발 간 등 록 번 호
11-1543061-000088-10

2020 년도

『 국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 』

- 동물, 축산물 -

식품의약품안전처
식품의약품안전평가원
농림축산식품부
농림축산검역본부

CONTENTS

CONTENTS

Ⅰ. 요약문

국문 요약문

식품의약품안전평가원과 농림축산식품부는 2020년도 동물 및 유통 축산물에 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 축산물에 대한 항생제 내성 조사는 식품의약품안전평가원이 주관하고 3개 지방식품의약품안전청이 참여하는 "전국단위 수입, 국내산 축 · 수 산물의 국가 항생제내성 실태조사" 사업 및 "유통 식품 유래 미생물의 항생제 내성균 조사 및 특성 연구"과제에서 수행하였다. 더불어 한국동물약품협회에서는 제조사 및 수입사를 통해 축산 및 수산에 판매된 항생제(추정치) 현황을 조사하였다. 2020년도에 조사한 축·수산용 항생제 판매 현황과 가축, 반려동물, 유통 축산물에 대한 항생제 내성 현황은 다음과 같다.

1. 축·수산용 항생제 판매량(추정치)

2020년 항생제 및 항콕시듐 판매량은 총 919톤으로, 그룹별로는 항생제 895톤 및 항콕시듐제 24톤으로 조사되었다. 축종별로는 돼지, 수산, 닭, 소 순으로 판매되었으며 전체 판매량 중 돼지에서 55%(507톤), 수산에서 17%(159톤), 닭에서 17%(155톤), 소에서 11%(99톤) 판매되었다. 항생제계열별로는 penicillins계(256톤) 항생제가 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines계(171톤), phenicols계(113톤) 순으로, 이들 3계열 항생제가 전체 판매량의 약 60%를 차지하였다. 항생제별 판매량은 전반적으로 '19년과 유사하였으나 전년 대비 polypeptides계 항생제는 약 15% 증가하였으나 sulfonamides계 항생제는 약 20% 감소하였다.

2. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성

축산분야 항생제 내성 실태를 조사하기 위해 정상 가축 분변 및 도체, 질병 이환 가축 임상 시료에서 총 4,209균주를 분리하였다[지표세균 2,175균주(*Escherichia coli* 837, *Enterococcus faecium* 633, *Enterococcus faecalis* 705, 식중독세균 1,626균주(*Salmonella* spp. 653, *Campylobacter* spp. 515, *Staphylococcus aureus* 458), 가축병원성세균 408균주(*E. coli* 157, *Salmonella* spp. 130, *Pasteurella multocida* 63, *Streptococcus suis* 58)]. 항생제감수성검사 결과 지표세균인 *E. coli*는 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 균주에서 중요항생제인 ceftiofur(11.8%)와 ciprofloxacin(74.3%) 내성이 높게 나타났다. Meropenem 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았으나 돼지 유래 균주에서 콜리스틴 내성이 검출되었다.
E. faecium / *E. faecalis* 내성률은 항생제별로 다소 차이가 있었으며 전반적으로 *E. faecalis*에서 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 tetracycline과 erythromycin과 내성이 높았으며 erythromycin과 chloramphenicol 내성은 증가 추세를 나타내었다. 그러나 사람에서 중요하게 사용되는 vancomycin 내성은 관찰되지 않았으나 linezolid, daptomycin, ampicillin 내성은 관찰되었다. 식중독세균인 *Salmonella* spp. 내성률은 축종 및 시료별로 다소 차이가 있었으며 중요항생제인 ceftiofur는 닭(도체)와 돼지(도체)에서 약 5-10%, ciprofloxacin 내성은 닭과 오리 유래 균주에서 약 5% 수준으로 검출되었다. *Campylobacter* spp.는 모든 축종(시료)에서 (fluoro) quinolones계 항생제(nalidixic acid, ciprofloxacin) 내성이 가장 높게 나타났으며 macrolides계 항생제 내성은 *C. coli*에서 높게 나타났다. *S. aureus* 검사 결과, 모든 가축 도체에서 penicillin 내성이 가장 높았으며, methicillin 내성 *S. aureus*는 23균주(5.0%)에서 검출되었다. 가축병원성세균은 균종별로 항생제 내성 차이가 있었으며 대체로 정상 가축 및 도체 분리 균주와 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 시료에서 총 2,103균주를 분리하였다[지표세균 561균주(*E. coli* 260, *E. faecium* 83, *E. faecalis* 218), 병원성세균 1,542 균주(*E. coli* 491, *Staphylococcus* spp. 887, *C. perfringens* 137, *C. difficile* 27)]. 분리 세균에 대한 항생제감수성검사 결과, 지표세균인 *E. coli* 와 *E. faecalis* 항생제 내성 양상은 개와 고양이에서 유사하게 나타났다. *E. coli*에서는 ampicillin과 cephalexin, *E. faecium*은 ciprofloxacin과 tetracycline, *E. faecalis*는 tetracycline 내성이 가장 높게 나타났다. 질병에 이환된 반려동물에서 분리한 병원성세균 내성률은 균종별, 시료별로 차이가 있었다. 질병에 이환된 반려동물 설사 시료에서 분리한 *E. coli*는 cefalexin 항생제 내성률이 가장 높았다. 개 설사 분변에서 분리한 *E. coli*에서는 colistin 내성이 1주(0.3%), 개 뇨 시료에서 분리한 *E. coli*에서는 imipenem 내성이 1주(2.8%) 확인되었다. 개 피부 유래 *S. pseudointermedius*는 penicillin, doxycycline, tetracycline, minocycline 내성률이 70% 이상으로 높았으며 다제내성균주도 다른 *Staphylococcus* spp.에 비해 높게 나타났다. S. *schleiferi*는 모든 항생제 내성률이 50% 이하로 나타났으며 oxacillin(43.4%), penicillin(40.9%), cefovecin(40.1%), marbofloxacin(39.4%), enrofloxacin(38.7%), ampicillin(33.0%) 항생제 내성이 30.0% 이상으로 다른 항생제에 비해 비교적 높았다. *S. felis*는 penicillin(21.0%)을 제외한 모든 항생제 내성률이 10.0%로 낮았다. 반려동물 설사 시료에서 분리한 *Clostridium* spp.는 일부 항생제를 제외한 대부분 항생제 내성률이 20% 이하로 나타났다. *C. perfringens*는 tetracycline 내성률이 개에서 70.0%, 고양이에서 53.7%로 가장 높게 확인되었으며 *C. difficile* 균주는 cefoxitin 내성률이 51.9%로 내성률이 가장 높았다. Metronidazole 내성은 두 균종에서 확인되지 않았다.

4. 유통 축산물 유래 세균의 항생제내성

축산물의 항생제내성 실태조사를 위해 국내산 유통 축산물 1,103건으로부터 *E. coli* 595개 균주, *Enterococcus faecium* / *faecalis* 194개 균주, *Salmonella* spp. 167개 균주, *S. aureus* 238개 균주, *Campylobacter* spp. 10개 균주를 분리하였다. *E. coli*의 경우 nalidixic acid, tetracycline, ampicillin, sulfisoxazole에 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*의 경우 chloramphenicol, salinomycin, ampicilliin, daptomycin에 대한 내성률이 상대적으로 높았으며, *E. faecalis*는 tetracycline, tigecycline, erythromycin에 대한 내성률이 높았다. *E. faecium*, *E. faecalis* 모두 vancomycin 내성 균주는 확인되지 않았다. *Salmonella* spp.는 주로 닭고기와 오리고기에서 주로 분리되었으며, nalidixic acid, ampicillin, streptomycin, sulfisoxazole의 내성률이 상대적으로 높았다. *Salmonella* spp.에서도 사람에게 중요 항생제인 carbapenem계 항생제에 대한 내성균은 검출되지 않았다. *S. aureus*의 경우 penicillin에 대한 내성률이 가장 높게 나타났으며, tetracycline, ciprofloxacin, erythromycin에 대한 내성률이 상대적으로 높았다. 반면, *S. aureus*에서 linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin에 대한 내성은 확인되지 않았다. *Campylobacter* spp.의 경우 10개 균주 중 8개 균주에서 (fluoro) quinolone계 항생제인 ciprofloxacin과 nalidixic acid에 대한 내성이 동시에 확인되었다.

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

Summary

National Institute of Food and Drug Safety Evaluation and Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs investigated the antimicrobial resistance of bacteria recovered from food animals, their meat and fishery products, and companion animals in the Republic of Korea in 2020. 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 resistant bacteria isolated from retail food" 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 919 tons (895 tons of antibiotics and 24 tons of ionophores) of active compounds were sold in 2020. The largest volume of antimicrobials was sold for use in pigs (55%, 507 tons), followed by fishery (17%, 159 tons), poultry (17%, 155 tons), and cattle (11%, 99 tons). Penicillins (256 tons), tetracyclines (171 tons), and phenicols (113 tons) were the top-selling antimicrobials that accounted for about 60% of the total sales. In 2020, sales of sulfonamides decreased by about 20 compared to that in 2019. Whereas, sales of polypeptides increased by almost 15%.

2. Monitoring of antimicrobial resistance in food-producing animals

Antimicrobial resistance was investigated in a total of 2,175 indicator bacteria, 1,626 foodborne pathogens isolated from fecal samples and carcasses of healthy animals, and 408 animal pathogens from diseased animals. *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 in cattle isolates. Furthermore, resistance to critically important antimicrobials such as ciprofloxacin (74.3%) and ceftiofur (11.8%) was high in chicken isolates. Meropenem resistance was not identified in *E. coli* but few isolates from pigs were resistant to colistin. In Enterococcus species, *E. faecalis* isolates demonstrated high resistance rate to most of the tested antimicrobials compared to *E. faecium*. Resistance to tetracycline and erythromycin was high in both enterococcal isolates compared to the other tested antimicrobials. In addition, both enterococcal isolates showed an increasing trend in erythromycin and chloramphenicol resistance rates. However, the isolates exhibited a low resistance rate to most antibiotics that are commonly used for the treatment of serious bacterial disease in humans such as vancomycin, daptomycin, and linezolid. The resistance rate of *Salmonella* spp. varied depending on the origin of the isolates. For example, resistance to ceftiofur and ciprofloxacin was observed in 5%-10% poultry isolates. *Campylobacter* spp. isolated from pigs and chickens presented the highest quinolone resistance rate, while macrolides resistance was high in *C. coli* compared to *C. jejuni*. Penicillin resistance was the highest among *S. aureus* isolates from all animal carcasses (cattle, chickens, and pigs). A total of 23 (5.0%) 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 2,103 strains (561 indicator strains and 1,542 clinical strains) isolated from dogs and cats. We observed similar resistance patterns in both dog and cat indicator *E. coli*, *E. faecium*, and *E. faecalis* isolates. The investigation revealed high ampicillin and cephalexin resistance in *E. coli* isolates, ciprofloxacin and tetracycline resistance in *E. faecium* isolates, and tetracycline resistance in *E. faecalis* isolates. We found high resistance to cefalexin in *E. coli* isolated from diarrheic dogs and cats. Additionally, we observed colistin (0.3%) and imipenem (2.8%) resistance in *E. coli* isolated from feces and urine samples of dogs, respectively. *Staphylococcus schleiferi* exhibited a moderate-to-low resistance rate to most of the tested antimicrobials: oxacillin (43.4%), penicillin (40.9%), cefovecin (40.1%), marbofloxacin (39.4%), enrofloxacin (38.7%), and ampicillin (33.0%). In addition, *Staphylococcus felis* demonstrated very low resistance rates (〈10%) to all of the tested antimicrobials except for penicillin (21.0%). A significant proportion of *S. pseudintermedius* isolates was resistant to most of the tested antimicrobials compared to *S. schleiferi* and *S. felis*. Further, multi-resistance was also common in *S. pseudintermedius*.

