096	128	256											86.4	4.5	4.5		4.5
	Chicken	128-4096	128	4096											76.5		5.9		17.6
	Fish	128-256	128	128											91.7	8.3			
Linezolid	Beef	2-4	2	4					66.7	33.3									
	Pork	2-4	2	2					90.9	9.1									
	Chicken	2	2	2					100										
	Fish	2-4	2	2					91.7	8.3									
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	1-8	2	8				26.7	33.3	26.7	13.3								
	Pork	2-16	8	8					4.5	22.7	63.6	9.1							
	Chicken	1-16	8	16				11.8		11.8	58.8	17.6							
	Fish	2-8	4	8					41.7	8.3	50.0								
Salinomycin	Beef	2-4	2	4					86.7	13.3									
	Pork	2	2	2					100										
	Chicken	2-8	2	8					76.5	11.8	11.8								
	Fish	2	2	2					100										
Streptomycin	Beef	128	128	128											100				
	Pork	128-4096	128	128											95.5				4.5
	Chicken	128-4096	128	4096											88.2				11.8
	Fish	128-256	128	128											91.7	8.3			
Tetracycline	Beef	2-64	2	32					86.7				6.7	6.7					
	Pork	2-128	2	128					54.5				9.1	18.2	18.2				
	Chicken	2-256	64	128					17.6					58.8	17.6	5.9			
	Fish	2-128	2	128					66.7				8.3		25.0				
Tigecycline	Beef	0.125-0.5	0.25	0.5	6.7	73.3	20.0												
	Pork	0.125-0.5	0.25	0.5	9.1	68.2	22.7												
	Chicken	0.25-0.5	0.25	0.5		58.8	41.2												
	Fish	0.125-0.5	0.25	0.5	33.3	41.7	25.0												
Tylosin (Tartrate/Base)	Beef	2-8	4	8					33.3	33.3	33.3								
	Pork	2-128	2	128					63.6	4.5	9.1	4.5			18.2				
	Chicken	2-128	2	128					64.7						35.3				
	Fish	2-128	4	8					41.7	33.3	16.7				8.3				
Vancomycin	Beef	2	2	2					100										
	Pork	2	2	2					100										
	Chicken	2	2	2					100										
	Fish	2	2	2					100										

*Beef(n=15), Pork(n=22), Chicken(n=17), Fishery products(n=12)

Table 90. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=15)	Pork (n=22)	Chicken meat (n=17)	Fishery products (n=12)	Total (n=66)
No resistance detected	46.7(7)	4.5(1)	0(0)	8.3(1)	13.6(9)
Resistance 1 CLSI subclass	40.0(6)	36.4(8)	11.8(2)	58.3(7)	34.8(23)
Resistance 2 CLSI subclasses	13.3(2)	31.8(7)	29.4(5)	16.7(2)	24.2(16)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	18.2(4)	35.3(6)	0(0)	15.2(10)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	9.1(2)	5.9(1)	8.3(1)	6.1(4)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	11.8(2)	8.3(1)	4.5(3)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	5.9(1)	0(0)	1.5(1)

제3장. 식중독 세균의 항생제내성

1. *Salmonella* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Salmonella* spp.

국내산 축산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 95균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 91 및 Table 92와 같다. 국내산 소고기에서는 *Salmonella* spp. 균주가 분리되지 않았다. 국내산 돼지고기와 수산물에서도 각각 3주, 1주씩 분리되었으나 검사한 항생제 (16종)에 모두 감수성을 나타냈다. 국내산 축산물 유래 *Salmonella* spp.는 nalidixic acid(65.3%), ampicilin (45.3%)에 대한 내성률이 높게 나타났으나, 모든 균주에서 carbapenem계 항생제인 meropenem에는 감수성을 나타냈다. 국내산 닭고기 유래 *Salmonella* spp.는 nalidixic acid(88.0%)에 대한 내성률이 가장 높게 나타났으며, ampicillin(64.0%), sulfisoxazole(40.0%), tetracycline(38.0%), streptomycin(28.0%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 오리고기 유래 *Salmonella* spp.는 nalidixic acid(43.9%)의 내성률이 가장 높게 나타났으며, 닭고기 유래 균주에 비해 대부분의 항생제에 대한 내성률이 낮게 관찰되었다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상을 나타낸 항생제는 국내산 닭고기에서 nalidixic acid, ampicillin, sulfisoxazole로 확인되었다.

국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 95균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 28.4%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 93). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 42.1%, 닭고기 유래 균주의 64.0%, 오리고기 유래 균주의 19.5%로 관찰되었다. 2018년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율에 대한 유의적 차이는 확인되지 않았다(36.1% → 42.1%, P>0.05).

Table 91. 국내산 축·수산산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Pork (n=3)	Chicken meat (n=50)	Duck meat (n=41)	Fishery product (n=1)	Total (n=95)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	16.0(8)	0(0)	0(0)	8.4(8)
Ampicillin	0(0)	64.0(32)	26.8(11)	0(0)	45.3(43)
Cefepime	0(0)	14.0(7)	0(0)	0(0)	7.4(7)
Cefoxitin	0(0)	8.0(4)	0(0)	0(0)	4.2(4)
Ceftazidime	0(0)	30.0(15)	0(0)	0(0)	15.8(15)
Ceftiofur	0(0)	30.0(15)	0(0)	0(0)	15.8(15)
Chloramphenicol	0(0)	14.0(7)	4.9(2)	0(0)	9.5(9)
Ciprofloxacin	0(0)	0(0)	2.4(1)	0(0)	1.1(1)
Colistin	0(0)	22.0(11)	19.5(8)	0(0)	20.0(19)
Gentamicin	0(0)	10.0(5)	0(0)	0(0)	5.3(5)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	88.0(44)	43.9(18)	0(0)	65.3(62)
Streptomycin	0(0)	28.0(14)	17.1(7)	0(0)	22.1(21)
Sulfisoxazole	0(0)	40.0(20)	17.1(7)	0(0)	28.4(27)
Tetracycline	0(0)	38.0(19)	19.5(8)	0(0)	28.4(27)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	18.0(9)	2.4(1)	0(0)	10.5(10)

Table 92. 국내산 축·수산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Pork	2	2	2					100								
	Chicken	2-64	4	64					36.0	14.0	16.0	18.0	2.0	14.0			
	Duck	2-16	2	8					73.2	7.3	12.2	7.3					
	Fish	2	2	2					100								
Ampicillin	Pork	2	2	2					100								
	Chicken	2-128	128	128					32.0	2.0	2.0				64.0		
	Duck	2-128	2	128					73.2						26.8		
	Fish	2	2	2					100								
Cefepime	Pork	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25-32	0.25	16		84.0					2.0	12.0	2.0				
	Duck	0.25	0.25	0.25		100											
	Fish	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Pork	2-4	4	4					33.3	66.7							
	Chicken	2-32	4	16					38.0	42.0	6.0	6.0	8.0				
	Duck	1-4	2	4				2.4	85.4	12.2							
	Fish	2	2	2					100								
Ceftazidime	Pork	1	1	1				100									
	Chicken	1-32	1	32				70.0				18.0	12.0				
	Duck	1	1	1				100									
	Fish	1	1	1				100									
Ceftiofur	Pork	1	1	1				100									
	Chicken	0.5-16	1	16			6.0	60.0	4.0		2.0	28.0					
	Duck	0.5-1	1	1			9.8	90.2									
	Fish	1	1	1				100									
Chloramphenicol	Pork	8	8	8							100						
	Chicken	4-128	8	128						16.0	66.0	4.0			14.0		
	Duck	4-128	8	8						31.7	63.4				4.9		
	Fish	8	8	8							100						
Ciprofloxacin	Pork	0.125	0.125	0.125	100												
	Chicken	0.125-0.5	0.25	0.5	18.0	58.0	24.0										
	Duck	0.125-2	0.125	0.5	53.7	19.5	24.4		2.4								
	Fish	0.125	0.125	0.125	100												
Colistin	Pork	2	2	2					100								
	Chicken	2-32	2	8					78.0	8.0	6.0	4.0	4.0				
	Duck	2-16	2	16					80.5	4.9		14.6					
	Fish	2	2	2					100								
Gentamicin	Pork	1	1	1				100									
	Chicken	1-128	1	1				90.0						6.0	4.0		
	Duck	1	1	1				100									
	Fish	1	1	1				100									
Meropenem	Pork	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Duck	0.25	0.25	0.25		100											
	Fish	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pork	4	4	4						100							
	Chicken	4-256	256	256						2.0	6.0	4.0		2.0	6.0	80.0	
	Duck	4-256	8	256						39.0	12.2	4.9				43.9	
	Fish	4	4	4						100							
Streptomycin	Pork	16	16	16								100					
	Chicken	16-256	16	256								72.0	2.0		8.0	18.0	
	Duck	16-256	16	128								82.9	2.4		9.8	4.9	
	Fish	16	16	16								100					
Sulfisoxazole	Pork	32	32	32									100				
	Chicken	16-512	64	512								10.0	32.0	18.0			40.0
	Duck	16-512	16	512								61.0	19.5		2.4		17.1
	Fish	16	16	16								100					
Tetracycline	Pork	2	2	2					100								
	Chicken	2-128	2	128					60.0	2.0			10.0	4.0	24.0		
	Duck	2-128	2	64					80.5				2.4	9.8	7.3		
	Fish	2	2	2					100								
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pork	0.125	0.125	0.125	100												
	Chicken	0.125-8	0.125	8	56.0	22.0	2.0	2.0		2.0	16.0						
	Duck	0.125-8	0.125	0.25	82.9	14.6					2.4						
	Fish	0.125	0.125	0.125	100												

* Pork(n=3), Chicken(n=50), Duck(n=41), Fishery product(n=1)

Table 93. 국내산 축·수산물에서 분리한 *Salmonella* spp.다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Pork (n=3)	Chicken meat (n=50)	Duck meat (n=41)	Fishery product (n=1)	Total (n=95)
No resistance detected	100(3)	4.0(2)	51.2(21)	100(1)	28.4(27)
Resistance 1 CLSI subclass	0(0)	28.0(14)	17.1(7)	0(0)	22.1(21)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	4.0(2)	12.2(5)	0(0)	7.4(7)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	2.0(1)	0(0)	0(0)	1.1(1)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	16.0(8)	2.4(1)	0(0)	9.5(9)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	26.0(13)	2.4(1)	0(0)	14.7(14)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	6.0(3)	14.6(6)	0(0)	9.5(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	12.0(6)	0(0)	0(0)	6.3(6)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	2.0(1)	0(0)	0(0)	1.1(1)

*ND: Not determined

나. 수입 축·수산물 유래 *Salmonella* spp.

수입 축·수산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 3균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 94와 같다. 수입 축·수산물 유래 *Salmonella* spp.의 축종별 내성률은 분리균주 수가 적어 산출하지 않았다. 분리된 3개 균주 중 수산물 유래 1개 균주는 모든 항생제에 감수성을 보였으며, 나머지 2개 균주는 3개 이상의 항생제 계열에 내성을 나타낸 다제내성 균주였다.

Table 94. 수입 축·수산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성 패턴

Strain No.	Resistance patterns*	No. of resistance CLSI subclasses	Source
8	AMP, CHL, FIS, STR, SXT, TET	5	Pork meat(Spain)
80	AmC, AMP, CAZ, FIS, FOX, NAL, TET, XNL	7	Chicken meat(Brazil)
188	-	0	Fishery product(China)

* AMP, ampicillin; CHL, chloramphenicol; FIS, sulfisoxazole; STR, streptomycin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; TET, tetracycline; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CAZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; NAL, nalidixic acid; XNL, ceftiofur

2. *Staphylococcus aureus*

가. 국내산 축·수산물 유래 *Staphylococcus aureus*

국내산 축·수산물에서 분리된 *S. aureus* 207개 균주의 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 95 및 Table 96과 같다. 국내산 축·수산물 유래 *S.aureus*의 내성률은 penicillin(56.0%)에서 가장 높게 나타났으며, ciprofloxacin(27.5%), tetracycline(23.7%), erythromycin(22.7%) 순으로 높게 나타났다. 반면 linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin에 대해 모든 균주는 감수성을 나타냈다. *mecA* 유전자가 확인된 3개 균주는 소고기, 돼지고기, 닭고기에서 각각 1개 균주씩 분리되었으며, 모두 penicillin과 cefoxitin에 공통적으로 내성을 나타냈다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 닭고기 유래 균주에서 ciprofloxacin의 MIC_{50}은 2 ㎍/㎖로 다른 축종 유래 균주에 비해 높게 관찰되었다.

국내산 축·수산물에서 분리한 *S. aureus* 207개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 26.1%가 검사한 모든 항생제(17종)에 감수성을 나타내었다(Table 97). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 28.0%, 소고기 유래 균주의 2.7%, 돼지고기 유래 균주의 51.3%, 닭고기 유래 균주의 32.0%, 오리고기 유래 균주의 6.3%, 수산물 유래 균주의 26.7%로 관찰되었다. 2018년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율에 대해 유의적인 차이가 확인되지 않았다(21.2% → 28.0%, P〉0.05).