Clostridium spp. showed a low resistant rate (〈 20%) to most of the tested antimicrobials except tetracycline and cefoxitin. *C. perfringens* from dogs (70.0%) and cats (53.7%) presented the highest resistance rate to tetracycline, whereas cefoxitin resistance was noted in 51.9% of *C. difficile* isolated from dogs. Metronidazole resistance was not observed in both *Clostridium* spp.

4. Monitoring of antimicrobial resistance in retail meats

Antimicrobial resistance was investigated in a total of 595 *E. coli*, 194 *Enterococcus faecium / faecalis*., 167 *Salmonella* spp., 238 *S. aureus*, and 10 *Campylobacter* spp. isolated from 1,103 domestic retail meats. *E. coli* strains presented relatively higher resistance to nalidixic acid, tetracycline, ampicillin and sulfisoxazole. *E. coli* strains isolated from beef exhibited lower resistance to most of the tested antimicrobials compared to those from other meats. In contrast, all *E. coli* strains were susceptible to meropenem belonging to the carbapenem class. *E. faecium* strains presented relatively higher resistance to chloramphenicol, salinomycin, ampicilliin and daptomycin. *E. faecalis* exhibited relatively higher resistance to tetracycline, tigecycline, erythromycin. Meanwhile, all *E. faecium* and *E. faecalis* strains were susceptible to vancomycin. *Salmonella* strains were mainly isolated from domestic poultry meat (chicken and duck) and they presented relatively higher resistance to nalidixic acid, ampicillin, streptomycin and sulfisoxazole. In contrast, all *Salmonella* strains were susceptible to carbapenem, one of the critically important antimicrobials to humans. *S. aureus* strains were highly resistant to penicillin, but all strains were susceptible to linezolid, mupirocin, rifampin and vancomycin. Eight of ten *Campylobacter* strains presented co-resistance to ciprofloxacin and nalidixic acid.

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

Ⅱ. 모니터링 개요

항생제 내성은 인류 건강을 위협하는 공중 보건 핵심 이슈로 부각되고 있으며 특히 코로나 판데믹 기간 동안 항생제 사용 증가로 인해 그 위험이 증가하고 있다. 동물에서도 질병 예방 및 치료를 위해 항생제를 과다 사용하고 있어 질병 제어에 어려움이 많을 뿐만 아니라 축산분야의 항생제 내성은 직·간접적으로 사람 및 환경에 전파될 수 있어 원헬스 차원에서도 중요하다. 과학적 지식 기반 항생제 내성 관리를 위해 세계보건기구(WHO) 및 동물보건기구(OIE)에서 국가 차원 항생제 사용과 내성 모니터링 중요성을 강조하고 있다. 미국, 유럽 등 선진국에서는 1990년대 중반부터 모니터링 시스템을 구축, 운영하고 있으며 모니터링 결과를 토대로 위해도 분석, 항생제 사용 관리 정책 결정, 내성균 연구 등을 추진하고 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 국내 주요 가축인 소, 돼지, 닭에 대해 실시해오다가 2018년부터 오리와 반려동물(개, 고양이)을 추가하여 실시해오고 있다. 본 사업은 농식품부, 검역본부, 16개 시·도 동물위생시험소(시험소) 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 위험을 평가하고, 축산 항생제 관리 정책 결정, 항생제 내성 연구 방향 설정 등의 기초자료로 활용되고 있다.

국내 가축(소, 돼지, 닭, 오리) 및 도축장 도체에 대한 항생제 내성 조사는 9개 시·도 시험소와 5개 광역시 보건환경연구원에서 시료를 채취하여 지표세균(대장균, 장알균), 식중독세균(살모넬라균, 캠필로박터균, 황색포도알균), 가축병원성세균(병원성대장균, 살모넬라균, 파스튜렐라균, 엑티노바실러스균, 사슬알균, 헤모필루스균)을 분리하였다. 분리한 세균은 검역본부에 송부하고 검역본부에서는 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, 살모넬라속 균, 포도알속 균, 슈도모나스속 균, 사슬알속 균, 프로테우스속 균, 보르데텔라속 균, 장내세균과, 파스튜렐라속 균, 클렙시엘라속 균)을 분리하였다. 분리한 세균은 검역본부로 송부하고 검역본부에서는 송부한 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석한다.

유통 중인 축산물에 대해서는 식품의약품안전처에서 2003년부터 유통 축산물에서 분리된 세균에 대한 항생제내성률 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 축수산물로부터 지표세균(대장균, 장알균), 식중독세균(살모넬라균, 캠필로박터균, 황색포도알균)를 분리하여 식품의약품안전평가원에서는 분리된 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석하고 있다. 유통 축산물의 항생제감수성검사는 가축 및 도체의 항생제감수성검사 방법과 통일하여 실시하고 있다.

본 보고서에서는 2020년 축·수산용 항생제 판매 실태 조사 결과(추정치)와 가축, 도축장 도체, 유통단계의 축산물 등 축산물 생산단계부터 유통 단계까지 전체 food chain과 반려동물에 대한 항생제 내성 조사 결과를 통합하여 기술하였다.

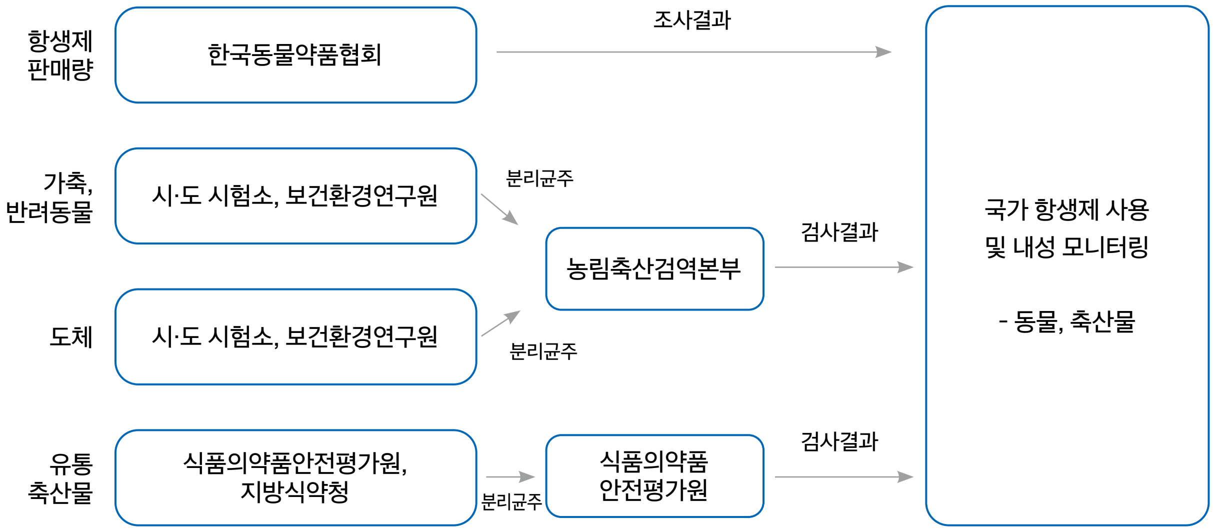


Fig. 1. 축산분야 항생제 사용 및 내성 모니터링 개요

III. 축·수산용 항생제 판매량

제1장. 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적(추정치)

2020년 가축 및 수산에 판매된 항생제 및 항콕시듐제 총량은 약 919톤으로, 이 중 항생제는 약 895톤, 항콕시듐제는 약 24톤으로 조사되었다. 연도별 항생제 판매량은 2017년을 제외하고 2011년부터 2020년까지 1,000톤 이하로 판매되었다. 그러나 2013년 판매량이 약 820톤으로 가장 적게 판매된 이후 점차 증가 추세를 나타내었다. 그룹별로는 항콕시듐제의 판매량은 2012년에 약 81톤으로 가장 많이 판매되었으며 지속적으로 감소하여 2020년에는 약 24톤으로, 2012년에 비해 약 70% 감소하였다. 항생제 판매량은 2013년 약 765톤으로 가장 적게 판매되었으나 점차 증가하여 2020년에는 약 895톤으로 2013년에 비해 약 17% 증가하였다(Table 1).

일반적으로 항생제 판매량은 그 해 가축 사육두수, 질병 발생 등에 따라 변동될 수 있다. 국내 가축 사육 두수는 지속적으로 증가하여 2020년에는 2011년에 비해 소는 약 10%, 돼지는 약 32%, 닭은 약 10% 증가한 것으로 나타나 가축 사육 두수 증가에도 불구하고 항생제 판매량은 약 1,000톤 이하로 유지되고 있어 실제 농가에서 사용된 항생제는 감소한 것으로 추정된다(Fig. 2).

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

구분	항생제 판매량									
	2011년도	2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도	2020년도
항생제	878,252	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476	894,999
항콕시듐제	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996
합 계	**956,319**	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

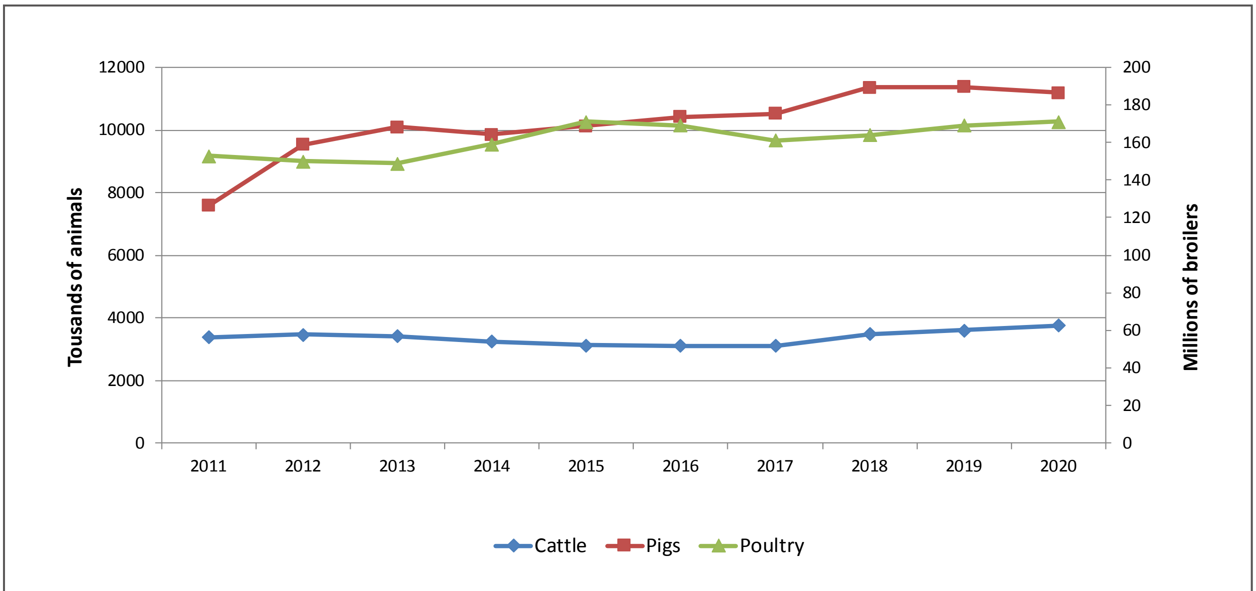


Fig. 2. 가축 사육 두수 동향(2011~2020년) 〈자료출처: 통계청 가축통계〉

제2장. 축종별 판매 실적(추정치)

2020년 축종별 항생제 판매량은 돼지에서 507톤으로 가장 많았으며 수산 159톤, 닭 155톤, 소 99톤이었다. 2011년부터 2020년까지 축종별 판매 비중을 살펴보면, 소는 약 6~11%, 돼지는 47~55%, 닭은 15~21%, 수산용은 17~26%를 차지하여 돼지에서 가장 많이 판매되었으며 수산용, 닭, 소의 순으로 판매되었다. 축종별 판매 추이를 분석한 결과, 돼지에 판매된 항생제는 2020년에 507톤으로, 가장 적게 판매된 2013년 384톤에 비해 약 32% 증가하였다. 닭에 판매된 항생제는 2013년부터 2020년까지 약 150톤으로 큰 변동은 없었다. 그러나 소에 판매된 항생제는 2020년 97톤으로, 2011년 55톤에 비해 약 70% 이상 증가하였으며 전체 판매량 중 소에 판매된 항생제 판매 비중도 2011년 6.0%에서 2020년 11%로 약 2배 증가하였다. 수산용으로 판매된 항생제는 2018년까지 200톤 이상이었으나 2019년과 2020년에는 약 158톤으로 가장 많이 판매된 2017년에 대비 약 36% 감소하였다.

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

구분		항생제 판매량									
		2011년도	2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도	2020년도
소	항생제	55,074	62,852	61,294	68,648	68,187	66,705	86,500	91,054	97,399	96,391
	항콕시듐제	2,665	2,617	2,256	3,775	2,972	2,751	2,291	894	1,318	2,230
	소 계	**57,739**	**65,469**	**63,550**	**72,423**	**71,159**	**69,456**	**88,791**	**91,948**	**98,717**	**98,621**
돼지	항생제	452,791	441,036	372,010	423,547	474,624	496,240	531,317	487,397	502,103	500,957
	항콕시듐제	6,545	7,656	12,301	4,748	6,120	5,871	5,152	4,669	4,513	6,051
	소 계	**459,336**	**448,692**	**384,311**	**428,295**	**480,744**	**502,111**	**536,469**	**492,066**	**506,616**	**507,008**
닭	항생제	131,072	123,862	118,580	106,491	122,667	122,142	138,020	140,200	145,637	138,855
	항콕시듐제	68,857	70,447	40,710	44,089	34,236	34,412	15,543	17,616	17,851	15,715
	소 계	**199,929**	**194,309**	**159,290**	**150,580**	**156,903**	**156,554**	**153,563**	**157,816**	**163,488**	**154,570**
수산용	항생제	239,316	227,928	213,235	241,855	200,933	235,776	247,841	242,013	158,337	158,796
	항콕시듐제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소 계	**239,316**	**227,928**	**213,235**	**241,855**	**200,933**	**235,776**	**247,841**	**242,013**	**158,337**	**158,796**
계	항생제	878,252	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476	894,999
	항콕시듐제	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996
	소 계	**956,319**	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

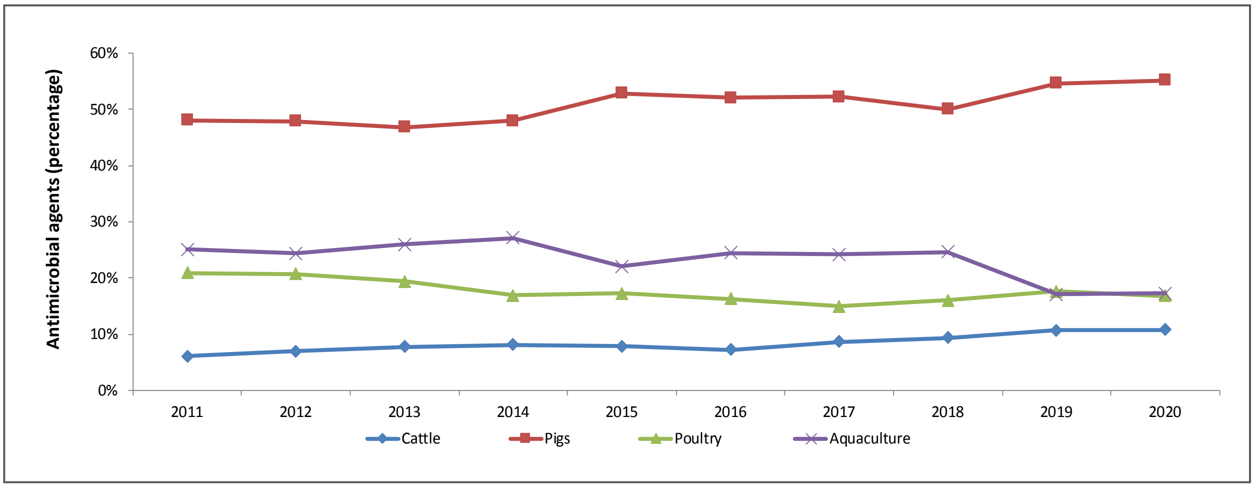


Fig. 3. 축종별(가축 및 수산) 항생제 및 항콕시듐제 판매 추이 비교(2011-2020년)

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

제3장. 성분별 판매 실적(추정치)

2020년 판매된 항생제의 성분별 조사 결과, penicillins계열 항생제가 256톤으로 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines 계열(171톤), phenicols계열(113톤) 순으로 판매되었으며, 이들 3가지 계열 항생제 판매량은 전체 판매량의 약 60%를 차지하였다. Penicillins계열은 2011년에 약 155톤에서 점차 증가하여 2017년부터는 약 250톤 이상 판매되어 2011년 대비 약 100톤 이상 증가하였다. Tetracyclines계열 항생제는 2011년에는 약 300톤 이상 판매되었으나 이후 점차 감소하여 2019년부터는 200톤 이하로 2011년 대비 약 130톤 이상 감소하였다. Phenicols계 항생제는 지속적으로 판매량이 증가하여 2011년 59톤에서 2020년에는 113톤으로 증가하였다. Aminoglycosides, polypeptides, lincosamides 계열 항생제 판매량도 2011년 이후 지속적으로 증가 추세를 나타내었다. 중요항생제 판매량은 2013년 대비 2020년에 크게 증가하였으며 항생제별로는 macrolides 계열은 약 52톤(41→93), cephalosporins 계열은 약 6톤(8→14), polypeptides 계열은 약 20톤(10→30) 증가하였다(Table 3).

항생제 성분별 판매량은 amoxycillin과 florfenicol이 매년 100톤 이상이었으며, ampicillin, chlortetracycline, oxytetracycline, tylosin 50톤 이상, neomycin, tilmicosin, sulfamethoxazole이 20톤 이상 판매되었다(Table 3). 중요항생제 판매량은 fluoroquinolones계 항생제인 enrofloxacin이 약 36톤, 제3세대인 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur와 polypeptides계인 colistin이 10톤 이상 판매되었다(Table 4).

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

항생제(계열)	항생제 판매량									
	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
Aminoglycosides	46,185	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,972	53,697
Cephalosporins	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610	14,411
Glycolipid	897	459	319	271	243	409	265	113	-	-
Lincosamides	7,506	9,172	7,900	10,168	9,306	10,072	13,562	16,030	15,713	17,146
Macrolides	60,392	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,229	96,556	93,093
Orthosomycins	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212	264
Penicillins	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,687	255,941
Phenicols	59,238	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,837	113,195
Pleuromutilins	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,395	31,490
Polypeptides	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,657	29,717
Quinolones	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,918	44,380
Streptogramins	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952
Sulfonamides	100,334	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,267	69,087
Tetracyclines	308,234	282,003	268,815	229,766	237,100	249,440	254,541	248,948	165,922	171,484
Ionophores	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996
Others	404	533	975	153	167	257	149	215	86	142
Total	**956,322**	**936,401**	**820,390**	**893,155**	**909,742**	**963,901**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 4. 성분별(제제) 항생제·항콕시듐제 판매 실적

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
Amino-glycosides	Amikacin	40	50	36	51	143	40	39	38	35	39
	Apramycin	5,829	1,725	829	1,324	1,615	2,194	2,076	1,236	1,002	1,006
	Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dihydrostreptomycin	9,016	9,886	8,283	9,609	11,826	10,633	10,035	13,861	9,883	10,176
	Gentamicin	2,805	3,900	2,367	2,763	2,624	2,458	2,615	2,228	1,954	1,813
	Kanamycin	2,309	2,786	2,412	2,730	2,810	2,887	2,911	2,678	2,823	2,606
	Neomycine	13,557	13,972	10,889	14,173	13,368	15,585	17,687	23,117	21,808	21,489
	Spectinomycin	6,933	8,269	6,685	8,347	9,814	10,417	10,312	10,061	9,116	10,622
	Streptomycin	5,696	5,483	5,444	6,784	5,621	4,004	4,828	4,632	5,350	5,946
	소계	46,185	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,969	53,697
Cephalosporins	Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefquinome	43	56	41	43	35	62	64	59	64	74
	Ceftiofur	4,743	6,784	7,308	9,397	9,300	8,547	10,350	6,434	12,690	12,633
	Cephalexin	846	845	656	799	695	962	894	680	853	406
	Cephazolin	18	74	60	54	52	52	4	3	3	1,298
	소계	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610	14,411
Glycolipid	Bambermycin	897	459	319	271	243	409	265	113	-	-
	소계	897	459	319	271	243	409	265	113	-	-
Lincosamides	Clindamycin	1,294	919	600	707	342	265	384	451	605	424
	Lincomycin	6,212	8,253	7,300	9,461	8,964	9,807	13,178	15,580	15,108	16,722
	소계	7,506	9,172	7,900	10,168	9,306	10,072	13,562	16,030	15,713	17,146
Macrolides	Erythromycin	9,271	11,942	6,671	8,520	10,185	12,843	12,937	12,228	13,627	9,849
	Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kitasamycin	1,363	1,484	572	942	614	544	1,169	960	690	804
	Oleandomycin	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Roxithromycine	28	30	38	30	23	37	33	25	26	25
	Spiramycine	1,969	2,119	1,322	1,768	1,556	1,557	1,716	1,580	1,470	1,533
	Tildipirosin	-	-	-	-	22	40	49	81	80	86
	Tilmicosin	6,757	9,564	5,768	8,651	14,639	17,343	27,031	21,770	22,261	20,561
	Tylosin	40,884	30,784	26,563	38,278	38,892	40,984	50,613	53,363	58,110	59,686
	Tulathromycin	119	156	91	156	167	256	401	223	289	549
	소계	60,392	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,229	96,552	93,093
Orthosomycins	Avilamycin	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212	264
	소계	1,261	143	111	88	13	40	-	80	212	264