Table 95. 국내산 축·수산물에서 분리한 *S.aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=37)	Pork (n=39)	Chicken meat (n=100)	Duck meat (n=16)	Fishery products (n=15)	Total (n=207)
Cefoxitin	24.3(9)	7.7(3)	4.0(4)	12.5(2)	13.3(2)	9.7(20)
Chloramphenicol	0(0)	43.6(17)	1.0(1)	0(0)	6.7(1)	9.2(19)
Ciprofloxacin	0(0)	41.0(16)	41.0(41)	0(0)	0(0)	27.5(57)
Clindamycin	2.7(1)	38.5(15)	22.0(22)	0(0)	0(0)	18.4(38)
Erythromycin	8.1(3)	35.9(14)	26.0(26)	0(0)	26.7(4)	22.7(47)
Fusidate	8.1(3)	15.4(6)	2.0(2)	0(0)	53.3(8)	9.2(19)
Gentamicin	0(0)	41.0(16)	10.0(10)	6.3(1)	0(0)	13.0(27)
Kanamycin	0(0)	41.0(16)	10.0(10)	6.3(1)	6.7(1)	13.5(28)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Penicillin	59.5(22)	74.4(29)	43.0(43)	50.0(8)	93.3(14)	56.0(116)
Quinupristin/dalfopristin	2.7(1)	25.6(10)	0(0)	0(0)	0(0)	5.3(11)
Rifampin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	5.4(2)	5.1(2)	0(0)	0(0)	0(0)	1.9(4)
Tetracycline	0(0)	46.2(18)	29.0(29)	6.3(1)	6.7(1)	23.7(49)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	0(0)	33.3(13)	1.0(1)	0(0)	0(0)	6.8(14)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

Table 96. 국내산 축·수산물에서 분리한 *S.aureus* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)															
					≤0.016	0.032	0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Cefoxitin	Beef	4-8	4	8									75.7	24.3						
	Pork	2-8	4	4								2.6	89.7	7.7						
	Chicken	0.5-8	4	4						1.0		7.0	88.0	4.0						
	Duck	0.5-8	4	8						6.3		12.5	68.8	12.5						
	Fish	2-16	4	8								13.3	73.3	6.7	6.7					
Chloramphenicol	Beef	4-16	8	8									5.4	91.9	2.7					
	Pork	8-64	8	64										56.4		5.1	38.5			
	Chicken	4-64	8	8									16.0	79.0	4.0		1.0			
	Duck	4-8	8	8									12.5	87.5						
	Fish	4-128	8	8									13.3	80.0				6.7		
Ciprofloxacin	Beef	0.25-0.5	0.5	0.5					37.8	62.2										
	Pork	0.25-16	0.5	16					28.2	30.8				20.5	20.5					
	Chicken	0.25-16	2	16					26.0	12.0	10.0	11.0		27.0	14.0					
	Duck	0.25-2	0.25	1					62.5	12.5	18.8	6.3								
	Fish	0.25-0.5	0.25	0.5					66.7	33.3										
Clindamycin	Beef	0.125-8	0.125	0.125				94.6		2.7				2.7						
	Pork	0.125-8	0.125	8				56.4	2.6	2.6				38.5						
	Chicken	0.125-8	0.125	8				77.0		1.0				22.0						
	Duck	0.125-0.25	0.125	0.125				93.8	6.3											
	Fish	0.125	0.125	0.125				100												
Erythromycin	Beef	0.25-16	0.5	0.5					10.8	81.1					8.1					
	Pork	0.25-16	0.5	16					15.4	43.6	5.1				35.9					
	Chicken	0.25-16	0.5	16					26.0	45.0		2.0	1.0	2.0	24.0					
	Duck	0.25-1	0.5	0.5					18.8	75.0	6.3									
	Fish	0.5-16	0.5	16						73.3					26.7					
Fusidate	Beef	0.5-8	0.5	0.5						91.9				8.1						
	Pork	0.5-8	0.5	8						84.6			2.6	12.8						
	Chicken	0.5-8	0.5	0.5						98.0				2.0						
	Duck	0.5	0.5	0.5						100										
	Fish	0.5-8	4	8						46.7			13.3	40.0						
Gentamicin	Beef	1	1	1							100									
	Pork	1-32	1	32							56.4			2.6	23.1	17.9				
	Chicken	1-32	1	16							89.0			1.0	6.0	4.0				
	Duck	1-32	1	1							93.8					6.3				
	Fish	1-4	1	1							93.3		6.7							
Kanamycin	Beef	4	4	4									100							
	Pork	4-128	4	128									51.3	5.1		2.6	15.4	25.6		
	Chicken	4-128	4	64									87.0	2.0		1.0	2.0	8.0		
	Duck	4-128	4	4									93.8					6.3		
	Fish	4-64	4	32									86.7			6.7	6.7			
Linezolid	Beef	1-4	2	2							5.4	91.9	2.7							
	Pork	1-2	2	2							20.5	79.5								
	Chicken	1-2	2	2							29.0	71.0								
	Duck	1-2	2	2							18.8	81.3								
	Fish	1-2	2	2							13.3	86.7								
Mupirocin	Beef	0.5-1	0.5	0.5						97.3	2.7									
	Pork	0.5-2	0.5	0.5						97.4		2.6								
	Chicken	0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5-2	0.5	0.5						93.8		6.3								
	Fish	0.5	0.5	0.5						100										
Penicillin	Beef	0.125-4	2	4				40.5			8.1	2.7	48.6							
	Pork	0.125-4	1	4				25.6		5.1	23.1	2.6	43.6							
	Chicken	0.125-4	0.125	4				57.0	3.0	3.0	2.0	4.0	31.0							
	Duck	0.125-4	0.125	4				50.0	25.0	6.3			18.8							
	Fish	0.125-4	0.5	4				6.7	6.7	46.7	6.7		33.3							

(*continued*)

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)														
					≤0.016	0.032	0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	0.5-8	1	1						35.1	62.2			2.7						
	Pork	0.5-8	1	8						43.6	15.4	15.4	10.3	15.4						
	Chicken	0.5-2	0.5	2						63.0	25.0	12.0								
	Duck	0.5-1	0.5	1						56.3	43.8									
	Fish	0.5-1	0.5	1						80.0	20.0									
Rifampin	Beef	0.016-0.032	0.016	0.032	64.9	35.1														
	Pork	0.016-1	0.016	0.016	94.9	2.6					2.6									
	Chicken	0.016-1	0.016	0.016	97.0	2.0					1.0									
	Duck	0.016-0.032	0.016	0.032	87.5	12.5														
	Fish	0.016	0.016	0.016	100															
Streptomycin	Beef	4-8	8	8									48.6	51.4						
	Pork	4-64	8	64									35.9	28.2	2.6		33.3			
	Chicken	4-64	4	8									70.0	27.0	1.0		2.0			
	Duck	4-8	4	8									56.3	43.8						
	Fish	4-8	4	8									66.7	33.3						
Sulfamethoxazole	Beef	64-1024	64	128													86.5	8.1		5.4
	Pork	64-1024	64	128													89.7	5.1		5.1
	Chicken	64-256	64	64													96.0	2.0	2.0	
	Duck	64	64	64													100			
	Fish	64-128	64	128													86.7	13.3		
Tetracycline	Beef	0.5-8	0.5	0.5						91.9	5.4			2.7						
	Pork	0.5-32	0.5	32						53.8						46.2				
	Chicken	0.5-32	0.5	32						71.0						29.0				
	Duck	0.5-32	0.5	1						87.5	6.3					6.3				
	Fish	0.5-16	0.5	0.5						93.3					6.7					
Tiamulin	Beef	0.5-8	1	1						32.4	64.9			2.7						
	Pork	0.5-8	1	8						28.2	33.3			38.5						
	Chicken	0.5-1	0.5	1						66.0	34.0									
	Duck	0.5-1	0.5	1						50.0	50.0									
	Fish	0.5-1	1	1						20.0	80.0									
Trimethoprim	Beef	2	2	2								100								
	Pork	2-64	2	64								66.7					33.3			
	Chicken	2-64	2	2								98.0	1.0				1.0			
	Duck	2-4	2	2								93.8	6.3							
	Fish	2	2	2								100								
Vancomycin	Beef	1-2	1	2							75.7	24.3								
	Pork	1	1	1							100									
	Chicken	1-4	1	2							65.0	34.0	1.0							
	Duck	1-2	1	2							75.0	25.0								
	Fish	1	1	1							100									

*Beef(n=37), Pork(n=39), Chicken(n=100), Duck(n=16), Fishery product(n=15)

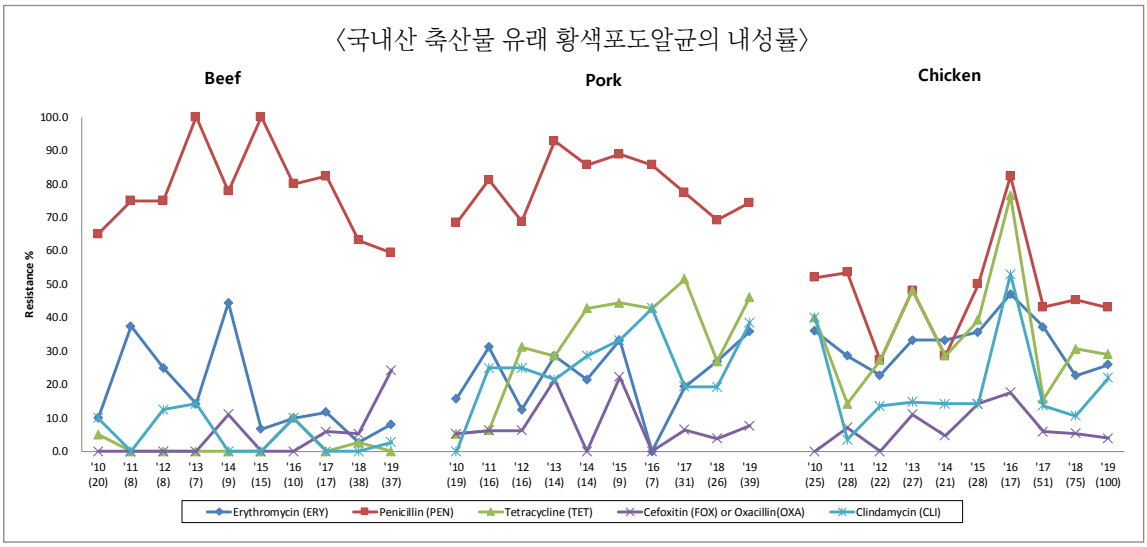
Table 97. 국내산 축·수산물에서 분리한 *S.aureus* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=37)	Pork (n=39)	Chicken meat (n=100)	Duck meat (n=16)	Fishery products (n=15)	Total (n=207)
No resistance detected	32.4(12)	7.7(3)	31.0(31)	50.0(8)	0(0)	26.1(54)
Resistance 1 CLSI subclass	32.4(12)	20.5(8)	26.0(26)	31.3(5)	26.7(4)	26.6(55)
Resistance 2 CLSI subclasses	32.4(12)	20.5(8)	11.0(11)	12.5(2)	46.7(7)	19.3(40)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	5.1(2)	11.0(11)	6.3(1)	20.0(3)	8.2(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	7.7(3)	10.0(10)	0(0)	6.7(1)	6.8(14)
Resistance 5 CLSI subclasses	2.7(1)	2.6(1)	8.0(8)	0(0)	0(0)	4.8(10)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	2.6(1)	3.0(3)	0(0)	0(0)	1.9(4)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	10.3(4)	0(0)	0(0)	0(0)	1.9(4)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	10.3(4)	0(0)	0(0)	0(0)	1.9(4)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	10.3(4)	0(0)	0(0)	0(0)	1.9(4)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	2.6(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0.5(1)

【국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2010-2019)】

'10년부터 '19년까지 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성을 분석한 결과, 축종에 따라 내성 추이는 다소 차이가 있었다. Penicillin에 대한 내성률이 다른 항생제에 비해 가장 높게 나타났으며, 모든 축종(소고기, 돼지고기, 닭고기)에서 '19년도 penicillind의 내성률은 전년도('18년)와 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05). tetracycline의 경우 소고기에서 내성률이 가장 낮았으며, 소고기, 돼지고기, 닭고기에서 '18년과 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05). Clindamycin 및 erythromycin의 경우에도 모든 축종에서 '18년과 비슷한 내성률을 나타내었다(P〉0.05). Cefoxitin의 경우 소고기에서 '18년에 비해 내성률이 상승(5.3%→23.4%, P〈0.05)하였으나, 돼지고기와 닭고기에서는 '18년에 비해 유의적 차이가 없었다(P〉0.05).

〈국내산 축산물 유래 황색포도알균의 내성률〉



나. 수입 축·수산물 유래 *Staphylococcus aureus*

수입 축·수산물에서 분리된 *S. aureus* 143개 균주의 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 98 및Table 99와 같다. 수입 축·수산물 유래 *S. aureus*의 내성률은 penicillin(45.5%)에서 가장 높게 나타났으며, erythromycin(18.2%), tetracycline(9.8%), clindamycin(9.8%) 순으로 나타났다. Linezolid, mupirocin, rifampin, sulfamethoxazole, vancomycin 항생제에는 모든 분리균주에 대해 100% 감수성을 나타내었다.

수입 축·수산물에서 분리한 *S. aureus* 143개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 43.4%가 검사한 모든 항생제(17종)에 감수성을 나타내었다(Table 100). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 9.1%, 돼지고기 유래 균주의 10.8%, 닭고기 유래 균주의 11.1%, 수산물 유래 균주의 15.4%로 관찰되었다. 소고기 유래 균주에서는 다제내성 균주가 확인되지 않았다. 2018년 결과와 비교했을 때 다제내성 균주는 감소하였다($P<0.05$).