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
Penicillins	Amoxycillin	102,734	128,412	112,021	178,824	139,676	159,854	190,090	171,106	177,712	171,615
	Ampicillin	26,771	34,591	37,359	49,430	56,766	59,421	67,567	59,439	64,414	67,824
	Cloxacillin	207	88	45	67	44	435	424	406	443	187
	Dicloxacillin	28	36	32	141	198	121	108	120	130	143
	Penicillin	24,984	26,621	37,863	24,266	26,670	26,364	22,707	28,122	20,986	16,172
	소계	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,685	255,941
Phenicols	Chloramphenicol	394	1,305	1,149	1,248	1,544	-	-	-	-	-
	Florfenicol	58,741	82,023	63,815	76,495	91,727	98,760	114,565	99,564	109,783	113,171
	Thiamphenicol	103	95	82	47	50	34	151	28	54	24
	소계	59,238	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,838	113,195
Pleuromutilins	Tiamulin	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396	31,490
	Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396	31,490
Polypeptides	Bacitracin	36,651	1,133	2,218	1,663	2,587	6,236	6,990	12,495	14,445	17,793
	Colistin	16,961	8,909	7,648	9,183	9,331	10,311	15,232	11,604	10,535	11,135
	Enramycin	3,164	194	195	272	540	818	765	560	678	789
	소계	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,658	29,717
Quinolones	Cenfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Danofloxacine	4	-	4	4	6	8	8	6	5	6
	Enrofloxacin	41,728	41,340	40,668	32,813	36,592	34,437	35,850	31,465	35,896	36,185
	Flumequine	3,274	2,586	2,704	2,383	3,012	3,465	3,269	2,871	2,615	1,686
	Marbofloxacin	-	-	-	2,233	3,494	1,866	2,055	2,579	2,480	2,341
	Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitroxoline	311	29	2	13	-	-	-	-	-	-
	Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Orbifloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oxolinic acid	5,749	5,194	6,349	6,155	6,057	6,523	6,290	5,665	4,923	4,162
	Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sarafloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,919	44,380
Streptogramins	Virginiamycin	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952
	소계	3,159	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
Sulfonamides	Formosulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfachlorpyridazine	1,165	1,555	873	1,000	782	625	938	874	1,141	1,185
	Sulfaclozine	30	417	234	5	6	-	-	-	-	-
	Sulfadiazine	12,535	15,645	8,487	10,866	12,182	13,842	12,960	12,078	13,504	10,603
	Sulfadimethoxine	2,374	2,679	1,606	2,569	2,121	2,316	3,465	2,976	2,400	1,386
	Sulfadoxine	401	804	332	375	442	477	528	574	462	542
	Sulfaguanidine	58	42	38	50	70	124	36	173	21	132
	Sulfamerazine	260	199	219	240	256	232	236	238	154	10
	Sulfamethazine	14,065	13,771	10,269	12,987	13,068	9,932	10,444	10,805	13,257	13,492
	Sulfamethoxazole	25,073	27,407	21,816	20,975	27,677	26,142	24,068	22,941	23,239	21,615
	Sulfamethoypyridazine	584	426	219	377	166	152	248	198	258	314
	Sulfamonmethoxine	772	1,110	198	374	261	184	204	112	-	-
	Sulfanilamide	32	32	-	8	18	11	11	11	14	12
	Sulfaquinoxaline	2,076	1,834	780	977	1,102	1,310	946	479	631	472
	Sulfathiazole	32,397	26,543	22,902	22,035	32,269	34,650	26,661	26,559	21,368	12,342
	Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trimethoprim	8,512	9,809	6,614	6,886	8,425	8,485	7,934	7,507	7,817	6,982
	소계	100,334	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,266	69,087
Tetracyclines	Chlortetracycline	95,228	92,327	75,454	74,390	76,306	79,573	67,000	77,278	69,414	75,406
	Doxycycline	2,582	1,900	1,553	1,404	1,633	1,287	1,251	1,679	1,763	1,127
	Minocycline	28	29	28	21	30	40	39	37	43	48
	Oxytetracycline	210,396	187,747	191,780	153,951	159,131	168,540	186,251	169,954	94,704	94,903
	Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	308,234	282,003	268,815	229,766	237,100	249,440	254,541	248,948	165,923	171,484
Ionophores	Clopidol	19,433	25,338	10,631	11,514	11,581	13,231	12,236	9,257	12,218	13,748
	Diclazuril	398	411	386	450	549	640	712	719	882	876
	Fenbendazol	5,709	7,353	12,177	4,928	5,672	6,059	5,279	4,342	4,577	6,141
	Lasalocid	5,344	8,702	6,506	2,576	1,102	3,201	1,697	1,929	110	-
	Madurmycin	2,224	1,135	1,280	667	1,635	865	831	429	273	42
	Monensin	4,415	5,782	2,218	5,335	5,047	2,348	1,919	934	1,346	2,997
	Narasin	3,558	1,288	3,588	88	883	50	13	-	-	-
	Salinomycin	36,986	30,711	18,481	27,054	16,859	16,640	299	5,570	4,278	192
	Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	78,067	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996
Others	Novobiocin	12	13	14	13	10	14	9	14	14	11
	Others	392	520	961	140	157	243	140	201	75	131
	소계	404	533	975	153	167	257	149	215	89	142
합 계		956,319	936,398	820,387	893,153	909,739	963,896	1,026,664	983,843	927,158	918,995

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

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 5. 용도 및 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적(2020년) (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	2	-	-	9	27	-	-
Aminosidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amoxicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	440
Amoxicillin hydrate	-	-	-	-	548	5,649	492	1,298	31,994	97,198	7,790	13,424
Amoxicillin sodium	-	-	-	-	4	-	-	43	532	221	-	3,984
Amoxicillin trihydrate	-	-	-	-	92	122	90	52	1,245	4,374	327	1,696
Ampicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	48	36	36	-
Ampicillin hydrate	-	-	-	-	1,325	4,387	5,526	378	10,373	19,623	20,425	2,665
Ampicillin sodium	-	-	-	-	37	54	-	-	462	805	-	361
Ampicillin trihydrate	-	-	-	-	3	-	141	-	70	696	373	-
Apitol-R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apramycin sulfate	-	-	-	-	2	213	-	-	54	737	-	-
Avilamycin					-	-	-	-	-	264	-	-
Avoparcin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacitracin methylene disalicylate	-	-	-	-	-	-	-	-	2,389	3,721	4,379	-
Bacitracin zinc	-	-	-	-	100	659	559	-	854	3,747	1,385	-
Bambermycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromopropylate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbadox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefacetril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefovecin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefquinome	-	-	-	-	-	-	-	-	38	36	-	-
Ceftiofur	-	-	-	-	1	-	-	-	-	231	-	-
Ceftiofur crystalline free acid	-	-	-	-	-	8	-	-	-	487	-	-
Ceftiofur HCl	-	-	-	-	17	8	-	-	135	131	-	-
Ceftiofur sodium	-	-	-	-	1,648	1,034	-	-	4,235	4,684	-	14
Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefuroxime sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Cenfloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalexin	-	-	-	-	-	-	-	-	278	-	-	10
Cephalexin monohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	59	59	-	-
Cephalonium	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-	-	-
Cephaloridine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephapirin	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Cephazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	649	649	-	-
Chloramphenicol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Chloramphenicol monoethanolamine hemisuccinate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlormycetin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlortetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlortetracycline calcium	-	-	-	-	-	-	-	-	960	720	720	-
Chlortetracycline HCl	-	-	-	-	106	2,648	804	-	3,256	41,883	9,548	-
Chlortetracycline hydrochloride calcium	-	-	-	-	-	404	-	-	-	11,295	3,062	-
Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciprofloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clindamycin	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	182
Clindamycin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	202
Clopidol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,748	-
Cloxacillin		-			-	-	-	-	-	-	-	-
Cloxacillin benzathine	-	-	-	-	5	-	-	-	182	-	-	-
Cloxacillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colistin sulfate	-	-	-	-	53	261	397	-	1,271	5,231	3,922	-
Cymiazole HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Danofloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-
Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dextromethorphane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diclazuril	-	-	-	-	-	21	221	-	1	7	626	-
Dicloxacillin sodium	-	-	-	-	5	-	-	-	138	-	-	-
Difuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dihydrostreptomycin	-	-	-	-	1	3	-	-	35	2,404	-	-
Dihydrostreptomycin sulfate	-	-	-	-	36	38	-	-	2,265	5,394	-	-
Dimetridazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline hyclate	-	-	-	-	-	-	161	-	99	234	633	-
Efrotomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enramycin	-	-	-	-	-	82	82	-	-	348	277	-
Enrofloxacin	-	-	-	-	166	564	2,577	1,386	1,088	5,854	16,532	7,965
Enrofloxacin-Na	-	-	-	-	-	-	-	-	9	44	-	-
Erythromycin	-	-	-	-	-	-	-	280	-	-	-	1,777
Erythromycin estolate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erythromycin thiocyanate	-	-	-	-	-	-	-	2,225	-	-	32	5,535
Fenbendazole	-	72	-	-	16	233	-	-	123	5,697	-	-
Florfenicol	-	-	-	-	15	6,355	1,700	924	3,495	76,685	18,187	5,810
Floxazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flumequine	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	1,656
Formosulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fumagillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furaltadone HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Furazolidone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Gentamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
Gentamycin sulfate	-	-	-	-	4	22	1	-	366	1,142	271	-
Glydent antimicrobial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iodochlor hydroxyquinoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoeugenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanamycin sulfate	-	-	-	-	62	125	-	-	62	2,357	-	-
Kitasamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	804	-	-
Kitasamycin tartrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lasalocid sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lincomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lincomycin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,025	225	-
Maduramycin ammonium	-	-	-	-	-	862	617	-	1,588	6,429	4,976	-
Marbofloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-
Methenamine	-	-	-	-	37	45	-	-	852	1,407	-	-
Minocycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monensin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	21	27	-	-
Nafcillin	-	-	-	-	3	-	-	-	2,047	-	947	-
Nafcillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Narasin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neomycine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neomycine sulfate	-	-	-	-	-	-	-	-	44	134	-	-
Nicarbazine	-	-	-	-	162	106	44	617	3,341	5,807	1,961	9,273
Nidroxyzone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrofurazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrovin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitroxoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nosiheptide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
Olaquindox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleandomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleandomycine phosphate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orbifloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ormethoprim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxacillin sodium monohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continued)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Oxolinic acid	-	-	-	-	-	-	-	680	-	-	-	2,704
Oxolinic acid sodium	-	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-	702
Oxytetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,635
Oxytetracycline dihydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	76	113	-	-
Oxytetracycline HCl	-	-	-	-	236	170	106	9,225	3,056	3,424	2,673	63,925
Oxytetracycline quaterary ammonium salt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	-	-
Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penicillin G benzathine	-	-	-	-	4	6	-	-	680	1,769	-	-
Penicillin G clemizole	-	-	-	-	-	-	-	-	147	1,245	-	-
Penicillin G potassium	-	-	-	-	-	74	73	-	160	1,358	890	-
Penicillin G procaine	-	-	-	-	26	28	-	-	2,494	6,864	-	-
Penicillin G sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	93	261	-	-
Phthalylsulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	39	39	-	-
Piromidic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polymixin-B sulfate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifampicin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifaximin	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Robenidine HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxarsone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxithromycine	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	21	-
Salinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salinomysin sodium	-	-	-	-	2	5	7	-	38	16	124	-
Sarafloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sedecamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silver sulfadiazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium nifurstylenate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium sulfachloropyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spectinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,109	225	-
Spectinomycin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
Spectinomycin sulfate	-	-	-	-	-	207	197	-	1,093	3,104	1,665	-
Spectinomycin sulfate tetrahydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	33	99	-	-
Spiramycin adipate	-	-	-	-	-	-	-	-	84	103	-	-
Spiramycin embonate	-	-	-	-	-	269	-	-	-	945	-	-
Streptomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Streptomycin sulfate	-	-	-	-	2	167	164	-	123	3,357	2,133	-
Sulfacetamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfachloropyridazine sodium	-	-	-	-	-	221	97	-	114	506	247	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Sulfachlorpyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaclozine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadiazine	-	-	-	-	1	1	-	1,429	2	4,292	-	3,509
Sulfadiazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	326	-	-	-	1,043
Sulfadimethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadimethoxine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	76	1,275	21	14
Sulfadoxine	-	-	-	-	2	2	-	-	278	260	-	-
Sulfaguanidine	-	-	-	-	-	-	-	-	66	66	-	-
Sulfamerazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamerazine sodium	-	-	-	-	2	2	-	-	3	3	-	-
Sulfamethazine	-	-	-	-	-	635	-	-	451	12,311	39	-
Sulfamethazine sodium	-	-	-	-	18	18	-	-	10	10	-	-
Sulfamethoxazole	-	-	-	-	73	892	311	-	1,476	11,591	6,141	-
Sulfamethoxazole sodium	-	-	-	-	-	11	11	-	111	541	457	-
Sulfamethoypyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	157	157	-	-
Sulfamethoypyridazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfanilamide	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8	-	-
Sulfaphenazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaquinoxaline	-	-	-	-	-	-	71	-	-	-	401	-
Sulfathiazole	-	-	-	-	1	989	-	-	1	11,245	-	-
Sulfathiazole sodium	-	-	-	-	18	18	-	-	60	10	-	-
Sulfatolamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiamphenicol	-	-	-	-	-	-	-	-	4	20	-	-
Thiamphenicol glycinate HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiopeptin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiaclaton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiamulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236	-	-
Tiamulin hydrogen fumarate	-	-	-	-	-	1,416	382	-	439	24,882	4,135	-
Tildipirosin	-	-	-	-	-	-	-	-	73	13	-	-
Tilmicosin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilmicosin phosphate	-	-	-	-	1	1,880	505	-	251	13,467	4,457	-
Trimethoprim	-	-	-	-	23	233	84	351	492	3,460	1,429	910
Tulathromycin	-	-	-	-	2	2	-	-	127	418	-	-
Tylosin	-	-	-	-	1	1	-	-	325	473	-	-
Tylosin phosphate	-	-	-	-	176	1,963	-	-	5,756	43,371	1,037	-
Tylosin tartrate	-	-	-	-	19	722	609	-	266	3,484	1,483	-
Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Virginiamycin	-	-	-	-	-	38	16	-	166	213	519	-
Total	-	72	-	-	5,056	33,875	16,049	19,360	93,565	473,061	138,521	139,436

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Ⅳ. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성(2020)

제1장. 대상세균의 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

가축 및 도체로부터 지표세균을 분리하기 위해 2020년 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 4,896 농가의 8,750 분변 및 도체 시료로부터 836균주를 선발하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로는 4,632개의 분변 시료(소 1,213, 돼지 2,028, 닭 699, 오리 692)로부터 551균주(소 165, 돼지 165, 닭 152, 오리 69)와 4,118개의 도체 시료(소 도체 890, 돼지 도체 1,529, 닭 도체 865, 오리 도체 834)로부터 285균주(소 도체 71, 돼지 도체 82, 닭 도체 80, 오리 도체 52)를 분리하였다.