Table 98. 수입 축·수산물에서 분리한 *S. aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=29)	Pork (n=65)	Chicken meat (n=36)	Fishery products (n=13)	Total (n=143)
Cefoxitin	3.4(1)	7.7(5)	0(0)	7.7(1)	4.9(7)
Chloramphenicol	0(0)	4.6(3)	2.8(1)	0(0)	2.8(4)
Ciprofloxacin	0(0)	6.2(4)	2.8(1)	7.7(1)	4.2(6)
Clindamycin	0(0)	7.7(5)	25.0(9)	0(0)	9.8(14)
Erythromycin	13.8(4)	9.2(6)	36.1(13)	23.1(3)	18.2(26)
Fusidate	3.4(1)	1.5(1)	0(0)	23.1(3)	3.5(5)
Gentamicin	0(0)	0(0)	0(0)	15.4(2)	1.4(2)
Kanamycin	3.4(1)	0(0)	2.8(1)	15.4(2)	2.8(4)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Penicillin	48.3(14)	47.7(31)	22.2(8)	92.3(12)	45.5(65)
Quinupristin/dalfopristin	0(0)	1.5(1)	2.8(1)	0(0)	1.4(2)
Rifampin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	ND	ND	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	0(0)	16.9(11)	8.3(3)	0(0)	9.8(14)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	0(0)	9.2(6)	0(0)	0(0)	4.2(6)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

Table 99. 수입 축·수산물에서 분리한 *S. aureus* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)															
					≤0.016	0.032	0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Cefoxitin	Beef	2-8	4	4								10.3	86.2	3.4						
	Pork	2-16	4	4								9.2	83.1	6.2	1.5					
	Chicken	2-4	4	4								2.8	97.2							
	Fish	2-8	4	4								7.7	84.6	7.7						
Chloramphenicol	Beef	4-8	8	8									3.4	96.6						
	Pork	4-64	8	8									9.2	84.6	1.5		4.6			
	Chicken	4-64	8	8									8.3	86.1	2.8		2.8			
	Fish	8	8	8										100						
Ciprofloxacin	Beef	0.25-0.5	0.25	0.5					58.6	41.4										
	Pork	0.25-16	0.25	2					55.4	27.7	1.5	9.2		3.1	3.1					
	Chicken	0.25-16	0.25	1					77.8	8.3	5.6	5.6			2.8					
	Fish	0.25-16	0.25	0.5					76.9	15.4					7.7					
Clindamycin	Beef	0.125-0.25	0.125	0.125				96.6	3.4											
	Pork	0.125-8	0.125	0.25				86.2	4.6	1.5				7.7						
	Chicken	0.125-8	0.125	8				75.0						25.0						
	Fish	0.125	0.125	0.125				100												
Erythromycin	Beef	0.25-16	0.5	16					3.4	82.8					13.8					
	Pork	0.25-16	0.5	0.5					10.8	80.0					9.2					
	Chicken	0.25-16	0.5	16					13.9	50.0				2.8	33.3					
	Fish	0.5-16	0.5	16						76.9					23.1					
Fusidate	Beef	0.5-2	0.5	0.5						96.6		3.4								
	Pork	0.5-8	0.5	0.5						98.5				1.5						
	Chicken	0.5	0.5	0.5						100										
	Fish	0.5-8	0.5	8						76.9				23.1						
Gentamicin	Beef	1	1	1							100									
	Pork	1	1	1							100									
	Chicken	1	1	1							100									
	Fish	1-32	1	16							84.6				7.7	7.7				
Kanamycin	Beef	4-128	4	4									93.1	3.4				3.4		
	Pork	4	4	4									100							
	Chicken	4-128	4	4									97.2					2.8		
	Fish	4-128	4	128									84.6					15.4		
Linezolid	Beef	1-4	2	2							3.4	93.1	3.4							
	Pork	1-2	2	2							7.7	92.3								
	Chicken	1-2	2	2							16.7	83.3								
	Fish	2	2	2								100								
Mupirocin	Beef	0.5	0.5	0.5						100										
	Pork	0.5	0.5	0.5						100										
	Chicken	0.5	0.5	0.5						100										
	Fish	0.5	0.5	0.5						100										
Penicillin	Beef	0.125-4	0.125	4				51.7	3.4	20.7	3.4	3.4	17.2							
	Pork	0.125-4	0.125	4				52.3	1.5	3.1	9.2	1.5	32.3							
	Chicken	0.125-4	0.125	4				77.8		2.8	2.8	2.8	13.9							
	Fish	0.125-4	2	4				7.7		38.5		7.7	46.2							
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	0.5-1	1	1						44.8	55.2									
	Pork	0.5-4	1	1						35.4	61.5	1.5	1.5							
	Chicken	0.5-8	0.5	1						61.1	33.3	2.8		2.8						
	Fish	0.5	0.5	0.5						100										
Rifampin	Beef	0.016-0.032	0.016	0.016	93.1	6.9														
	Pork	0.016-1	0.016	0.016	92.3	6.2					1.5									
	Chicken	0.016	0.016	0.016	100															
	Fish	0.016	0.016	0.016	100															
Streptomycin	Beef	4-64	8	8									34.5	62.1			3.4			
	Pork	4-64	8	8									47.7	49.2	1.5		1.5			
	Chicken	4-16	4	8									55.6	36.1	8.3					
	Fish	4-8	4	8									53.8	46.2						
Sulfamethoxazole	Beef	64-256	64	128													89.7	6.9	3.4	
	Pork	64-256	64	128													87.7	7.7	4.6	
	Chicken	64	64	64													100			
	Fish	64-128	64	64													92.3	7.7		
Tetracycline	Beef	0.5-1	0.5	0.5						93.1	6.9									
	Pork	0.5-32	0.5	32						80.0	3.1					16.9				
	Chicken	0.5-32	0.5	0.5						91.7						8.3				
	Fish	0.5	0.5	0.5						100										
Tiamulin	Beef	0.5-2	1	1						10.3	86.2	3.4								
	Pork	0.5-8	1	1						43.1	53.8			3.1						
	Chicken	0.5-8	0.5	1						80.6	13.9			5.6						
	Fish	0.5-1	1	1						46.2	53.8									
Trimethoprim	Beef	2-8	2	2								96.6		3.4						
	Pork	2-64	2	4								86.2	4.6				9.2			
	Chicken	2	2	2								100								
	Fish	2	2	2								100								
Vancomycin	Beef	1-4	1	1							93.1	3.4	3.4							
	Pork	1-2	1	2							73.8	26.2								
	Chicken	1-2	1	2							88.9	11.1								
	Fish	1	1	1							100									

*Beef(n=29), Pork(n=65), Chicken(n=36), Fishery product(n=13)

Table 100. 수입 축·수산물에서 분리한 *S. aureus* 다제내성

Antimicrobials	% (No.) of resistance isolates				
	Beef (n=29)	Pork (n=65)	Chicken meat (n=36)	Fishery products (n=13)	Total (n=143)
No resistance detected	37.9(11)	47.7(31)	52.8(19)	7.7(1)	43.4(62)
Resistance 1 CLSI subclass	51.7(15)	23.1(15)	13.9(5)	30.8(4)	27.3(39)
Resistance 2 CLSI subclasses	10.3(3)	18.5(12)	22.2(8)	46.2(6)	20.3(29)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	1.5(1)	8.3(3)	15.4(2)	4.2(6)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	3.1(2)	0(0)	0(0)	1.4(2)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	3.1(2)	0(0)	0(0)	1.4(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	1.5(1)	0(0)	0(0)	0.7(1)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	1.5(1)	2.8(1)	0(0)	1.4(2)

3. *Campylobacter* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

국내산 축산물 시료에서 분리된 *C. jejuni* 3개 균주 및 *C. coli* 6개 균주 등 총 9개 균주에 대한 주요 항생제 내성률은 Table 101과 같다. 9개 균주 중 닭고기 유래 1개 균주를 제외한 8개 균주가 오리고기에서 분리되었으며, ciprofloxacin과 nalidixic acid에 공통적으로 내성을 나타냈다. 9개 균주 중 5개 균주가 3개 이상의 항생제 계열에 내성을 보였으며, 최대 6개 subclass에 내성을 나타냈다.

Table 101. 국내산 축산물에서 분리한 *C. jejuni/C. coli* 항생제 내성 패턴

Strain No.	Resistance patterns*	No. of resistance CLSI subclasses	Source
20	CIP, NAL	2	Chicken meat(domestic)
54	CIP, NAL	2	Duck meat(domestic)
253	CIP, TET, NAL	3	Duck meat(domestic)
300	CIP, NAL	2	Duck meat(domestic)
376	CIP, GEN, TET, NAL	4	Duck meat(domestic)
469	CIP, TET, NAL	3	Duck meat(domestic)
579	CIP, NAL	2	Duck meat(domestic)
724	CIP, TET, NAL	3	Duck meat(domestic)
914	AZI, CIP, ERY, TET, NAL, TEL, CLI	6	Duck meat(domestic)

* CIP, ciprofloxacin; NAL, nalidixic acid; TET, tetracycline; GEN, gentamicin; AZI, azithromycin, ERY, erythromycin; TEL, telithromycin; CLI, clindamycin

나. 수입 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

수입 축산물에서는 *C. jejuni* 또는 *C. coli* 가 분리되지 않았다.

【 2018년 보고서 수정】

1. Table 6. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 지표세균 (2018년 보고서 p18)

<당초>

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pig	Chicken	Ducks	Subtotal	
Escherichia coli	No. of farms	720	611	306	72	1,709	533	491	427	73	1,524	3,233
	No. of samples	1,112	1,179	1,044	754	4,089	829	903	1,155	848	3,735	7,824
	No. of isolates	178	166	163	123	630	74	70	81	72	297	940

<변경>

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pig	Chicken	Ducks	Subtotal	
Escherichia coli	No. of farms	720	611	306	72	1,709	533	491	427	73	1,524	3,233
	No. of samples	1,112	1,179	1,044	754	4,089	829	903	1,155	848	3,735	7,824
	No. of isolates	178	166	163	123	630	74	70	81	72	297	927

2. Table 13. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도 (2018년 보고서 p27)

<당초>

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Sulfisoxazole	Cattle	16 - 512	16	512								74.3	8.1			3.8	17.6
	Pig	16 - 512	512	512								31.4				10.3	68.6
	Chicken	16 - 512	512	512								37.0	4.9				58.0
	Duck	16 - 512	16	512								51.4	8.3			22.7	40.3

<변경>

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Sulfisoxazole	Cattle	16 - 512	16	512								74.3	8.1				17.6
	Pig	16 - 512	512	512								31.4					68.6
	Chicken	16 - 512	512	512								37.0	4.9				58.0
	Ducks	16 - 512	16	512								51.4	8.3				40.3

3. Table 11, 14, 17, 20, 23, 26 지표세균의 항생제 내성률 (2018년 보고서 p25, p28, p32, p35, p38, p41)

<당초> * 농가별 1개 이상 균주 검사

<변경> * 농가당 1개 균주 검사

【 2018년 보고서 수정】

4. Table 53. 반려동물로부터 분리한 병원성 세균 (2018년 보고서 p73-p75)

<당초>

Samples	Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Diarrhea	Others	No. of hospitals	24	23	47
		No. of animals	208	87	295
		No. of samples	208	87	295
		No. of isolates	0	0	0
Skin/Ear	Others	No. of hospitals	37	23	60
		No. of animals	1,161	113	1,274
		No. of samples	1,189	114	1,303
		No. of isolates	0	0	0
Urine	Others	No. of hospitals	20	16	36
		No. of animals	80	31	111
		No. of samples	81	31	112
		No. of isolates	0	0	0
Respiratory system	Others	No. of hospitals	19	15	34
		No. of animals	97	37	134
		No. of samples	97	37	134
		No. of isolates	0	0	0
Genital organ	Others	No. of hospitals	26	8	34
		No. of animals	229	6	235
		No. of samples	229	6	235
		No. of isolates	0	0	0

<변경>

Samples	Bacterial species		Dogs	Cats	Total
Diarrhea	Others	No. of hospitals	24	23	47
		No. of animals	208	87	295
		No. of samples	208	87	295
		No. of isolates	25	5	30
Skin/Ear	Others	No. of hospitals	37	23	60
		No. of animals	1,161	113	1,274
		No. of samples	1,189	114	1,303
		No. of isolates	47	5	52
Urine	Others	No. of hospitals	20	16	36
		No. of animals	80	31	111
		No. of samples	81	31	112
		No. of isolates	6	2	8
Respiratory system	Others	No. of hospitals	19	15	34
		No. of animals	97	37	134
		No. of samples	97	37	134
		No. of isolates	9	3	12
Genital organ	Others	No. of hospitals	26	8	34
		No. of animals	229	6	235
		No. of samples	229	6	235
		No. of isolates	21	0	21

【 2018년 보고서 수정】

5. Table 72. 국내산 및 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* (2018년 보고서 p94)

<당초>

Bacterial species	Domestic meats					Imported meats			
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Fishery products	Beef	Pork	Chicken meat	Fishery products
E. faecalis	0	6	45	24	2	5	6	21	8
E. faecium	8	8	7	5	1	7	3	0	3

<변경>

Bacterial species	Domestic meats					Imported meats			
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Fishery products	Beef	Pork	Chicken meat	Fishery products
E. faecalis	0	6	45	24	2	5	6	21	8
E. faecium	5	8	7	5	1	7	3	0	3

6. 1. *Escherichia coli* 가. 국내산 축·수산물 유래 *E. coli* 본문(2018년 보고서 p95)

<당초>

국내산 축·수산물에서 분리한 대장균 483균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 30.6%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 76). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 56.2%, 소고기 유래 균주의 21.3%, 돼지고기 유래 균주의 61.1%, 닭고기 유래 균주의 85.7%, 오리고기 유래 균주의 46.9%로 관찰되었다. 수산물에서는 다제내성 균주가 관찰되지 않았으며, 다른 축종에 비해 닭고기에서 다제내성 균주가 많이 분리되었다. 2017년 결과와 비교했을 때 감수성 균주는 유사한 비율로 나타났으며(30.3% → 30.6%), 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소폭 감소하였다(59.2% → 56.2%).

<변경>

국내산 축·수산물에서 분리한 대장균 468균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 30.6%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 76). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 56.2%, 소고기 유래 균주의 21.3%, 돼지고기 유래 균주의 61.1%, 닭고기 유래 균주의 85.7%, 오리고기 유래 균주의 53.1%로 관찰되었다. 수산물에서는 다제내성 균주가 관찰되지 않았으며, 다른 축종에 비해 닭고기에서 다제내성 균주가 많이 분리되었다. 2017년 결과와 비교했을 때 감수성 균주는 유사한 비율로 나타났으며(30.3% → 30.6%), 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소폭 감소하였다(59.2% → 56.2%).

【 2018년 보고서 수정】

7. Table 77. 수입 축·수산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률(2018년 보고서 p99)

<당초>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=27)	Pork (n=43)	Chicken meat (n=40)	Fishery products (n=7)	Total (n=117)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	2.3(1)	7.5(3)	0(0)	3.6(4)
Ampicillin	11.1(3)	32.6(14)	52.5(21)	28.6(2)	34.2(40)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	2.3(1)	5.0(2)	0(0)	2.6(3)
Ceftazidime	0(0)	2.3(1)	5.0(2)	0(0)	2.6(3)
Ceftiofur	3.7(1)	4.7(2)	10.0(4)	0(0)	6.0(7)
Chloramphenicol	0(0)	16.3(7)	10.0(4)	14.3(1)	10.3(12)
Ciprofloxacin	0(0)	4.7(2)	10.0(4)	14.3(1)	6.0(7)
Colistin	0(0)	0(0)	2.5(1)	14.3(1)	1.7(2)
Gentamicin	0(0)	4.7(2)	7.5(3)	14.3(1)	5.1(6)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	11.6(5)	32.5(13)	14.3(1)	16.2(19)
Streptomycin	11.1(3)	27.9(12)	50.0(20)	28.6(2)	31.6(37)
Sulfisoxazole	11.1(3)	27.9(12)	22.5(9)	14.3(1)	21.4(25)
Tetracycline	11.1(3)	27.9(12)	40.0(16)	42.9(3)	33.3(39)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	25.6(11)	12.5(5)	14.3(1)	14.5(17)

<변경>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=27)	Pork (n=43)	Chicken meat (n=40)	Fishery products (n=7)	Total (n=117)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	2.3(1)	7.5(3)	0(0)	3.6(4)
Ampicillin	11.1(3)	32.6(14)	52.5(21)	28.6(2)	34.2(40)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	2.3(1)	5.0(2)	0(0)	2.6(3)
Ceftazidime	0(0)	2.3(1)	5.0(2)	0(0)	2.6(3)
Ceftiofur	3.7(1)	4.7(2)	10.0(4)	0(0)	6.0(7)
Chloramphenicol	0(0)	16.3(7)	10.0(4)	14.3(1)	10.3(12)
Ciprofloxacin	0(0)	4.7(2)	10.0(4)	14.3(1)	6.0(7)
Colistin	0(0)	0(0)	2.5(1)	14.3(1)	1.7(2)
Gentamicin	0(0)	4.7(2)	7.5(3)	14.3(1)	5.1(6)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	11.6(5)	32.5(13)	14.3(1)	16.2(19)
Streptomycin	11.1(3)	27.9(12)	50.0(20)	28.6(2)	31.6(37)
Sulfisoxazole	11.1(3)	27.9(12)	22.5(9)	14.3(1)	21.4(25)
Tetracycline	11.1(3)	39.5(17)	40.0(16)	42.9(3)	33.3(39)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	25.6(11)	12.5(5)	14.3(1)	14.5(17)

【 2018년 보고서 수정】

8. Table 80. 국내산 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis* 항생제 내성률(2018년 보고서 p103)

<당초>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=5)	Pork (n=14)	Chicken meat (n=52)	Duck meat (n=29)	Fishery products (n=3)	Total (n=103)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	0(0)	14.3(2)	7.7(4)	6.9(2)	0(0)	7.8(8)
Ciprofloxacin	0(0)	7.1(1)	15.4(8)	13.8(4)	0(0)	12.6(13)
Daptomycin	20.0(1)	14.3(2)	3.8(2)	0(0)	0(0)	4.9(5)
Erythromycin	0(0)	14.3(2)	26.9(14)	3.4(1)	0(0)	16.5(17)
Florfenicol	0(0)	14.3(2)	7.7(4)	6.9(2)	0(0)	7.8(8)
Gentamicin	0(0)	0(0)	1.9(1)	0(0)	0(0)	1.0(1)
Kanamycin	0(0)	7.1(1)	11.5(6)	0(0)	0(0)	6.8(7)
Linezolid	0(0)	7.1(1)	3.8(2)	3.4(1)	0(0)	3.9(4)
Quinuprostin/dalfopristin	0(0)	35.7(5)	86.5(45)	79.3(23)	66.7(2)	72.8(75)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	0(0)	14.3(2)	11.5(6)	3.4(1)	0(0)	8.7(9)
Tetracycline	0(0)	42.9(6)	69.2(36)	79.3(3)	0(0)	63.1(65)
Tigecycline	20.0(1)	7.1(1)	0(0)	3.4(1)	0(0)	2.9(3)
Tylosin(Tartrate/Base)	0(0)	14.3(2)	26.9(14)	3.4(1)	0(0)	16.5(17)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

<변경>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	Beef (n=5)	Pork (n=14)	Chicken meat (n=52)	Duck meat (n=29)	Fishery products (n=3)	Total (n=103)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	0(0)	14.3(2)	7.7(4)	6.9(2)	0(0)	7.8(8)
Ciprofloxacin	0(0)	7.1(1)	15.4(8)	13.8(4)	0(0)	12.6(13)
Daptomycin	20.0(1)	14.3(2)	3.8(2)	0(0)	0(0)	4.9(5)
Erythromycin	0(0)	14.3(2)	26.9(14)	3.4(1)	0(0)	16.5(17)
Florfenicol	0(0)	14.3(2)	7.7(4)	6.9(2)	0(0)	7.8(8)
Gentamicin	0(0)	0(0)	1.9(1)	0(0)	0(0)	1.0(1)
Kanamycin	0(0)	7.1(1)	11.5(6)	0(0)	0(0)	6.8(7)
Linezolid	0(0)	7.1(1)	3.8(2)	3.4(1)	0(0)	3.9(4)
Quinuprostin/dalfopristin	0(0)	35.7(5)	86.5(45)	79.3(23)	66.7(2)	72.8(75)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	0(0)	14.3(2)	11.5(6)	3.4(1)	0(0)	8.7(9)
Tetracycline	0(0)	42.9(6)	69.2(36)	79.3(23)	0(0)	63.1(65)
Tigecycline	20.0(1)	7.1(1)	0(0)	3.4(1)	0(0)	2.9(3)
Tylosin(Tartrate/Base)	0(0)	14.3(2)	26.9(14)	3.4(1)	0(0)	16.5(17)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

【 2018년 보고서 수정】

9. Table 86. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률(2018년 보고서 p109)

<당초>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pork (n=4)	Chicken meat (n=47)	Duck meat (n=46)	Total (n=97)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	2.1(1)	2.2(1)	2.1(2)
Ampicillin	25.0(1)	55.3(26)	13.0(6)	34.0(33)
Cefepime	0(0)	8.5(4)	2.2(1)	5.2(5)
Cefoxitin	0(0)	2.1(1)	2.2(1)	2.1(2)
Ceftazidime	0(0)	12.8(6)	4.3(2)	8.2(8)
Ceftiofur	0(0)	14.9(7)	4.3(2)	9.3(9)
Chloramphenicol	0(0)	10.6(5)	4.3(2)	7.2(7)
Ciprofloxacin	0(0)	2.1(1)	4.3(2)	3.1(3)
Colistin	0(0)	10.6(5)	4.3(2)	8.2(8)
Gentamicin	0(0)	10.6(5)	4.3(2)	7.2(7)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	89.4(42)	34.8(16)	59.8(58)
Streptomycin	50.0(2)	44.7(21)	13.0(6)	29.9(29)
Sulfisoxazole	25.0(1)	46.8(22)	13.0(6)	29.9(29)
Tetracycline	50.0(2)	42.6(20)	15.2(7)	29.9(29)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	8.5(4)	4.3(2)	6.2(6)

<변경>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pork (n=4)	Chicken meat (n=47)	Duck meat (n=46)	Total (n=97)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	2.1(1)	2.2(1)	2.1(2)
Ampicillin	25.0(1)	55.3(26)	13.0(6)	34.0(33)
Cefepime	0(0)	8.5(4)	2.2(1)	5.2(5)
Cefoxitin	0(0)	2.1(1)	2.2(1)	2.1(2)
Ceftazidime	0(0)	12.8(6)	4.3(2)	8.2(8)
Ceftiofur	0(0)	14.9(7)	4.3(2)	9.3(9)
Chloramphenicol	0(0)	10.6(5)	4.3(2)	7.2(7)
Ciprofloxacin	0(0)	2.1(1)	4.3(2)	3.1(3)
Colistin	0(0)	10.6(5)	6.5(3)	8.2(8)
Gentamicin	0(0)	10.6(5)	4.3(2)	7.2(7)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	0(0)	89.4(42)	34.8(16)	59.8(58)
Streptomycin	50.0(2)	44.7(21)	13.0(6)	29.9(29)
Sulfisoxazole	25.0(1)	46.8(22)	13.0(6)	29.9(29)
Tetracycline	50.0(2)	42.6(20)	15.2(7)	29.9(29)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	8.5(4)	4.3(2)	6.2(6)

【 2018년 보고서 수정】

10. 나. 수입 축·수산물 유래 *Salmonella* spp. (2018년 보고서 p112)

<당초>

수입 축·수산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 10균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 89와 같다. 수입 축·수산물 유래 *Salmonella* spp.의 축종별 내성률은 분리균주 수가 적어 산출하지 않았다(소고기 유래 2주, 돼지고기 유래 3주, 닭고기 유래 3주, 수산물 유래 2주). 검사한 *Salmonella* spp. 균주 중 tetracycline, ampicillin, streptomycin, nalidixic acid, sulfisoxazole에 대한 내성이 각각 3개 균주에서 관찰되었다.

<변경>

수입 축·수산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 10균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 89와 같다. 수입 축·수산물 유래 *Salmonella* spp.의 축종별 내성률은 분리균주 수가 적어 산출하지 않았다(소고기 유래 2주, 돼지고기 유래 3주, 닭고기 유래 3주, 수산물 유래 2주). 검사한 *Salmonella* spp. 균주 중 tetracycline, ampicillin, streptomycin, sulfisoxazole 에 대한 내성이 각각 3개 균주에서 관찰되었다.

Ⅶ. 부록

제1장. 축·수산용 항생제 판매량 조사 방법

2001년 한국동물약품협회에서 개발한 종합관리시스템인 성분통계 프로그램(http://www.kahpa.or.kr/main.asp)을 이용하여 2010년부터 2019년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 조사하였다.

1. 자료입력

동물용 항생제 판매실적이 있는 국내 총 218업체(74개 제조업체, 144개의 수입업체)에서 종합관리시스템-성분통계 프로그램에 각 품목별로 판매량을 입력하고 각 품목별 항생제 함유량은 active ingredient(AI)값으로 산출하였다.

2. 축종별 항생제 판매량 조사

축종은 소, 돼지, 닭, 수산용으로 구분하여 입력하였으며 각 제품의 품목 허가에 명시된 축종에 대해 제조 또는 판매업체에서 정한 사용 점유율에 따라 판매량을 입력하였다.

3. 항생제별 항생제 판매량 조사

국내 축산용 및 수산용으로 판매된 모든 항생제는 Clinical Laboratory Standards Institute (2012년) 가이드라인 항생제 분류(class) 기준[4]에 따라 16개 항생제 그룹으로 조사하였다.

Fig. A.1. 축·수산용 항생제 판매량 검색창

제2장. 가축 및 도체에서 대상세균 분리 방법

1. 공시 시료

2019년 1월부터 12월까지 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성 조사를 위하여 도축장에서 소, 돼지, 닭의 분변 시료와 도체 표면 스왑 시료를 채취하여 지표세균과 식중독세균을 분리하였으며 질병에 이환된 가축의 병변시료를 채취하여 가축병원성세균을 분리하였다. 농장 및 도축장에서의 시료 채취는 농가당 5개 이내의 시료를 채취함을 원칙으로 하였다. 전체 시료채취 농가 수와 시료 수는 대상세균의 분리 및 동정에 기술하였다.

2. 미생물 분리 및 동정

가. 지표세균

1) *Escherichia coli*

(가) 증균배양 : 시료 1g(㎖)을 EC(*Escherichia coli*) broth 또는 BGLB(Brilliant Green Bile Broth) 9㎖에 접종하여 44.5℃에서 24-48시간 동안 증균 배양하였고, 분변 시료는 증균과정 없이 직접 분리 배양하였다.