*E. faecium*은 총 15,852 분변 및 도체 시료로부터 633균주를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로는 8,102개의 분변 시료(소 2,757, 돼지 3,165, 닭 1,373, 오리 807)로부터 403균주(소 93, 돼지 126, 닭 119, 오리 65)와 7,750개의 도체 시료(소 도체 1,531, 돼지 도체 2,731, 닭 도체 2,187, 오리 도체 1,301)로부터 230균주(소 도체 41, 돼지 도체 63, 닭 도체 64, 오리 도체 62)를 분리하였다.

*E. faecalis*는 총 14,919 분변 및 도체 시료로부터 742균주를 분리하였다. 시료별로는 9,419개의 분변 시료(소 2,557, 돼지 4,805, 닭 1,278, 오리 779)로부터 451균주(소 102, 돼지 151, 닭 130, 오리 68)와 5,500개의 도체 시료(소 도체 1,331, 돼지 도체 1,899, 닭 도체 1,312, 오리 958)로부터 291균주(소 도체 67, 돼지 도체 80, 닭 도체 75, 오리 도체 69)를 분리하였다(Table 6).

Table 6. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 지표세균

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	Cattle	Pig	Chicken	Ducks	Subtotal	
Escherichia coli	No. of farms	864	851	354	539	2,608	522	636	486	644	2,288	4,896
	No. of samples	1,213	2,028	699	692	4,632	890	1,529	865	834	4,118	8,750
	No. of isolates	165	165	152	69	551	71	82	80	52	285	836
Enterococcus faecium	No. of farms	1,932	1,425	570	587	4,514	951	1528	900	904	4,283	8,797
	No. of samples	2,757	3,165	1,373	807	8,102	1,531	2,731	2,187	1,301	7,750	15,852
	No. of isolates	93	126	119	65	403	41	63	64	62	230	633
Enterococcus faecalis	No. of farms	1,736	1,313	539	577	4,165	926	948	628	713	3,215	7,380
	No. of samples	2,557	4,805	1,278	779	9,419	1,331	1,899	1,312	958	5,500	14,919
	No. of isolates	102	151	130	68	451	67	80	75	69	291	742

* 일부 농가는 1균주 이상 분리

2. 식중독세균 분리

가축 및 도체로부터 식중독세균을 분리하기 위해 2020년 1월부터 12월까지 전국 도축장에서 정상 가축의 분변 및 도체 시료를 채취하였다. 농가당 5개 이내의 분변과 도체 시료를 채취하여 분리하였다.

Salmonella spp.는 총 14,846개의 분변 및 도체 시료로부터 612균주를 분리하였다. 시료별로는 8,744개의 분변 시료(소 2,022, 돼지 4,217, 닭 1,723, 오리 782)로부터 246균주(소 1, 돼지 70, 닭 101, 오리 74)와 6,102개의 도체 시료(소 도체 1,780, 돼지 도체 1,694, 닭 도체 1,688, 오리 도체 940)로부터 366균주(소 도체 7, 돼지 도체 24, 닭 도체 209, 오리 도체 126)를 분리하였다.

*Campylobacter jejuni*는 총 11,564 분변 및 도체 시료로부터 312균주를 분리하였다. 시료별로는 5,887개의 분변 시료(소 1,598, 돼지 1,591, 닭 1,822, 오리 876)로부터 180균주(소 132, 돼지 1, 닭 26, 오리 21)와 5,677개의 도체 시료(소 도체 1,323, 돼지 도체 1,388, 닭 도체 1,871, 오리 도체 1,095)로부터 132균주(소 도체 7, 돼지 도체 1, 닭 도체 73, 오리 도체 51)를 분리하였다. *Campylobacter coli*는 총 11,619 분변 및 도체 시료로부터 194주를 분리하였다. 시료별로는 5,911분변 시료(소 1,548, 돼지 1,666, 닭 1,821, 오리 876)로부터 112균주(소 4, 돼지 36, 닭 21, 오리 51)와 5,708개의 도체 시료(소 도체 1,323, 돼지 도체 1,428, 닭 도체 1,862, 오리 도체 1,095)로부터 82균주(소 도체 2, 돼지 도체 14, 닭 도체 46, 오리 도체 20)를 분리하였다.

*Staphylococcus aureus*는 총 5,957 도체 시료(소 도체 1,498, 돼지 도체 1,587, 닭 도체 1,779, 오리 도체 1,093)로부터 466균주(소 25, 돼지 122, 닭 293, 오리 26)를 분리하였다(Table 7).

Table 7. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 식중독세균

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	
Salmonella spp.	No. of farms	1,245	1,091	590	574	3,500	1,158	931	622	689	3,400	6,900
	No. of samples	2,022	4,217	1,723	782	8,744	1,780	1,694	1,688	940	6,102	14,846
	No. of isolates	1	70	101	74	246	7	24	209	126	366	612
Campylobacter jejuni	No. of farms	1,000	905	647	694	3,246	750	679	834	903	3,166	6,412
	No. of samples	1,598	1,591	1,822	876	5,887	1,323	1,388	1,871	1,095	5,677	11,564
	No. of isolates	132	1	26	21	180	7	1	73	51	132	312
Campylobacter coli	No. of farms	970	965	646	694	3,275	750	700	832	903	3,185	6,460
	No. of samples	1,548	1,666	1,821	876	5,911	1,323	1,428	1,862	1,095	5,708	11,619
	No. of isolates	4	36	21	51	112	2	14	46	20	82	194
Staphylococcus aureus	No. of farms	ND*	ND	ND	ND	ND	1,008	955	694	761	3,418	3,418
	No. of samples	ND	ND	ND	ND	ND	1,498	1,587	1,779	1,093	5,957	5,957
	No. of isolates	ND	ND	ND	ND	ND	25	122	293	26	466	466

* ND, not done

3. 가축 병원성세균

2020년 1월부터 12월까지 질병에 이환된 가축으로부터 시료를 채취하여 가축병원성 세균 총 7종 348균주를 분리하였다. 균종별로는 소화기질병 원인체인 *Salmonella* spp.는 총 194시료(소 8, 돼지 21, 닭 117, 오리 48)로부터 102균주(닭 70, 오리 32), *E. coli*는 총 242 시료(소 24, 돼지 54, 닭 91, 오리 73)로부터 136균주(소 16, 돼지 35, 닭 69, 오리 16)를 분리하였다. 호흡기질병 원인체인 *P. multocida*는 총 87개 시료로부터 42균주, *A. pleuropneumoniae*는 총 52개 시료로부터 6균주, *S. suis*는 총 71개 시료로부터 55균주, *B. bronchiseptica*는 총 46개 시료로부터 6균주, *G. parasuis*는 총 45개 시료로부터 1균주를 분리하였다(Table 8).

Table 8. 질병에 이환된 가축으로부터 분리한 가축 병원성세균

Bacterial species		No. of isolates				Total
		Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	
Salmonella spp.	No. of farms	8	21	53	38	120
	No. of samples	8	21	117	48	194
	No. of isolates	0	0	70	32	102
Escherichia coli	No. of farms	28	33	44	20	125
	No. of samples	24	54	91	73	242
	No. of isolates	16	35	69	16	136
Pasteurella multocida	No. of farms	24	71	0	0	95
	No. of samples	25	62	0	0	87
	No. of isolates	1	41	0	0	42
Actinobacillus pleuropneumoniae	No. of farms	0	50	0	0	50
	No. of samples	0	52	0	0	52
	No. of isolates	0	6	0	0	6
Streptococcus suis	No. of farms	0	76	0	0	76
	No. of samples	0	71	0	0	71
	No. of isolates	0	55	0	0	55
Bordetella bronchiseptica	No. of farms	0	46	0	0	46
	No. of samples	0	46	0	0	46
	No. of isolates	0	6	0	0	6
Glaesserella parasuis	No. of farms	0	45	0	0	45
	No. of samples	0	45	0	0	45
	No. of isolates	0	1	0	0	1

4. 살모넬라균의 혈청형 분포도

정상 가축의 분변, 도체, 임상시료에서 분리된 살모넬라 791균주(정상가축 278, 질병이환가축 383, 도체 130)에 대한 혈청형 동정 결과, 총 31종 혈청형이 동정되었으며 13균주는 동정되지 않았다. 시료·축종별로 혈청형 분포를 조사한 결과, 정상 가축 분변에서 분리된 총 278균주(소 1, 돼지 100, 닭 103, 오리 74) 중 *S.* Typhimurium이 59균주로 가장 높은 분포율을 보였으며 *Salmonella* 4,[5],12:i:- (46균주), *S.* Agona (45균주) 순이었다. 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 총 15종 혈청형이 확인되었으며 이 중 *S.* Typhimurium과 *Salmonella* 4,[5],12:i:- 이 전체 분리 균주의 약 50%(51/100)를 차지하였다. 닭 유래 균주에서는 총 17종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Agona가 36%(37/103)로 가장 높게 분포하였다. 오리 유래 균주에서는 총 12종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Typhimurium과 *Salmonella* 4,[5],12:i:- 이 55%(41/74)를 차지하였다.

질병에 이환된 가축에서는 383균주(소 7, 돼지 41, 닭 209, 오리 126)가 분리되었으며 *S.* Agona가 83균주(21.7%)로 가장 높은 분포율을 보였으며 *S.* Typhimurium(68균주), *S.* Enteritidis(56균주), *Salmonella* 4,[5],12:i:-(40균주) 순이었다. 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 8종 혈청형이 확인되었으며 *Salmonella* 4,[5],12:i:-(11균주)이 가장 높게 분포하였다. 닭 유래 균주에서는 16종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Agona가 37.3%(78균주)를 차지하였다. 오리 유래 균주에서는 11종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Typhimurium(50균주)과 *Salmonella* 4,[5],12:i:-(20균주)이 55.6%(70 균주)를 차지하였다.

도체 시료에서는 총 130균주(돼지 28, 닭 70, 오리 32)가 분리되었으며 *S.* Westhampton이 25균주(19.2%)이 가장 높게 분포하였으며 그 외 *S.* Albany, *S.* Typhimurium, *S.* Montevideo, *Salmonella* 4,[5],12:i:- 도 높게 분포하였다. 시료별로는 돼지 도체 유래 균주에서는 4종 혈청형이 분포하였으며 78.6%(22/28)가 *S.* Typhimurium과 *Salmonella* 4,[5],12:i:-로 확인되었다. 닭 도체 유래 균주에서는 총 11종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Westhamptond이 35.7%(25/70)로 가장 높게 분포하였으며 *S.* Senftenberg와 *S.* Montevideo 순이었다. 오리 도체 유래 균주에서는 7종 혈청형 확인되었으며 *S.* Albany가 59.4%(19/32) 가장 높게 분포하였다(Table 9).