(나) 분리배양 : Chromogenic *E. coli*/*Coliform medium*에 37℃에서 18-24시간 배양한 후 보라색 집락을 시료 당 3개의 집락을 선택하여 EMB(Eosin Methylene Blue) agar에 도말 하였다. EMB agar는 37℃에서 18-24시간 배양 한 후 금속성 광택을 나타내는 3개의 집락을 선택하여 MacConkey agar(MA)에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양하였다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 그람염색한 후 IMViC [Indole (+), MR(+), VP(-), Citrate(-)], Vitek (GNI card), API kit, MALDI-TOF MS(Matrix assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry)를 이용하여 최종 동정하였다.

2) *Enterococcus* spp.

(가) 증균배양 : 6.5% NaCl 함유된 Azide Dextrose broth 9㎖에 접종하여 37℃에서 18-24시간 증균 배양하였다.

(나) 분리배양 : 증균배양액을 Enterococcosel agar 또는 KF streptococcus agar에 도말하여 37℃에서 18-24시간 배양하였다. 분변 시료는 증균배양 없이 직접 Enterococcosel agar에 도말하여 배양하였다.

(다) 확인시험 : Enterococcosel agar에서 검은색(KF streptococcus agar에서는 붉은색) 집락을 3-5개 선별하여 Brain heart infusion agar 또는 Tryptic soy agar(TSA)에 37℃, 18-24시간 순수분리 배양하고, 그람양성 및 catalase 음성을 확인한 후 최종적으로는 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 동정하였다.

나. 식중독세균

1) *Salmonella* spp.

(가) 증균배양 : Buffered Peptone Water 225㎖에 시료 25g(또는 ㎖)를 넣어 균질화한 후 37℃에서 16-20시간 배양하였다.

(나) 선택배양 : 증균액 0.1㎖를 10㎖의 Rappaport-Vassiliadis R10 Broth에 접종 후 42℃에서 18-24시간 배양하였다(양성은 파란색에서 무색 또는 옅은 초록색으로 변한다). Rambach agar 또는 Salmonella Chromogenic Medium 등의 배지에 도말한 후 37℃에서 18-24시간 배양하였다.

(다) 확인시험 : 살모넬라균 의심집락에 대해서는 Triple Sugar Iron agar(TSI) 또는 Lysine Iron agar(LIA) 사면배지에 천자하여 37℃, 18-24시간 배양하였다. TSI 또는 LIA 검사결과 살모넬라균으로 추정되는 균에 대해서는 그람음성 간균임을 확인하고 indole(-), MR(+), VP(-), citrate(+), urease(-), Lysine(+), KCN(Potassium Cyanide) broth 증식(-) 등의 생화학검사를 실시하였다. 생화학검사에서 살모넬라균으로 추정되는 집락은 PCR 법 또는 O, H, vi 항혈청을 이용하여 혈청형을 동정하였다.

2) *Staphylococcus aureus*

(가) 증균배양 : 10% NaCl을 첨가한 Tryptic soy broth, Brain heart infusion broth 또는 Staphylococcus enrichment broth(Merck)에서 37℃, 16시간 배양하였다.

(나) 분리배양 : 배양액 50㎕를 Baird Parker+RPF(Rabbit Plasma Fibrinogen)/또는 Baird Parker Medium, 난황이 들어간 Mannitol salt agar, CHROMagar Staph aureus에 접종 후 37℃, 16시간 배양하였다. 전형적인 집락을 선택해서 Blood agar에 접종 후 35℃, 16시간 배양하였고, β-hemolysis를 나타낸 균을 Brain heart infusion agar 또는 Nutrient agar에 접종하여 37℃, 16시간 배양함과 동시에 coagulase test를 실시하였다.

(다) *S. aureus* 확인시험 : coagulase test에서 양성으로 판정된 집락은 DNA를 분리하여 PCR 법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종적으로 *S. aureus*를 확인하였다.

3) *Campylobacter jejuni/coli*

(가) 증균배양 : 검체 25g(또는 도체현탁액 25㎖)을 Hunt enrichment broth 또는 Bolton selective enrichment broth 또는 Preston broth 100㎖에 넣고 균질화 한 다음 37℃, 4시간 미호기 조건에서 배양 후 42℃, 24-48시간 배양하였다.

(나) 분리배양 : Campylobacter agar 또는 Campylobacter blood free selective agar에서 42℃, 미호기 조건에서 1-5일 동안 배양하였다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber 또는 Anaerobic Jar에서 Campylobacter 가스팩을 이용하였다.

(다) 확인시험 : Gram stain, Hippurate hydrolysis, Glucose utilization test, Oxidase and Catalase test를 이용하여 분리균에 대한 생화학검사를 실시하였다. Campylobacter 확인 및 동정은 *Campylobacter* spp, *C. jejuni, C. coli* 특이 primer를 이용한 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

다. 가축병원성세균

1) *Pasteurella multocida*

(가) 분리배양 : *P. multocida* 분리를 위한 가검물 채취는 폐병변의 가장자리를 채취해야 하였다. 가검물로부터 원인체를 순수 분리하기 위하여 혈액배지(Blood agar)에 펼친 후, 37℃, 호기조건으로 18-24시간 배양하였다. 이때 MacConkey agar도 동시에 배양하여 증식이 되지 않는 경우 *P. multocida*로 의심할 수 있다. 혈액배지에서 점액성의 비교적 큰 집락을 형성하며 비용혈성이며 특유의 냄새가 난다. *P. multocida*로 의심된 집락을 선택하여 혈액배지에 계대하여 순수 분리하였다.

(나) 생화학시험 : 혈액배지에서 의심된 집락은 다음의 생화학검사를 실시하였다. 그람음성, 구·간균 형태, MacConkey agar(-), indole(-) Urease(-), Oxidase(+), Glucose(+), Sucrose(+)

(다) 확인시험 : *P. multocida*의 최종 확인은 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

2) *Actinobacillus pleuropneumoniae*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 *A. pleuropneumoniae*를 순수 분리하기 위하여 초코배지(Chocolate agar)에 도말한 후, 37℃ 혐기조건으로 48시간 배양하였다. 초코배지에서 집락을 선발하여 계대하여 순수 분리한다. 의심된 집락은 초코배지에 작은 균괴를 CAMP 시험을 통하여 *S. aureus* 주변의 용혈대에서 용혈성이 증가되어 자라는 용혈성의 작은 균괴를 확인하였다.

(나) 생화학시험 : 그람음성, 구·간균, MacConkey agar(-), Urease(+), Sucrose(+), Lactose(-), Mannitol(-), Maltose(+)

(다) 확인시험 : 먼저 *A. pleuropneumoniae* 모든 혈청형을 검출할 수 있는 HP/F와 HP/R primer를 이용하여 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

3) *Streptococcus suis*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 *S. suis*를 순수 분리하기 위하여 혈액배지(Blood agar)에 도말한 후, 37℃에서 24시간 배양하였다. 혈액배지에서 의심집락을 선발하여 계대하여 순수 분리하였다.

(나) 생화학시험 : 그람양성, amylase(+), Voges-Proskauer(-)

(다) 확인시험 : *S. suis*는 species-specific primer를 이용한 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

제3장. 반려동물에서 대상세균 분리 방법

1. 공시 시료

2019년 1월부터 12월까지 반려동물 유래 세균의 항생제 내성 조사를 위하여 동물병원에서 개와 고양이의 정상 분변과 설사 분변으로부터 지표세균을 분리하였으며 질병에 이환된 개의 병변시료를 채취하여 반려동물의 병원성 세균을 분리하였다. 전체 시료채취 동물병원 수와 시료 수는 대상세균의 분리 및 동정에 기술하였다.

2. 미생물 분리 및 동정

가. 지표세균

(1) *Escherichia coli*

(가) 증균배양 : 개 및 고양이 분변 시료는 증균과정 없이 직접 선택배지에서 분리한다.

(나) 분리배양 : 분변 시료는 Eosin Methylene Blue(EMB) agar에서 37℃에서 18~24시간 배양한 후 금속성 광택을 나타내는 집락을 3개 선택하여 MacConkey agar(MA)에 도말하여 37℃, 18~24시간 배양한다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 그람염색한 후 IMViC[(Indole (+), MR(+), VP(-), Citrate(-)], 자동화킷트[Vitek (GN card), API kit], Maldi-Tof를 이용하여 최종 동정한다.

(2) *Enterococcus* spp.

(가) 증균배양 : 분변 시료를 면봉에 묻혀 2개의 9㎖ BHI 증균배지에 넣고 적당히 넣어 균질화한 후 각각 37℃와 45℃에서 18~24시간 배양한다. 배양한 균액 100㎕를 mE agar plate에 도말하여 각각 37℃와 45℃에서 48시간 배양한다. 37℃에서 배양한 mE agar에서는 *E. faecalis*의 전형적인 집락(진한 pink) 3~5개, 45℃에서 배양한 mE agar에서는 *E. faecium*의 전형적인 집락(연한 pink-가운데 진한 pink) 3~5개를 선발한다.

(나) 분리배양 : 37℃에서 배양한 mE agar에서 선별한 *E. faecalis*의 전형적인 집락(진한 pink) 3~5개를 다시 mE agar에 도말하여 37℃에서 48시간 배양한다. 45℃에서 배양한 mE agar에서 선별한 *E. faecium* (연한 pink-가운데 진한 pink)의 전형적인 집락 3~5개를 다시 mE agar에 도말하여 45℃에서 48시간 배양한다.

(다) 확인시험 : mE agar에서 단독집락을 선발하여 Brain heart infusion(BHI) agar 또는 Tryptic soy agar(TSA)에 도말하여 37℃와 45℃에서 각각 18~24시간 배양하여, 최종적으로 PCR법 또는 Maldi-Tof로 확인한다.하였다. 최종동정은 Vitek 2(Biomeriux, France)를 통해 실시하였다.

나. 설사분변시료

설사분변시료에서는 *Clostridium* spp., *Campylobacter jejuni/coli, Salmonella* spp., *Escherichia coli*를 분리한다.

(1) *Clostridium* spp.

(가) 분리배양 : 분변시료 또는 소장 내용물을 혈액배지에 도말한 후 혐기조건에서 37℃에서 18-24시간 배양 한다. Dual-hemolytic zone을 보이는 집락 및 주요 집락을 선택하여 다시 혈액배지에서 혐기조건에서 37℃에서 18-24시간 배양한다.

(나) 확인시험 : 혈액배지의 의심집락을 선발하여 최종적으로 PCR법 또는 Maldi-Tof로 확인한다. PCR법 또는 Maldi-Tof에서 *Clostridium*으로 동정된 균주는 축산물안전시스템에 입력한 후 검역본부로 송부한다.

(2) *Campylobacter jejuni/coli*

(가) 증균배양 : 분변시료를 10㎖의 Hunt enrichment broth 또는 Bolton selective enrichment broth에 넣고 균질화 한 다음 42℃, 24~48시간 배양한다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber /or Anaerobic Jar나 Campylobacter 가스팩을 이용한다.

(나) 분리배양 : 시료를 배양한 증균액을 Campylobacter agar 또는 Campylobacter blood free selective agar에서 42℃, 미호기적 조건에서 1-5일 동안 배양한다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber /or Anaerobic Jar나 Campylobacter 가스팩을 이용한다.

(다) 확인시험 : 선택에서 분리 배양한 후 캠필로박터균으로 의심되는 집락은 Blood agar(BA)에 도말한 후 42℃, 미호기적 조건에서 2일 배양한 후 최종적으로 PCR법 또는 Maldi-Tof로 확인한다. PCR법 또는 Maldi-Tof에서 *C. jejuni*와 *C. coli*로 동정되지 않는 균주도 모두 축산물안전시스템에 입력한 후 검역본부로 송부한다.

(3) *Salmonella* spp.

(가) 증균배양 : 분변시료는 Buffered Peptone Water(BPW)에 시료를 약 5g 넣어 균질화한 후 37℃에서 16~20시간 배양한다.

(나) 선택배양 : BPW 증균액은 Semi-solid Rappaport-Vassiliadis R10 (MSRV)에 약 30㎕씩 petridish 3-4곳에 접종한 후 42℃에서 24~48시간 배양한다. 양성일 경우 파란색에서 무색 또는 옅은 초록색으로 퍼져나가며 plate는 매일 관찰한다.

(다) 분리배양 : MSRV에서 양성인 집락(가장 바깥쪽)을 선택하여 CHROMagar Salmonella 배지에 도말한 후 37℃에서 18~24시간 배양한다. CHROMagar Salmonella에서 빨간색(핑크색) 집락을 선택하여 MacConkey(무색)에서 도말하여 37℃에서 18~24시간 배양한 최종적으로 PCR법 또는 Maldi-Tof로 확인한다.

(4) *Escherichia coli*

(가) 증균배양 : 개 및 고양이 설사분변 시료는 증균과정 없이 직접 선택배지에서 분리한다.

(나) 분리배양 : 설사 분변 시료는 Eosin Methylene Blue(EMB) agar에서 37℃에서 18~24시간 배양한 후 금속성 광택을 나타내는 집락을 3개 선택하여 MacConkey agar(MA)에 도말하여 37℃, 18~24시간 배양한다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 그람염색한 후 IMViC[(Indole (+), MR(+), VP(-), Citrate(-)], 자동화킷트[Vitek (GN card), API kit], Maldi-Tof를 이용하여 최종 동정한다.

다. 피부/귀 병변

피부 및 귀 병변 시료에서는 포도알속 균(*Staphylococcus* spp.), 슈도모나스속 균(*Pseudomonas* spp.), 사슬알속 균(*Streptococcus* spp.), 대장균(*E. coli*)를 분리한다.

(가) 분리배양 : 피부 및 귀 질병 이환 환축으로부터 채취한 스왑을 Blood agar(BA)와 MacConkey agar (MA)에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다. 배양된 배지의 집락 성상이 우세 집락이 존재하지 않고 3종 이상의 집락이 확인된 경우는 오염으로 간주한다. 단일 집락 또는 2종 이하의 집락을 보이는 시료는 단일 집락을 선택하여 혈액배지에 37℃, 18-24시간 배양한다.

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 Maldi-TOF)를 이용하여 균을 동정한다. 동정결과 피부/귀의 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력한다(단, 실적에는 주요 균종외에는 기타 항목으로 입력한다.)

라. 뇨

뇨 시료에서는 대장균(*E. coli*), 포도알속 균(*Staphylococcus* spp.), 프로테우스속 균*(Proteus* spp.), 사슬알속 균(*Streptococcus* spp.)를 분리한다.

(가) 분리배양 : 채취한 뇨 10ul를 Blood aga(BA)와 100ul를 MacConkey agar(MA)에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다. 배양된 배지의 집락 성상이 우세 집락이 존재하지 않고 3종 이상의 집락이 확인된 경우는 오염으로 간주한다. 단일 집락 또는 2종 이하의 집락을 보이는 시료는 단일 집락을 선택하여 BA에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다.

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 Maldi-TOF)를 이용하여 균을 동정한다. 동정결과 뇨로 감염 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력한다(단, 실적에는 주요 균종외에는 기타 항목으로 입력한다.)

마. 호흡기 병변

호흡기 시료에서는 포도알속 균(*Staphylococcus* spp.), 보르데텔라속 균(*Bordetella* spp.), 사슬알속 균(*Streptococcus* spp.), 장내세균과(Enterobacteriaceae: *E. coli, Klebsiella, Enterobacter*), 파스튜렐라속 균(*Pasteurella* spp.)을 분리한다.

(가) 분리배양 : 피부 및 귀 질병 이환 환축으로부터 채취한 스왑을 Blood agar(BA)와 MacConkey agar (MA)에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다. 배양된 배지의 집락 성상이 우세 집락이 존재 하지 않고 3종 이상의 집락이 확인된 경우는 오염으로 간주한다. 단일 집락 또는 2종 이하의 집락을 보이는 시료는 단일 집락을 선택하여 BA에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다.

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 Maldi-TOF)를 이용하여 균을 동정한다. 동정결과 호흡기 질병 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력한다(단, 실적 에는 주요 균종외에는 기타 항목으로 입력한다.).

바. 생식기계 병변

생식기 병변 시료에서는 대장균(*E. coli*), 클렙시엘라속 균(*Klebsiella* spp.), 포도알속 균(*Staphylococcus* spp.), 사슬알속 균(*Streptococcus* spp.)을 분리한다.

(가) 분리배양 : 피부 및 귀 질병 이환 환축으로부터 채취한 스왑을 Blood agar(BA)와 MacConkey agar (MA)에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다. 배양된 배지의 집락 성상이 우세 집락이 존재 하지 않고 3종 이상의 집락이 확인된 경우는 오염으로 간주한다. 단일 집락 또는 2종 이하의 집락을 보이는 시료는 단일 집락을 선택하여 BA에 도말하여 37℃, 18-24시간 배양한다.

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 Maldi-TOF)를 이용하여 균을 동정한다. 동정결과 생식기 질병 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력한다(단, 실적에는 주요 균종외에는 기타 항목으로 입력한다).

제4장. 축·수산물에서 대상세균 분리 방법

1. 대상세균의 분리 및 동정

(1) *Escherichia coli*

○ 검체 25g을 취해서 225ml의 EC broth와 섞은 후 잘 혼합하였다. 37℃ 배양기에서 18~24시간 증균 후 선택배지인 EMB agar에 한 백금니를 취해 도말하여 37℃에서 18~24시간 배양한 후, 전형적인 집락을 선택하였다. 독립적으로 자란 전형적인 집락 2~3개를 선택하여 영양배지에 계대한 후 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등) 실험을 통해 균종을 확인하였다.

(2) *Salmonella* spp.

○ 검체 25g과 펩톤완충용액 225ml을 잘 혼합한 후 37℃ 배양기에서 18~24시간 증균하였다. 증균된 배양액을 두 종류의 증균배지, 즉 i) 0.1ml를 취하여 Rappaport-Vassiliadis broth 증균배지 10ml에 접종하여 43℃에서 24시간 2차 증균배양 및 ii) 1mL을 취하여 tetrathionate broth(MBcell, Korea) 10mL에 접종하여 37℃에서 24시간 2차 증균배양 하였다. 각각의 2차 증균배양액을 선택배지 XLD agar와 brilliant green sulfa agar에 도말하여 37℃에서 18~24시간 배양 후 전형적인 집락을 선택하여 영양 배지에 계대 후 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등) 동정을 통해 균종을 확인하였다.

(3) *Staphylococcus aureus*

○ 검체 25g과 10% NaCl을 첨가한 tryptic soy broth(Difco, USA) 225ml을 가하여 잘 혼합한 후 37℃ 배양기에서 18~24시간 증균하였다. 배양액을 Baird Parker RPF 배지상에 24~48시간 배양한 후 혼탁한 백색환에 검정색을 띠는 전형적인 집락을 선택하여 영양배지에 계대 후 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등) 동정을 통해 균종을 확인하였다.

(4) *Campylobacter jejuni, coli*

○ 검체 25g과 Bolton broth 100ml을 잘 혼합한 후 35℃에서 4시간 동안 미호기 조건으로 1차 증균한 뒤 42℃에서 48시간 미호기적으로 2차 증균하였다. 증균 배양액을 modified Campy blood free 배지에 도말하여 42℃에서 48시간 미호기적으로 배양 후에 원형 또는 불규칙한 형태로서 회색의 습윤한 집락을 선별한 뒤, 항생제를 넣지 않은 Abeyta-Hunt 한천배지에 배양하였다. 최종동정은 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등)를 통해 실시하였다.

(5) *Enterococcus* spp.

○ 6.5% NaCl을 함유한 Azide dextrose broth(Merck, Germany)배지 225ml를 검체 25g에 가하여 35℃에서 24~48시간 배양하였다. 증균배양액을 Enterococcosel agar 배지에서 35℃로 24~48시간 배양한 후 검은색 colony를 선택하여 Blood agar plate에서 다시 35℃에서 24시간동안 배양 하였다. 최종동정은 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등)를 통해 실시하였다.

(6) *Vibrio paraheamolyticus.*

○ Alkaline 펩톤수 225ml를 검체 25g에 가하여 35~37℃에서 18~24시간 배양하였다. 증균배양액을 TCBS 한천배지에 접종하여 35~37℃에서 18~24시간 배양하였다. 배양결과 직경 2~4mm인 청록색의 서당 비분해 집락에 대하여 확인시험을 실시하였다. 최종동정은 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등)를 통해 실시하였다.

제5장. 항생제 감수성 검사 방법

1. 검사 항생제 선발

항생제 감수성 검사 항생제는 가축에서 많이 사용하거나 사람에서 중요하게 사용되는 항생제를 중심으로 선발하였다. 2018년 WHO의 Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 항생제 그룹 중 사람에서 중요하게 사용하는 CIA(critically important antimicrobials) 그룹의 11계열 24종 항생제, HIA(highly important antimicrobials) 그룹의 8계열 14종 항생제, IA(important antimicrobials) 그룹에 속하는 1계열 1종 항생제, 기타 항생제 3계열 3종 등 총 42종의 항생제를 선발하여 검사하였다(Table A.1).

Table A.1. WHO와 OIE의 항생제 중요도 그룹

CLSI class	CLSI subclass	Antimicrobial agents (abbreviation)	categorization of antimicrobials		비고
			WHO[1]	OIE[2]	
Penicillins	Penicillinase -labile penicillins	Ampicillin (AMP)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Mezlocillin (MEZ)	CIA	-	반려동물
		Penicillin (PEN)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Piperacillin (PIP)	CIA	-	반려동물
		Ticarcillin(TIC)	CIA	VCIA	반려동물
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations		Ampicillin/sulbactam (AMS)	CIA	VCIA	반려동물
		Amoxicillin/clavulanic acid (AmC)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Piperacillin/tazobactam (TZP)	CIA	-	반려동물
		Ticarcillin/calvulanic acid (TIM)	CIA	-	반려동물
Cephems	Cephalosporin III	Cefovecin(VEC)	CIA	-	반려동물
		Cefpodoxime (POD)	CIA	-	반려동물
		Ceftiofur (XNL)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Ceftazidime (CAZ)	CIA	-	가축
	Cephalosporin IV	Cefepime (FEP)	CIA	-	가축
Penems	Carbapenem	Meropenem (MEM)	CIA	-	가축
		Imipenem(IPM)	CIA		반려동물
Aminoglycosides		Amikacin(AMK)	CIA	VCIA	반려동물
		Gentamicin (GEN)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Kanamycin (KAN)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Neomycin (NEO)	CIA	VCIA	가축
		Streptomycin (STR)	CIA	VCIA	가축/반려동물
Ansamycins		Rifampin (RIF)	CIA	VHIA	가축/반려동물
Glycopeptides	Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	CIA	-	가축/반려동물
Lipopeptides	Polymyxins	Colistin (COL)	CIA	VHIA	가축/반려동물
		Daptomycin(DAP)	CIA	-	가축/반려동물
Macrolides		Azithromycin (AZM)	CIA	-	가축
		Erythromycin (ERY)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Tilmicosin (TIL)	CIA	VCIA	가축
		Tulathromycin (TUL)	CIA	VCIA	가축
		Tylosin (TYL)	CIA	VCIA	가축/반려동물
	Ketolide	Telithromycin (TEL)	CIA	-	가축

Table A.1. WHO와 OIE의 항생제 중요도 그룹(*continued*)

CLSI class	CLSI subclass	Antimicrobial agents (abbreviation)	categorization of antimicrobials		비고
			WHO[1)]	OIE[2)]	
Oxazolidinones		Linezolid (LNZ)	CIA	-	가축/반려동물
Quinolones	Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Danofloxacin (DAN)	CIA	VCIA	가축
		Enrofloxacin (ENO)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Marbofloxacin(MAR)	CIA	VCIA	반려
	Quinolone	Nalidixic acid (NAL)	CIA	VHIA	가축
Tetracyclines	Glycylcyclines	Tigecycline (TGC)	CIA	-	가축/반려동물
Cephems	Cephamycin	Cefoxitin (FOX)	HIA	-	가축/반려동물
		Cefazolin (CFZ)	HIA	VHIA	반려동물
	Cephalosporin II	Cefotetan (CTN)	HIA	-	반려동물
Folate pathway inhibitors		Sulfamethoxazole (SMX)	HIA	-	가축
		Sulfisoxazole (FIS)	HIA	-	가축
		Sulphadimethoxine (SDM)	HIA	VCIA	가축
		Trimethoprim (TMP)	HIA	VCIA	가축
		Trimethoprim /sulfamethoxazole (SXT)	HIA	VCIA	가축/반려동물
Lincosamides		Clindamycin (CLI)	HIA	-	가축/반려동물
Phenicols		Chloramphenicol (CHL)	HIA	-	가축/반려동물
		Florfenicol (FFC)	HIA	VCIA	가축/반려동물
Penicillinase-stable pencillins		Oxacillin(OXA)	HIA	VCIA	반려동물
Pseudomonic acid		Mupirocin (MUP)	HIA	-	가축
Streptogramins		Quinupristin-dalfopristin (SYN)	HIA	-	가축/반려동물
Tetracyclines		Chlortetracycline (CTC)	HIA	VCIA	가축
		Doxycycline(DOX)	HIA	VCIA	반려동물
		Oxytetracycline (OTC)	HIA	VCIA	가축
		Tetracycline (TET)	HIA	VCIA	가축/반려동물
Others		Fusidate (FUS)	HIA	VIA	가축
Aminocyclitols		Spectinomycin (SPT)	IA	VCIA	가축
Ionophores		Salinomycin (SAL)	-	VHIA	가축/반려동물
Pleuromutilins		Tiamulin (TIA)	IA	VHIA	가축
Others		Metronidazole (MTZ)	IA	-	반려동물

출처 : Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 5th revision(2016), WHO

- CIA, critically important antimicrobials; HIA, highly important antimicrobials; IA, important antimicrobials
  OIE LIST OF ANTIMICROBIAL AGENT OF VETERINARY IMPORTANCE(2018),OIE
- VCIA, veterinary critically important antimicrobials; VHIA, veterinary highly important antimicrobials; VIA, veterinary important antimicrobials.