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

Serovar	No. of isolates														
	Healthy animals					Diseased animals					Carcasses				Total (n=791)
	Cattle (n=1)	Pigs (n=100)	Chicken (n=103)	Ducks (n=74)	Subtotal (n=278)	Cattle (n=7)	Pigs (n=41)	Chicken (n=209)	Ducks (n=126)	Subtotal (n=383)	Pigs (n=28)	Chicken (n=70)	Ducks (n=32)	Subtotal (n=130)	
Agona	1	5	37	2	45	2	3	78	-	83	-	1	-	1	129
Albany	-	-	8	9	17	-	1	18	7	26	-	-	19	19	62
Anatum	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Assinie	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Bareilly	-	1	6	1	8	-	-	6	-	6	-	-	-	-	14
Bousso	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Braenderup	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1
Derby	-	5	-	-	5	-	3	-	-	3	-	-	-	-	8
Enteritidis	-	3	13	9	25	1	-	17	38	56	-	4	3	7	88
Gallinarum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2
Give	-	1	-	1	2	-	-	-	1	1	-	-	2	2	5
Hadar	-	-	-	3	3	-	-	-	2	2	-	-	-	-	5
Indiana	-	-	2	3	5	-	-	-	2	2	-	-	-	-	7
Infantis	-	5	7	-	12	-	6	8	-	14	-	1	-	1	27
Kastrup	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Kenturky	-	1	1	-	2	-	-	5	-	5	-	-	-	-	7
Kouka	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	4
Lagos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	2
Livingstone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	2
London	-	1	-	2	3	-	1	-	2	3	-	-	-	-	6
Mbandaka	-	-	2	-	2	-	-	11	1	12	-	-	1	1	15
Montevideo	-	1	5	-	6	-	-	10	-	10	1	13	-	14	30
Newport	-	-	1	-	1	-	-	3	1	4	-	-	-	-	5
Rissen	-	17	1	-	18	4	7	6	-	17	-	-	-	-	35
Senftenberg	-	1	1	1	3	-	-	2	-	2	-	13	-	13	18
Tennessee	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
Thompson	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	-	-	-	4
Typhimurium	-	29	9	21	59	-	9	9	50	68	11	4	-	15	142
4,[5],12:i:-	-	22	4	20	46	-	11	9	20	40	11	-	3	14	100
Virchow	-	-	4	-	4	-	-	17	-	17	-	1	2	3	24
Westhampton	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	25	-	25	26
Untypable	-	2	-	1	3	-	-	5	1	6	3	-	1	4	13

제2장. 지표세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

가. 가축유래 *Escherichia coli*

정상 가축 분변에서 분리한 대장균 551균주(소 165, 돼지 165, 닭 152, 오리 69)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 소에서는 관찰되지 않았으나, 돼지와 닭에서는 ampicillin, chloramphenicol, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline에서 관찰되었다. 축종별로는 닭에서 분리한 균주는 ciprofloxacin의 MIC_{50}이 8(㎍/㎖), nalidixic acid의 MIC_{50}이 128(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높게 나타났다. Cephem계 항생제 MIC_{50}은 cefepime 0.25(㎍/㎖), cefoxitin 4(㎍/㎖), ceftazidime 1(㎍/㎖), ceftiofur 0.5(㎍/㎖)로 나타났다.

총 16종 항생제에 대해 항생제 내성률을 조사한 결과, 전반적으로 다른 축종에 비해 소에서 낮게 나타났다. 소에서 분리한 균주는 모든 검사 항생제에 대한 내성률이 40% 이하로 나타났다. 소에서는 tetracycline(35.8%), sulfisoxazole(35.2%), streptomycin(34.5%) 내성률이 30% 이상을 나타내었으나 그 외 항생제 내성율은 낮거나 내성이 관찰되지 않았다. 돼지 유래 균주의 내성률은 chloramphenicol(80.0%)이 가장 높았으며, ampicillin(79.4%), sulfisoxazole(77.6%), streptomycin(74.5%), tetracycline(73.9%) 순으로 내성률이 높았다.
닭 유래 균주의 내성률은 ampicillin이 84.9%로 가장 높았으며 nalidixic acid(82.9%), tetracycline(75.0%), ciprofloxacin(74.3%), sulfisoxazole(69.1%), chloramphenicol(65.8%), streptomycin(65.1%) 순으로 나타났다. 오리 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 55.1%로 가장 높았으며 ampicillin(53.6%), nalidixic acid(49.3%), chloramphenicol(36.2%), ciprofloxacin, sulfisoxazole(34.8%)의 순으로 나타났다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur는 소에서는 0%로 낮았으나 닭에서는 10% 이상으로 높게 나타났다. Meropenem 내성 균주는 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

정상 가축에서 분리된 대장균 다제내성 양상을 조사한 결과, 소에서 분리한 균주의 60.6%, 오리에서 분리한 균주의 23.2%가 검사 항생제 16종 모두에 감수성을 나타내었으나 돼지와 닭 유래 세균은 대부분 균주가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 분리 균주의 34.5%, 돼지 분리 균주의 86.0%, 닭 분리 균주의 89.5%, 오리 분리 균주의 56.4%에서 확인되었다(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					51.5	51.5	24.2		1.2				
	Pigs	2~32	8	16					4.8	17.6	58.8	16.4	2.4				
	Chicken	2~32	8	16					5.9	17.1	55.9	19.7	1.3				
	Ducks	2~16	8	8					17.4	30.4	49.3	2.9					
Ampicillin	Cattle	2~64	4	8					31.5	55.8	5.5			7.3			
	Pigs	2~64	64	64					5.5	14.5	0.6			79.4			
	Chicken	2~64	64	64					6.6	7.2	1.3			84.9			
	Ducks	2~64	64	64					29.0	17.4				53.6			
Cefepime	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pigs	0.25~16	0.25	0.25		96.4			0.6	1.8	0.6	0.6					
	Chicken	0.25~16	0.25	2		88.2	0.7	0.7	1.3	5.9	2.6	0.7					
	Ducks	0.25~16	0.25	0.25		92.8				2.9	2.9	1.4					
Cefoxitin	Cattle	1~16	4	8				0.6	14.5	49.1	33.9	1.8					
	Pigs	1~32	4	8				0.6	9.1	55.2	31.5	1.2	2.4				
	Chicken	2~32	4	8					6.6	55.3	32.2	3.9	2.0				
	Ducks	2~16	4	8					13.0	59.4	26.1	1.4					
Ceftazidime	Cattle	1	1	1				100									
	Pigs	1~16	1	1				93.9			4.8	1.2					
	Chicken	1~16	1	1				90.8	0.7	3.9	2.6	2.0					
	Ducks	1~16	1	1				94.2		1.4	2.9	1.4					
Ceftiofur	Cattle	0.5~1	0.5	0.5			95.2	4.8									
	Pigs	0.5~8	0.5	0.5			91.5	2.4		0.6	5.5						
	Chicken	0.5~8	0.5	8			80.9	7.2			11.8						
	Ducks	0.5~8	0.5	0.5			91.3	1.4			7.2						
Chloramphenicol	Cattle	2~64	8	32					1.8	21.8	61.8	4.2	0.6	9.7			
	Pigs	4~64	64	64						4.8	15.2		3.6	76.4			
	Chicken	2~64	64	64					0.7	17.8	13.2	2.6	1.3	64.5			
	Ducks	4~64	8	64						24.6	34.8	4.3		36.2			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12~16	0.125	0.125	92.1	4.2	0.6				2.4	0.6					
	Pigs	0.12~16	0.125	8	52.1	20.0	13.3		1.2		5.5	7.9					
	Chicken	0.12~16	8	16	7.9	8.6	9.2	5.9	7.2	3.3	37.5	20.4					
	Ducks	0.12~16	0.25	16	36.2	18.8	10.1	2.9	2.9	7.2	7.2	14.5					
Colistin	Cattle	2	2	2					100								
	Pigs	2~8	2	2					98.2		1.8						
	Chicken	2	2	2					100								
	Ducks	2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1~8	1	1				98.8	0.6		0.6						
	Pigs	1~64	1	32				80.6			1.8	3.6	5.5	8.5			
	Chicken	1~64	1	64				80.9			1.3	2.6	2.6	12.5			
	Ducks	1~64	1	1				91.3	1.4				2.9	4.3			
Meropenem	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2~128	2	4					83.0	7.3	0.6	0.6	0.6	3.6	4.2		
	Pigs	2~128	4	128					42.4	13.3	12.7	3.0	1.2	3.6	23.6		
	Chicken	2~128	128	128					4.6	2.0	6.6	3.9	1.3	5.9	75.7		
	Ducks	2~128	16	128					33.3	5.8	8.7	2.9		7.2	42.0		
Streptomycin	Cattle	16~128	16	128								65.5	1.8	21.2	11.5		
	Pigs	16~128	64	128								25.5	12.7	15.8	46.1		
	Chicken	16~128	64	128								34.9	6.6	9.9	48.7		
	Ducks	16~128	16	128								73.9		1.4	24.6		
Sulfisoxazole	Cattle	16~512	16	512								62.4	2.4				35.2
	Pigs	16~512	512	512								22.4					77.6
	Chicken	16~512	512	512								29.6	1.3				69.1
	Ducks	16~512	16	512								63.8	1.4				34.8
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					64.2			0.6	3.0	3.6	28.5		
	Pigs	2~128	64	128					25.5	0.6			4.2	28.5	41.2		
	Chicken	2~128	64	128					24.3		0.7	1.3	12.5	28.3	32.9		
	Ducks	2~128	32	128					44.9				10.1	34.8	10.1		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12~4	0.125	0.25	84.2	10.3	1.2	0.6		3.6							
	Pigs	0.12~4	0.25	4	39.4	18.8	3.6			38.2							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	38.2	13.2	4.6			44.1							
	Ducks	0.12~4	0.125	4	62.3	8.7	4.3	1.4		23.2							