Table A.2. 가축 및 축·수산물 유래 *Escherichia coli* / *Salmonella* spp.의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested	Breakpoints	Reference
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	1-64	≥16[1)]	CLSI
	Streptomycin (STR)	16-128	≥32[2)]	NARMS
Aminopenicillin	Ampicillin (AMP)	2-64	≥32[1)]	CLSI
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/ clavulanic acid (AmC)	2/1-32/16	≥32/16[1)]	CLSI
Cephamycin	Cefoxitin (FOX)	1-32	≥32[1)]	CLSI
Cephalosporin III	Ceftiofur (XNL)	0.5-8	≥8[2)]	NARMS
	Ceftazidime (CAZ)	1-16	≥16[1)]	CLSI
Cephalosporin IV	Cefepime (FEP)	0.25-16	≥16[1)]	CLSI
Carbapenem	Meropenem (MEM)	0.25-4	≥4[1)]	CLSI
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	0.12-16	≥1[1)]	CLSI
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/ Sulfamethoxazole (SXT)	0.12/2.38-4/76	≥4/76[1)]	CLSI
	Sulfisoxazole (FIS)	16-256	≥512[1)]	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2 - 64	≥32[1)]	CLSI
Polymyxins	Colistin (COL)	2-16	≥4[1)]	EUCAST
Quinolone	Nalidixic acid (NAL)	2 - 128	≥32[1)]	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	2 - 128	≥16[1)]	CLSI

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019
2) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2014
3) European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, 2019

Table A.3. 가축 및 축·수산물 유래 *Enterococcus faecium* / *faecalis*의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)	Reference
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	128-2,048	≥1,024[2)]	NARMS
	Kanamycin (KMAN	128-2,048	≥1,024[2)]	NARMS
	Streptomycin (STR)	128-2,048	≥1,024[2)]	NARMS
Aminopenicillin	Ampicillin (AMP)	1-16	≥16[1)]	CLSI
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	0.25-16	≥4[1)]	CLSI
Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	2-32	≥32[1)]	CLSI
Glycylcyclines	Tigecycline (TGC)	0.12-4	≥0.5[3)]	DANMAP
Lipopeptides	Daptomycin (DAP)	1-32	≥8[1)]	CLSI
Macrolides	Erythromycin (ERY)	1-64	≥8[1)]	CLSI
	Tylosin (TYL)	1-64	≥32[2)]	NARMS
Oxazolidinones	Linezolid (LNZ)	1-16	≥8[1)]	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2-32	≥32[1)]	CLSI
	Florfenicol (FFC)	2-32	≥16[4)]	DANMAP
Streptogramins	Quinupristin /Dalfopristin (SYN)	1-32	≥4[1)]	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	2-128	≥16[1)]	CLSI
Others	Salinomycin (SAL)	2-32	≥8[5)]	DANMAP

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019
2) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2013
3) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2016
4) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2007
5) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2013

TableA.4. 가축 및 축·수산물 유래 *Campylobacter* spp.의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)		Reference
			C. jejuni	*C. coli*	
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	0.12-32	≥4[1)]		NARMS
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	0.015-64	≥1[1)]		NARMS
Ketolide	Telithromycin (TEL)	0.015-8	≥8[1)]		NARMS
Macrolides	Azithromycin (AZM)	0.015-64	≥0.5[1)]	≥1[1)]	NARMS
	Erythromycin (ERY)	0.03-64	≥8[1)]	≥16[1)]	NARMS
Quinolone	Nalidixic acid (NAL)	4-64	≥32[1)]		NARMS
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.03-16	≥1[1)]	≥2[1)]	NARMS
Phenicols	Florfenicol (FFC)	0.06-64	≥8[1)]		NARMS
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	0.06-64	≥2[1)]	≥4[1)]	NARMS

1) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2013

Table A.5. 가축 및 축·수산물 유래 *Staphylococcus aureus*의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)	Reference
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	1-32	≥16[1)]	CLSI
	Kanamycin (KAN)	4-64	≥64[1)]	CLSI
	Streptomycin (STR)	1-16	ND[3)]	-
Ansamycins	Rifampin (RIF)	0.016-0.5	≥4[1)]	CLSI
Penicillin	Penicillin (PEN)	0.12-2	≥0.25[1)]	CLSI
Cephamycin	Cefoxitin (FOX)	0.5-16	≥8[1)]	CLSI
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	0.25-8	≥4[1)]	CLSI
Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	1-16	≥16[1)]	CLSI
Macrolides	Erythromycin (ERY)	0.25-8	≥8[1)]	CLSI
Oxazolidinones	Linezolid (LNZ)	1-8	≥8[1)]	CLSI
Folate pathway inhibitors	Sulfamethoxazole (SMX)	64-512	≥512[1)]	CLSI
	Trimethoprim (TMP)	2-32	≥16[1)]	CLSI
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.12-4	≥4[1)]	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	4-64	≥32[1)]	CLSI
Pseudomonic acid	Mupirocin (MUP)	0.5-256	〉256[2)]	EUCAST
Streptogramins	Quinupristin/ Dalfopristin (SYN)	0.5-4	≥4[1)]	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	0.5-16	≥16[1)]	CLSI
Others	Fusidate (FUS)	0.5-4	≥2[2)]	EUCAST
Pleuromutilins	Tiamulin (TIA)	0.5-4	ND[3)]	-

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019

2) The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing 2019

3) ND, Not determined

Table A.6. 가축 유래 *A. pleuropneumoniae, P. multocida, S. suis*의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints(㎍/㎖)			
			A. pleuropneumoniae	*P. multocida*	*S. suis*	*B. bronchiseptica*
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	1-16	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Neomycin (NEO)	4-32	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
Aminopenicillin	Ampicillin (AMP)	0.25-16	≥2[1]	≥2[1]	≥2[1]	≥2[1]
Cephalosporin III	Ceftiofur (XNL)	0.25-8	≥8[1]	≥8[1]	≥8[1]	ND[3]
Fluoroquinolone	Danofloxacin (DAN)	0.12-1	ND[1]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Enrofloxacin (ENO)	0.12-2	≥1[1]	≥1[1]	≥2[1]	ND[3]
Macrolides	Tilmicosin (TIL)	4-32	≥32[1]	≥32[1]	ND[3]	ND[3]
	Tulathromycin (TUL)	1-64	≥128[1]	≥64[1]	ND[3]	≥64[1]
	Tylosin (TYL)	0.5-32	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
Penicillin	Penicillin (PEN)	0.12-8	ND[3]	≥1[1]	≥1[1]	ND[3]
Folate pathway inhibitors	Sulphadimethoxine (SDM)	32-256	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Trimethoprim /Sulfamethoxazole (SXT)	0.5/9.5- 4/76	≥4/76[2]	≥4/76[2]	≥4/76[2]	ND[3]
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.25-16	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
Phenicols	Florfenicol(FFC)	1-8	≥8[1]	≥8[1]	≥8[1]	≥8[1]
Tetracyclines	Chlortetracycline (CTC)	0.5-8	≥2[1]	ND[3]	≥2[1]	ND[3]
	Oxytetracycline (OTC)	0.5-8	≥2[1]	≥2[1]	≥2[1]	ND[3]
Aminocyclitols	Spectinomycin (SPT)	8-64	ND[3]	≥128[1]	ND[3]	ND[3]
Pleuromutilins	Tiamulin (TIA)	4-32	≥32[1]	ND[3]	ND[3]	ND[3]

1) Clinical and Laboratory Standards Institute, VET01S, 2015

2) Vet. Microbiol., 2016, 194:11-22

3) ND, Not determined

Table A.7. 반려동물 유래 *Escherichia coli* 의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoint

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested	faeces		Urine	
			Breakpoints	References	Breakpoints	References
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	4-32	≥16	CLSI-vet08[1)]	≥16	CLSI-vet08
	Gentamicin (GEN)	1-8	≥16	CLSI[2)]	≥8	CLSI-vet08
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/ clavulanic acid (AmC)	4/2-32/16	≥32/16	CLSI	ND	-
	Ticarcillin/ clavulanic acid(TIM)	8/2-64/2	≥128/2	CLSI	ND	-
Cephalosporin I	Cefazolin (FAZ)	4-16	≥32	CLSI	≥32	CLSI-vet08
Cephamycins	Cefoxitin (FOX)	2-16	≥32	CLSI	ND	-
Cephalosporin III	Cefovecin (VEC)	0.25-8	≥8	CLSI-vet08	≥8	CLSI-vet08
	Cefpodoxime (POD)	2-16	≥8	CLSI	≥8	CLSI-vet08
	Ceftiofur (XNL)	0.25-4	≥8	NARMS[6)]	ND	-
Carbapenem	Imipenem (IPM)	1-8	≥4	CLSI	ND	-
Fluoroquinolone	Enrofloxacin (ENO)	0.25-2	≥4	CLSI-vet08	≥4	CLSI-vet08
	Marbofloxacin (MAR)	0.25-2	≥4	CLSI-vet08	≥4	CLSI-vet08
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/ Sulfamethoxazole (SXT)	0.5-2	≥4/76	CLSI	≥2/38	SVARM 2015[3)]
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.25-16	≥32	CLSI	ND	-
	Ticarcillin (TIC)	8-64	≥32	EUCAST[4)]	ND	-
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	4-16	≥32	EUCAST	≥32	JVARMS 2017[5)]
Polymyxins	Colistin (COL)	0.12-8	≥4	EUCAST	≥4	SVARM 2015
Tetracyclines	Doxycycline (DOX)	2-8	≥16	CLSI	ND[7)]	-

1) Clinical Laboratory Standards Institute, VET08, 2018
2) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019
3) Swedish Veterinary Antibiotic Resistance Monitoring, 2017
4) European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, 2018
5) Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2017
6) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2015
7) ND, Not determined

Table A.8. 반려동물 유래 *Enterococcus faecium* / *faecalis*의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)	References
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	128-2,048	≥1,024	NARMS[1)]
	Kanamycin (KAN)	128-2,048	≥1,024	NARMS
	Streptomycin (STR)	128-2,048	≥1,024	NARMS
Aminopenicillin	Ampicillin (AMP)	1-16	≥16	CLSI[2)]
Fluoroquinolone	Ciprofloxacin (CIP)	0.25-16	≥4	CLSI
Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	2-32	≥32	CLSI
Glycylcyclines	Tigecycline (TGC)	0.12-4	≥0.5	DANMAP[3)]
Lipopeptides	Daptomycin (DAP)	1-32	≥8	CLSI
Macrolides	Erythromycin (ERY)	1-64	≥8	CLSI
	Tylosin (TYL)	1-64	≥32	NARMS
Oxazolidinones	Linezolid (LNZ)	1-16	≥8	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2-32	≥32	CLSI
	Florfenicol (FFC)	2-32	≥16	DANMAP[4)]
Streptogramins	Quinupristin /Dalfopristin (SYN)	1-32	≥4	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	2-128	≥16	CLSI
Others	Salinomycin (SAL)	2-32	≥8	DANMAP[5)]

1) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2013

2) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019

3) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2016

4) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2007

5) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2013

Table A.9. 반려동물 유래 *Clostridium* spp.의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)	References
항진균제	Metronidazole (MTZ)	0.5-16	≥32	CLSI[1)]
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/ clavulanic acid (AmC)	0.5/0.25-16/8	≥16/8	CLSI
	Ampicillin/sulbactam (AMS)	0.5/0.25-16/8	≥32/16	CLSI
	Piperacillin/tazobactam (PTZ)	0.25/4-128/4	≥128/4	CLSI
Carbapenem	Imipenem (IPM)	0.12-8	≥16	CLSI
	Meropenem (MEM)	0.5-8	≥16	CLSI
Cephalosporin II	Cefotetan (CTN)	4-64	≥64	CLSI
Cephamycins	Cefoxitin (FOX)	1-32	≥64	CLSI
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.25-8	≥8	CLSI
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.5-16	≥2	CLSI
	Mezlocillin (MEZ)	4-128	ND[2)]	
	Penicillin (PEN)	0.06-4	≥2	CLSI
	Piperacillin (PIP)	4-128	≥128	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2-64	≥32	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	0.25-8	≥16	CLSI

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2019

2) ND, Not determined

Table A.10. 반려동물 유래 *Staphylococcus* spp. (*S. pseudintermedius, S. schleiferi*)의 MIC 검사에 사용한 항생제 종류 및 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)	References
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	4-32	≥16	CLSI-vet[1)]
	Gentamicin (GEN)	1-8	≥4	SVARM 2015[2)]
Ansamycins	Rifampin (RIF)	1-2	ND[4)]	-
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/clavulanic acid (AmC)	4/2-32/16	≥1/0.5	CLSI-vet
	Ticarcillin/clavulanic acid (TIM)	8-64	ND	-
Cephalosporin I	Cefazolin (FAZ)	4-16	≥8	CLSI-vet
Cephamycins	Cefoxitin (FOX)	2-16	ND	-
Cephalosporin III	Cefovecin (VEC)	0.25-8	≥2	CLSI-vet
	Cefpodoxime (POD)	2-16	≥8	CLSI-vet
	Ceftiofur (XNL)	0.25-4	ND	-
Fluoroquinolone	Enrofloxacin (ENO)	0.25-2	≥4	CLSI-vet
	Marbofloxacin (MAR)	0.25-2	≥4	CLSI-vet
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/Sulfamethoxazole (SXT)	0.5-2	≥1/19	SVARM 2015
Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	1-32	ND	-
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.5-4	≥4	CLSI-vet
Macrolides	Erythromycin (ERY)	0.5-4	≥1	SVARM 2015
Oxazolidinones	Linezolid (LNZ)	0.25-8	ND	-
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.25-16	≥0.5	CLSI-vet
	Penicillin (PEN)	0.06-8	ND	-
	Ticarcillin (TIC)	8-64	ND	-
Penicillinase-stable penicillins	Oxacillin (OXA)	0.25-4	≥1	SVARM 2015
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	4-16	≥32	JVARMS 2017[3)]
Tetracyclines	Doxycycline (DOX)	2-8	≥0.5	CLSI-vet

1) Clinical Laboratory Standards Institute, VET08, 2018

2) Swedish Veterinary Antibiotic Resistance Monitoring, 2017

3) Japanese Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2017

4) ND, Not determined

2. 항생제 감수성 검사

분리된 세균에 대한 항생제 감수성 검사는 최소억제농도(minimum inhibitory concentrations, MICs)법으로 실시하였다. 대장균/살모넬라균은 항생제가 농도별로 coating된 plate를 균종별로 주문제작(Thermo Trek Diagnostics, USA)하여 사용하였다. 대장균/살모넬라균은 KRNV5F plate, 장알균(*E. faecium/E. faecalis*)은 KRVP2F plate를 사용하였다. 황색포도알균은 EUST plate(Thermo Trek Diagnostics)와 캠필로박터균은 CAMPY MIC plate (Thermo Trek Diagnostics), 가축의 호흡기병원성세균은 Bovine/Porcine with tulathromycin BOPO6GF (Thermo Trek Diagnostics)을 이용하였다. 반려동물에서 분리한 대장균, 포도알균은 COMPA1F(Thermo Trek Diagnostics), 장알균은 KRVP, 클로스트리듐은 ANO2B(Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 검사하였다.

1) 균 배 양 : *E. coli*, *Salmonella*, *Enterococcus* spp., *S. aureus* 등은 일반 증균 배지에서, *Campylobacter* spp., *P. multocida*, *S. suis*는 혈액배지에서, *A. pleuropneumoniae*와 *H. parasuis*는 Chocolate agar 배지에 배양하였다.

2) 탁도 조정 : *E. coli, Salmonella, Enterococcus* spp., *S. aureus*, *P. multocida*는 평판배지에서 약 3-5개 집락을 멸균면봉이나 loop로 집락의 위 부분을 찍어서 5㎖ 멸균 증류수에 현탁하여 0.5 McFarland로 조정하였다. *Campylobacter* spp., *A. pleuropneumoniae*, *S. suis*, *H. parasuis*, *Clostridium* spp.는 5㎖ CAMHBT(cation adjusted Mueller-Hinton broth with TES) broth에 현탁하여 0.5 McFarland로 조정하였다. *E. coli, Salmonella, Enterococcus* spp., *S. aureus*, *P. ultocida*는 조정된 균액 10㎕를 11㎖의 CAMHBT(cation adjusted Mueller-Hinton broth with TES) broth에, *Campylobacter* spp.와 *S. suis*는 조정된 균액 100㎕를 11㎖의 MHB+lysed horse blood(5%). *A. pleuropneumoniae*와 *H. parasuis*는 조정된 균액 50㎕를 11㎖ VFM(Veterinary Fastidious Medium), *Clostridium* spp.는 조정된 균액 100㎕를 11㎖의 brucella broth에 접종하였다.

3) 균 접종 및 배양 : 검사 항생제가 농도별로 coating된 MIC용 plate에 조정한 접종액을 자동분주기 (Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 50㎕씩 분주하였다. 단 *Campylobacter* spp., *S. suis, Clostridium* spp.는 100㎕씩 접종하였다. 접종한 plate는 밀봉한 후 균종별 배양 조건에 따라 배양하였다(Table A.11).

4) 판 독 : 배양이 완료된 MIC plate를 판독하여 완전히 균의 증식이 억제된 가장 낮은 농도를 최소억제농도(MICs)로 판정하였다. KRNVF, KRVP, BOPO6F, COMPAN1F MIC plate는 Autoreader(Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 판독하였으며 CAMPY, EUST, ANO2B는 육안으로 판독하였다. 내성과 감수성의 breakpoints는 CLSI(Clinical Laboratory Standards Institute) 기준에 따라 판정하였으며, CLSI에 명시되지 않은 항생제의 breakpoints는 DANMAP, NARMS, SVARM(Swedish Veterinary Antimicrobial Resistance Monitoring)에 정해진 기준에 따라 판정하였다.

5) 정도관리(Quality control) : MICs 방법에서 사용한 정도관리 균주는 *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 35218(β-lactam/β-lactamase inhibitor), *S. aureus* ATCC 29213, *E. faecalis* ATCC 29212, *C. jejuni* ATCC 33560 균주를 이용하여 CLSI에서 제시한 표준균주 허용 범위와 비교하였다.

Table A.11. 균종별 Sensititre MIC Panel 및 검사 방법

Strains	Panel	McFarland Suspension (5㎖)	Inoculum transfer	Final inoculum	Broth (11㎖)	Plate reconstitution	Incubation conditions	Sealing	APQA****	Incubator hours
E. coli, Salmonella spp.	KRNVF	Water	10ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H	18-24h
E.faecium/E .faecalis	KRVP	Water	10ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	20H (VA:24h)	18-24h
Campylobacter spp.	CAMPY	CAMHB*	100ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB+ LHB(5%)**	100ul	42℃, Campypak	perforate seal	24H	24h
A.pleuropneumoniae	BOPO6GF	CAMHB	50ul	$5x10^5$ cfu/ml	VFM	50ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20-24h
B.bronchiseptica	BOPO6GF	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	20H	18-24h
S. suis	BOPO6GF	CAMHB	100ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB+ LHB(5%)	100ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20-24h
H.parasuis	BOPO6GF	CAMHB	50ul	$5x10^5$ cfu/ml	VFM***	50ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20-24h
P.multocida	BOPO6GF	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	20H	18-24h
S.aureus	EUST	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H (OX:24H)	18-24h
E. coli from companion animals	COMPAN1F	Water	10ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H	18-24h
Staphylococcus spp. from companion animals	COMPAN1F	Water	10ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H	18-24h
Clostridium spp.	ANO2B	CAMHB	100ul	$1x10^6$ cfu/ml	Brucella broth	100ul	34-36℃, CO_2	perforate seal	48H	46-48h

* CAMHB: cation-adjusted Mueller-Hinton broth

** MHB+LHB: Mueller-Hinton broth+lysed horse blood

*** VFM: veterinary fastidious medium

**** APQA: Animal and Plant Quarantine Agency

Ⅷ. 참고문헌

1. Anonymous. 2007. 2013. 2016. Consumption of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, food and humans in Denmark(DANMAP). Copenhagen: Danish Veterinary Laboratory.
2. Anonymous. 2013. 2014. 2015. The National Antimicrobial Resistance Monitoring System (NARMS). FDA Center for Veterinary Medicine.
3. Anonymous. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing http://www.eucast.org/
4. Anonymous. Global Health Security Agenda: Action Packages http://www.cdc.gov/globalhealth/ security/ actionpackages/
5. Anonymous. Japanese veterinary antibiotic resistance monitoring system, 2017.
6. Anonymous. Swedish veterinary antibiotic resistance monitoring, 2017.
7. Bardou M, Honnorat E, Dubourg G, Couderc C, Fournier PE, Seng P, Stein A. 2015. Meningitis caused by *Pasteurella multocida* in a dog owner without a dog bite: clonal lineage identification by MALDI-TOF mass spectrometry. BMC Res Notes. 2015 Oct 31;8:626
8. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility test for bacteria isolated from animals: VET01 (5th Edition), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), Wayne, PA, USA.
9. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility test for bacteria isolated from animals: VET08 (4th Edition), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), Wayne, PA, USA.
10. Clinical and Laboratory Standards Institute. 2019. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: M100 (29th Edition), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), Wayne, PA, USA.
11. Denis M, Soumet C, Rivoal K, Ermel G, Blivet D, Salvat G, Colin P. 1999. Development of a m-PCR assay for simultaneous identification of *Campylobacter jejuni* and *C. coli* . Lett Appl Microbiol. 29:406-10.
12. Dutka-Malen S, Evers S, Courvalin P. 1995. Detection of glycopeptide resistance genotypes and identification to the species level of clinically relevant enterococci by PCR. J Clin Microbiol. 33:24-7.
13. Fang H, Ohlsson AK, Ullberg M, Ozenci V. 2012. Evaluation of species-specific PCR, Bruker MS, VITEK MS and the VITEK 2 system for the identification of clinical Enterococcus isolates. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2012 Nov;31(11):3073-7.
14. Garch EI F, de Jong A, Simjee S et al. Monitoring of antimicrobial susceptibility of respiratory tract pathogens isolated from diseased cattle and pigs across Europe, 2009-2012: VetPath results. Vet Microbiol.2016.15;194:11-22.
15. Government of Canada. Canadian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance (CIPARS) 2008. Guelph, ON: Public Health Agency of Canada, 2011.
16. Jessing SG, Angen Ø, Inzana TJ. 2003. Evaluation of a multiplex PCR test for simultaneous identification and serotyping of *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotypes 2, 5, and 6. J Clin Microbiol. 41:4095-100.
17. Marois C, Bougeard S, Gottschalk M, Kobisch M. Multiplex PCR assay for detection of *Streptococcus suis* species and serotypes 2 and 1/2 in tonsils of live and dead pig. J Clin Microbiol. 2004 Jul;42(7):3169-75.

18. Martiny D, Dediste A, Debruyne L, Vlaes L, Haddou NB, Vandamme P, Vandenberg O. 2011. Accuracy of the API Campy system, the Vitek 2 Neisseria-Haemophilus card and matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry for the identification of Campylobacter and related organisms. Clin Microbiol Infect. 2011 Jul;17(7):1001-6.
19. Mason WJ, Blevins JS, Beenken K, Wibowo N, Ojha N, Smeltzer M 2001. Multiplex PCR protocol for the diagnosis of staphylococcal infection. J Clin Microbiol. 39:3332-8.
20. Moon HW, Lee SH, Chung HS, Lee M, Lee K. 2013. Performance of the Vitek MS matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry system for identification of Gram-positive cocci routinely isolated in clinical microbiology laboratories. J Med Microbiol. 2013 Sep;62(Pt 9):1301-6.
21. Moyaert H, Morrissey I, Jong A, Garch F, Klein U, Ludwig C, Thiry J, Youala M. 2017. Antimicrobial susceptibility monitoring of bacterial pathogens isolated from urinary tract infections in dogs and cats across Europe: Compath results. Vet Microbiol. 23:391-403.
22. Piddock, LJV. 2002. Fluoroquinolone resistance in *Salmonella* serovars isolated from humans and food animals. FEMS Microbiology Letters, 26,3-16.
23. Ryu SH, Lee JH, Park SH, Song MO, Park SH, Jung HW, Park GY, Choi SM, Kim MS., Chae YZ, Park SG, Lee YK. 2012. Antimicrobial resistance profiles among *Escherichia coli* strains isolated from commercial and cooked foods. International Journal of Food Microbiology, 159(3), 263-266.
24. Swann, MM. 1969. Report of the joint committee on the use of antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine. HM Stationary Office.
25. Taweenporn S, Chariya C, Kunyaluk C, Temduang L, Chaisiri W. 2002. Evaluation of different primers for detecting mecA gene by PCR in comparison with phenotypic methods for discrimination of methcillin-resistance *Staphylococcus aureus*. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health, 33(4); 758-763.
26. Townsend KM, Boyce JD, Chung JY, Frost AJ, Adler B. 2001. Genetic organization of *Pasteurella multocida* cap Loci and development of a multiplex capsular PCR typing system. J Clin Microbiol. 39:924-9.
27. World Health Organization. 2018. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine. Ranking of antimicrobial agents for risk management of antimicrobial resistance due to non-human use. 6th Revision.
28. World Health Organization. 2015. Global action plan on antimicrobial resistance.
29. World Organisation for Animal Health. 2016. The OIE strategy on antimicrobial resistance and the prudent use of antimicrobials.
30. World Organisation for Animal Health. 2018. OIE LIST OF ANTIMICROBIAL AGENTS OF VETERINARY IMPORTANCE
31. 농림축산검역본부. 2003-2018.「"축산 항생제 내성균 감시체계 구축」보고서
32. 식품의약품안전처. 2013, 식품공전
33. 식품의약품안전청, 2010, 항생제 내성균 검사 표준 시험법

【참 여 기 관】

농 림 축 산 식 품 부	농 림 축 산 검 역 본 부
식 품 의 약 품 안 전 처	식품의약품안전평가원
강 원 도 동 물 위 생 시 험 소	경 기 도 동 물 위 생 시 험 소
경상남도동물위생시험소	경상북도동물위생시험소
전라남도동물위생시험소	전라북도동물위생시험소
제 주 도 동 물 위 생 시 험 소	충청북도동물위생시험소
충청남도동물위생시험소	광주광역시보건환경연구원
대구광역시보건환경연구원	대전광역시보건환경연구원
부산광역시보건환경연구원	서울특별시보건환경연구원
인천광역시보건환경연구원	울산광역시보건환경연구원
부산지방식품의약품안전청	대구지방식품의약품안전청
광주지방식품의약품안전청	한 국 동 물 약 품 협 회

2019년도 「국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 - 동물, 축·수산물 -」 보고서

2020년 8월 인쇄

2020년 8월 발행

발 행 처 : 농 림 축 산 식 품 부 조류인플루엔자방역과 Tel) 044-201-2562

농 림 축 산 검 역 본 부 세 균 질 병 과 Tel) 054-912-0738

식품의약품안전평가원 미 생 물 과 Tel) 043-719-4302

한 국 동 물 약 품 협 회 Tel) 031-707-2470

인 쇄 처 : 마마커뮤니케이션 Tel) 031-442-1395