* cattle(n=165), pigs(n=165), chicken(n=152), ducks(n=69)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=165)	Pigs (n=165)	Chicken (n=152)	Ducks (n=69)	Total (n=551)
Amoxicillin / Clavulanic acid	1.2(2)	2.4(4)	1.3(2)	0(0)	1.5(8)
Ampicillin	7.3(12)	79.4(131)	84.9(129)	53.6(37)	56.1(309)
Cefepime	0(0)	0.6(1)	0.7(1)	1.4(1)	0.5(3)
Cefoxitin	0(0)	2.4(4)	2.0(3)	0(0)	1.3(7)
Ceftazidime	0(0)	1.2(2)	2.0(3)	1.4(1)	1.1(6)
Ceftiofur	0(0)	5.5(9)	11.8(18)	7.2(5)	5.8(32)
Chloramphenicol	10.3(17)	80.0(132)	65.8(100)	36.2(25)	49.7(274)
Ciprofloxacin	3.0(5)	14.5(24)	74.3(113)	34.8(24)	30.1(166)
Colistin	0(0)	1.8(3)	0(0)	0(0)	0.5(3)
Gentamicin	0(0)	17.6(29)	17.8(27)	7.2(5)	11.1(61)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	8.5(14)	28.5(47)	82.9(126)	49.3(34)	40.1(221)
Streptomycin	34.5(57)	74.5(123)	65.1(99)	26.1(18)	53.9(297)
Sulfisoxazole	35.2(58)	77.6(128)	69.1(105)	34.8(24)	57.2(315)
Tetracycline	35.8(59)	73.9(122)	75.0(114)	55.1(38)	60.4(333)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	3.6(6)	38.2(63)	44.1(67)	23.2(16)	27.6(152)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 12. 가축 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle (n=165)	Pigs (n=165)	Chicken (n=152)	Ducks (n=69)	Total (n=551)
No resistance detected	60.6(100)	4.8(8)	3.9(6)	23.2(16)	23.6(130)
Resistance 1 CLSI subclass	2.4(4)	4.2(7)	2.0(3)	8.7(6)	3.6(20)
Resistance 2 CLSI subclasses	2.4(4)	4.8(8)	4.6(7)	11.6(8)	4.9(27)
Resistance 3 CLSI subclasses	19.4(32)	10.3(17)	5.9(9)	18.8(13)	12.9(71)
Resistance 4 CLSI subclasses	9.1(15)	18.2(30)	10.5(16)	13.0(9)	12.7(70)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.0(5)	35.2(58)	16.4(25)	5.8(4)	16.7(92)
Resistance 6 CLSI subclasses	2.4(4)	13.9(23)	21.1(32)	2.9(2)	11.1(61)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.6(1)	4.2(7)	30.9(47)	13.0(9)	11.6(64)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	1.8(3)	3.3(5)	2.9(2)	1.8(10)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	1.8(3)	0(0)	0(0)	0.5(3)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0.6(1)	0.7(1)	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 286균주(소 도체 71, 돼지 도체 82, 닭 도체 80, 오리 도체 53)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 도체와 오리 도체에서는 관찰되지 않았다. 그러나 돼지 도체와 닭 도체에서는 ampicillin, chloramphenicol, 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 도체와 오리 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 모든 항생제 내성률이 30% 이하로 낮았다. 항생제별로는 sulfisoxazole 25.4%로 가장 높았으며 streptomycin(21.1%), tetracycline(18.3%). chloramphenicol(14.1%) 순이었다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 sulfisoxazole이 76.8%로 가장 높았으며 ampicillin(73.2%), streptomycin(68.3%), chloramphenicol(67.1%), tetracycline(62.2%) 순으로 높았다. 닭 도체 유래 균주 내성률은 nalidixic acid가 90.0%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(81.3%), tetracycline (80.0%), ampicillin(76.3%)순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주는 모든 항생제 내성률이 50%이하로 닭 도체 유래 균주와 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 닭에 비해 낮았다. 항생제별는 chloramphenicol이 43.4%로 가장 높았으며 tetracycline(41.5%), nalidixic acid(39.6%), ampicillin(35.8%) 순으로 높았다. 중요항생제 중 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur 내성률은 소 도체에서는 관찰되지 않았으나 돼지 도체와 닭 도체 유래 균주에서 약 11%로 높게 나타났다. Amoxicillin/clavulanic acid와 cefoxitin에 내성을 나타낸 균주는 소 도체에서는 관찰되지 않았으나 다른 시료에서는 약 2~5%로 나타났다. 모든 시료에서 colistin과 meropenem 내성 균주는 확인되지 않았다.

도체에서 분리한 대장균 항생제 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 도체 유래 균주 73.2%로 오리 도체 유래 균주 34.0%, 돼지 도체 유래 균주 11.0%, 닭 도체 유래 균주 2.5%에 비해 높게 나타났다. 총 13개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주 21.8%, 오리 도체 균주에서는 41.6% 대체로 낮았으나 돼지 도체 유래 균주의 81.8%, 닭 도체 유래 균주의 89.0%로 돼지 도체와 닭 도체 유래 균주에서 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					19.7	50.7	23.9	5.6					
	Pig	2~32	8	16					9.8	23.2	50.0	12.2	4.9				
	Chicken	2~32	8	8					11.2	18.8	60.0	7.5	2.5				
	Duck	2~32	4	8					30.2	28.3	32.1	5.7	3.8				
Ampicillin	Cattle	2~64	4	8					36.6	49.3	7.0			7.0			
	Pig	2~64	64	64					12.2	13.4	1.2			73.2			
	Chicken	2~64	64	64					16.2	7.5				76.2			
	Duck	2~64	4	64					28.3	32.1	3.8			35.8			
Cefepime	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pig	0.25~8	0.25	0.25		93.9			2.4	1.2	2.4						
	Chicken	0.25~16	0.25	0.25		90.0	1.2			5.0	1.2	2.5					
	Duck	0.25~16	0.25	0.25		96.2					1.9	1.9					
Cefoxitin	Cattle	1~16	4	8				1.4	18.3	50.7	26.8	2.8					
	Pig	2~32	4	8					11.0	56.1	25.6	2.4	4.9				
	Chicken	2~32	4	8					8.8	63.8	21.2	3.8	2.5				
	Duck	2~32	4	8					9.4	69.8	17.0	1.9	1.9				
Ceftazidime	Cattle	1	1	1				100									
	Pig	1~16	1	4				89.0		2.4	2.4	6.1					
	Chicken	1~16	1	1				91.2	1.2	1.2	2.5	3.8					
	Duck	1~16	1	1				96.2				3.8					
Ceftiofur	Cattle	0.5~1	0.5	0.5			95.8	4.2									
	Pig	0.5~8	0.5	8			84.1	4.9			11.0						
	Chicken	0.5~8	0.5	8			81.2	6.2	1.2		11.2						
	Duck	0.5~8	0.5	0.5			90.6	5.7			3.8						
Chloramphenicol	Cattle	2~64	8	64					2.8	25.4	53.5	4.2		14.1			
	Pig	2~64	64	64					1.2	8.5	19.5	3.7	1.2	65.9			
	Chicken	2~64	64	64					1.2	17.5	18.8	2.5	1.2	58.8			
	Duck	4~64	8	64						20.8	35.8			43.4			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12~0.25	0.125	0.125	91.5	8.5											
	Pig	0.12~16	0.125	8	50.0	23.2	9.8	3.7	1.2		9.8	2.4					
	Chicken	0.12~16	8	16	7.5	6.2	5.0	5.0	2.5	5.0	37.5	31.2					
	Duck	0.12~16	0.25	8	39.6	20.8	9.4	7.5	1.9	1.9	13.2	5.7					
Colistin	Cattle	2	2	2					100								
	Pig	2	2	2					100								
	Chicken	2	2	2					100								
	Duck	2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1~64	1	1				97.2	1.4					1.4			
	Pig	1~64	1	64				78.0	1.2		1.2	1.2	6.1	12.2			
	Chicken	1~64	1	64				82.5	1.2			2.5	1.2	12.5			
	Duck	1~2	1	1				98.1	1.9								
Meropenem	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pig	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Duck	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2~128	2	4					87.3	4.2	4.2			1.4	2.8		
	Pig	2~128	4	128					48.8	9.8	12.2	6.1	1.2	1.2	20.7		
	Chicken	2~128	128	128					3.8		6.2			12.5	77.5		
	Duck	2~128	8	128					39.6	5.7	13.2	1.9		9.4	30.2		
Streptomycin	Cattle	16~128	16	64								78.9	7.0	9.9	4.2		
	Pig	16~128	64	128								31.7	8.5	15.9	43.9		
	Chicken	16~128	32	128								43.8	7.5	7.5	41.2		
	Duck	16~128	16	128								75.5		1.9	22.6		
Sulfisoxazole	Cattle	16~512	16	512								74.6					25.4
	Pig	16~512	512	512								23.2					76.8
	Chicken	16~512	512	512								41.2					58.8
	Duck	16~512	16	512								69.8	1.9				28.3
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					81.7				1.4	1.4	15.5		
	Pig	2~128	64	128					35.4	1.2	1.2		1.2	29.3	31.7		
	Chicken	2~128	64	128					20.0			3.8	17.5	23.8	35.0		
	Duck	2~128	2	64					58.5				7.5	24.5	9.4		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12~4	0.125	0.125	91.5	2.8				5.6							
	Pig	0.12~4	0.125	4	50.0	17.1	3.7			29.3							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	46.2	8.8	3.8	2.5		38.8							
	Duck	0.12~4	0.125	4	67.9	7.5	5.7			18.9							

* cattle carcasses(n=71), pig carcasses(n=82), chicken carcasses(n=80), duck carcasses(n=53)

Table 14. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=71)	Pig carcasses (n=82)	Chicken carcasses (n=80)	Duck carcasses (n=53)	Total (n=286)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	4.9(4)	2.5(2)	3.8(2)	2.8(8)
Ampicillin	7.0(5)	73.2(60)	76.3(61)	35.8(19)	50.7(145)
Cefepime	0(0)	0(0)	2.5(2)	1.9(1)	1.0(3)
Cefoxitin	0(0)	4.9(4)	2.5(2)	1.9(1)	2.4(7)
Ceftazidime	0(0)	6.1(5)	3.8(3)	3.8(2)	3.5(10)
Ceftiofur	0(0)	11.0(9)	11.3(9)	3.8(2)	7.0(20)
Chloramphenicol	14.1(10)	67.1(55)	60.0(48)	43.4(23)	47.6(136)
Ciprofloxacin	0(0)	17.1(14)	81.3(65)	30.2(16)	33.2(95)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Gentamicin	1.4(1)	19.5(16)	16.3(13)	0(0)	10.5(30)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	4.2(3)	23.2(19)	90.0(72)	39.6(21)	40.2(115)
Streptomycin	21.1(15)	68.3(56)	56.3(45)	24.5(13)	45.1(129)
Sulfisoxazole	25.4(18)	76.8(63)	58.8(47)	28.3(15)	50.0(143)
Tetracycline	18.3(13)	62.2(51)	80.0(64)	41.5(22)	52.4(150)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	5.6(4)	29.3(24)	38.8(31)	18.9(10)	24.1(69)

* 농가당 1개 균주 검사

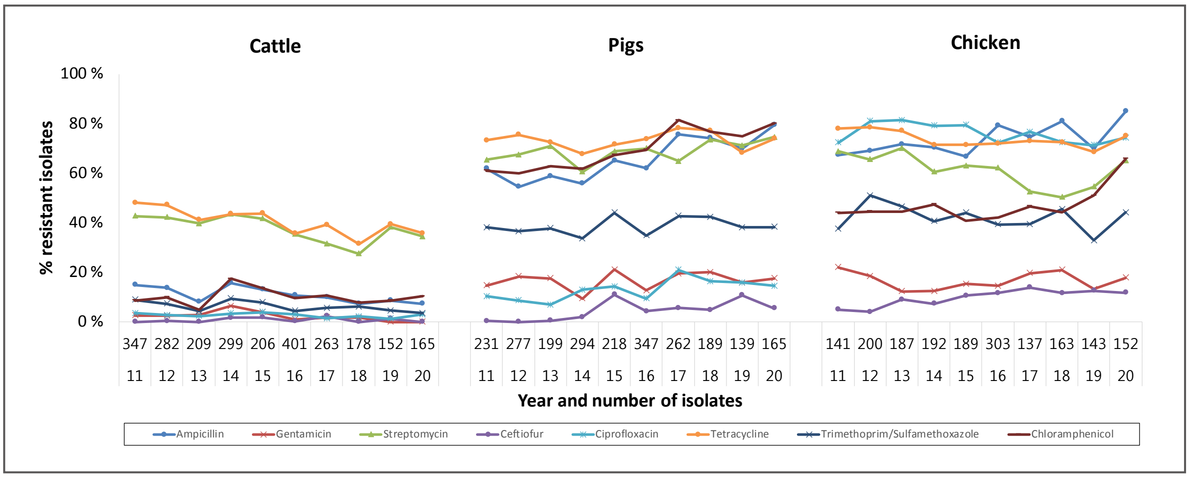
Table 15. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=71)	Pig carcasses (n=82)	Chicken carcasses (n=80)	Duck carcasses (n=53)	Total (n=286)
No resistance detected	73.2(52)	11.0(9)	2.5(2)	34.0(18)	28.3(81)
Resistance 1 CLSI subclass	1.4(1)	3.7(3)	1.3(1)	11.3(6)	3.8(11)
Resistance 2 CLSI subclasses	4.2(3)	3.7(3)	7.5(6)	13.2(7)	6.6(19)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.5(6)	17.1(14)	5.0(4)	9.4(5)	10.1(29)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.5(6)	13.4(11)	20.0(16)	3.8(2)	12.2(35)
Resistance 5 CLSI subclasses	4.2(3)	30.5(25)	13.8(11)	15.1(8)	16.4(47)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	4.9(4)	16.3(13)	5.7(3)	7.0(20)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	15.9(13)	28.8(23)	3.8(2)	13.3(38)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	3.8(3)	0(0)	1.0(3)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	1.9(1)	0.3(1)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.3(1)	1.9(1)	0.7(2)

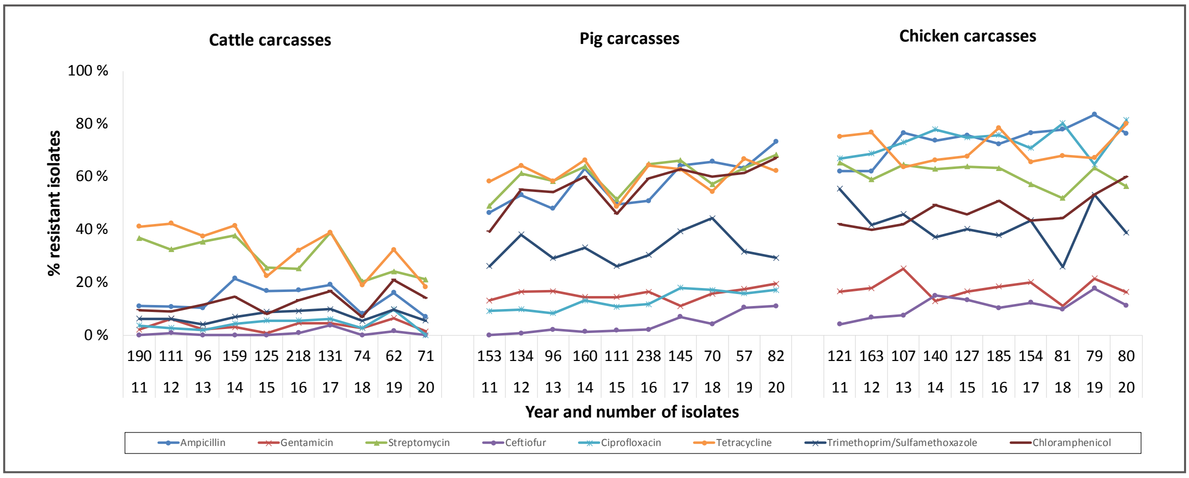
【정상 가축 분변 및 도축장 도체에서 분리한 *E. coli*의 항생제 내성 경향 (2011-2020)】

'11년부터 '20년까지 정상 가축 분변과 도축장 도체에서 분리한 대장균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료에 따라 연도별로 내성률 추이는 다소 차이가 있었다. '20년 소 분변 유래 대장균 내성률은 전년('19년)과 유사하였으나 항생제 내성률은 감소 추세를 나타내었다. 항생제별로 '11년 대비 tetracycline(48.1→35.8%), streptomycin(42.7→34.5%), ampicillin(15.0→7.3%), trimethoprim/sulfamethoxazole (8.9→3.6%) 내성률이 감소하였다. 돼지 분변 유래 대장균 내성률은 전반적으로 증가 추세를 나타내었으며 항생제별로는 '11년 대비 '20년에는 chloramphenicol(61.0→80.0%)과 ampicillin(61.9→79.4%) 내성률이 크게 증가하였다. 그 외 중요 항생제인 ciprofloxacin(10.4→14.5%)과 ceftiofur(0.4→5.5%) 내성률도 증가하였다. 닭 분변 유래 대장균 내성률도 전반적으로 증가 추세를 나타내었으며 항생제별로는 '11년 대비 '20년에는 chloramphenicol(44.0→65.8%)과 ampicillin(67.4→84.9%)이 크게 증가하였다. 그 외 중요항생제 내성률은 ciprofloxacin(72.3→74.3%)과 ceftiofur(5.0→11.8%)는 증가하였다. 도체 유래 항생제 내성 추이는 항생제별로 차이가 있었으나 전반적으로 가축과 유사한 내성 추이를 나타내었다. '20년 항생제 내성률은 '11년에 비해 감소하였으나 중요항생제인 ceftiofur와 ciprofloxacin 내성률은 소에서는 낮게 유지되었으나 돼지와 닭에서 증가하였다.

〈정상 가축 분변 유래 대장균의 내성률〉



〈도축장 도체 유래 대장균의 내성률〉



2. *Enterococcus faecium*

가. 가축유래 *Enterococcus faecium*

건강한 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 403균주(소 93, 돼지 126, 닭 119, 오리 65)에 대해 항생제 감수성 검사(16종)를 실시한 결과, 닭 유래 균주는 다른 축종 에 비해 내성이 높게 나타났다. MICs 분포도를 분석한 결과, 닭 유래 균주에서 높았으며, 항생제별 MIC_{50}은 ampicillin 4(㎍/㎖), ciprofloxacin 4(㎍/㎖), erythromycin 16 (㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았다.

축종별 항생제 내성률을 비교한 결과, 닭 유래 균주의 내성률이 다른 축종에 비해 전반적으로 높게 나타났다. 소 유래 균주의 내성률은 erythromycin(34.4%)과 ciprofloxacin(32.3%)이 높았으며 그 외 tetracycline, tigecycline(15.1%), daptomycin(11.8%) 순으로 나타났다. 그러나 그 외 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았다. 돼지 유래 균주 항생제 내성률은 erythromycin이 51.6%로 가장 높았으며 quinupristin/dalfopristin, tigecycline(16.7%), tylosin(13.5%), florfenicol(11.1%), streptomycin (10.3%) 순으로 높았다. 닭 유래 균주에서는 ciprofloxacin 내성률이 64.7%로 가장 높았으며 erythromycin (58.8%), tylosin(50.4%), tetracycline(39.5%) 순으로 높게 나타났다. 오리에서 분리한 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin이 55.4%로 가장 높았으며, tetracycline(29.2%), erythromycin (24.6%), florfenicol(20.0%) 순으로 높았다. 사람에서 중요하게 사용하는 vancomycin 내성 균주는 모든 축종에서 확인되지 않았다.

정상 가축 분변에서 분리된 *E. faecium*의 항생제 다제내성을 조사한 결과, 소 분변에서 분리한 균주의 25.8%, 돼지 분변 유래 균주의 27.0%, 닭 분변 유래 균주의 8.4%, 오리 분변 유래 균주의 13.8%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 12개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 분변 유래 균주에서 9.8%, 돼지 분변 유래 균주에서 15.2%, 닭 분변 유래 균주에서 61.3%, 오리 분변 유래 균주에서 30.7%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				75.3	21.5	1.1		2.2							
	Pigs	1~8	1	4				65.1	23.0	10.3	1.6								
	Chicken	1~16	4	16				37.8	10.1	16.0	8.4	27.7							
	Ducks	1~16	1	4				67.7	15.4	9.2		7.7							
Chloramphenicol	Cattle	2~32	8	8					1.1	37.6	60.2		1.1						
	Pigs	4~32	8	16						49.2	39.7	3.2	7.9						
	Chicken	4~32	8	32						22.7	41.2	2.5	33.6						
	Ducks	4~32	8	32						35.4	44.6	3.1	16.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25~16	2	8		1.1	5.4	40.9	20.4	19.4	9.7	3.2							
	Pigs	0.25~8	1	2		2.4	15.1	50.0	23.0	6.3	3.2								
	Chicken	0.5~16	4	16			5.9	12.6	16.8	16.0	21.0	27.7							
	Ducks	0.25~16	4	8		1.5	3.1	12.3	27.7	33.8	20.0	1.5							
Daptomycin	Cattle	0.5~8	4	8			1.1	2.2	15.1	69.9	11.8								
	Pigs	0.5~8	4	4			3.2	7.1	17.5	65.1	7.1								
	Chicken	0.5~8	4	8			2.5	3.4	20.2	56.3	17.6								
	Ducks	0.5~8	4	4			1.5	3.1	27.7	64.6	3.1								
Erythromycin	Cattle	1~64	4	16				21.5	16.1	28.0	19.4	8.6		6.5					
	Pigs	1~64	8	64				12.7	9.5	26.2	29.4	9.5		12.7					
	Chicken	1~64	16	64				11.8	6.7	22.7	8.4	4.2	3.4	42.9					
	Ducks	1~64	2	64				21.5	30.8	23.1	6.2	4.6	3.1	10.8					
Florfenicol	Cattle	2~32	4	4					32.3	65.6	1.1		1.1						
	Pigs	2~32	4	32					46.0	42.9		0.8	10.3						
	Chicken	2~32	4	32					18.5	46.2		0.8	34.5						
	Ducks	2~32	4	32					33.8	46.2			20.0						
Gentamicin	Cattle	128~2048	128	128											97.8		1.1		1.1
	Pigs	128~2048	128	128											98.4			0.8	0.8
	Chicken	128~256	128	128											99.2	0.8			
	Ducks	128~1024	128	128											98.5			1.5	
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	256											68.8	24.7	2.2	1.1	3.2
	Pigs	128~2048	128	512											71.4	18.3	0.8	0.8	8.7
	Chicken	128~2048	128	256											66.4	26.1	0.8		6.7
	Ducks	128~2048	128	256											89.2	9.2			1.5
Linezolid	Cattle	1~4	2	2				5.4	87.1	7.5									
	Pigs	1~4	2	2				10.3	81.7	7.9									
	Chicken	1~8	2	8				6.7	56.3	20.2	16.8								
	Ducks	0.5~16	2	4			1.5	4.6	76.9	7.7	3.1	6.2							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1~4	2	2				40.9	51.6	7.5									
	Pigs	1~16	2	4				15.9	67.5	15.9		0.8							
	Chicken	1~8	2	4				21.0	44.5	32.8	1.7								
	Ducks	1~8	1	2				56.9	33.8	6.2	3.1								
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	4					78.2	21.8									
	Ducks	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	128											95.7				4.3
	Pigs	128~2048	128	2048											88.1	0.8	0.8		10.3
	Chicken	128~2048	128	2048											79.8	3.4	1.7	4.2	10.9
	Ducks	128~2048	128	2048											86.2	1.5		1.5	10.8
Tetracycline	Cattle	2~128	2	64					84.9			2.2	1.1	3.2	8.6				
	Pigs	2~128	2	2					91.3				0.8	2.4	5.6				
	Chicken	2~128	2	128					60.5			0.8	2.5	1.7	34.5				
	Ducks	2~128	2	128					70.8					6.2	23.1				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.5	41.9	43.0	15.1												
	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.5	50.8	32.5	16.7												
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.5	31.1	46.2	22.7												
	Ducks	0.12~0.5	0.25	0.5	44.6	44.6	10.8												
Tylosin	Cattle	1~64	4	8				16.1	29.0	30.1	18.3	1.1		5.4					
	Pigs	1~64	4	64				4.0	11.1	43.7	26.2	1.6		13.5					
	Chicken	1~64	64	64				3.4	10.1	17.6	18.5			50.4					
	Ducks	1~64	2	64				6.2	44.6	24.6	7.7		1.5	15.4					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					99.2	0.8									
	Ducks	2	2	2					100										

* cattle(n=93), pigs(n=126), chicken(n=119), ducks(n=65)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=93)	Pigs (n=126)	Chicken (n=119)	Ducks (n=65)	Total (n=403)
Ampicillin	2.2(2)	0(0)	27.7(33)	7.7(5)	9.9(40)
Chloramphenicol	1.1(1)	7.9(10)	33.6(40)	16.9(11)	15.4(62)
Ciprofloxacin	32.3(30)	9.5(12)	64.7(77)	55.4(36)	38.5(155)
Daptomycin	11.8(11)	7.1(9)	17.6(21)	3.1(2)	10.7(43)
Erythromycin	34.4(32)	51.6(65)	58.8(70)	24.6(16)	45.4(183)
Florfenicol	1.1(1)	11.1(14)	35.3(42)	20.0(13)	17.4(70)
Gentamicin	1.1(1)	1.6(2)	0(0)	1.5(1)	1.0(4)
Kanamycin	4.3(4)	9.5(12)	6.7(8)	1.5(1)	6.2(25)
Linezolid	0(0)	0(0)	16.8(20)	9.2(6)	6.5(26)
Quinupristin / Dalfopristin	7.5(7)	16.7(21)	34.5(41)	9.2(6)	18.6(75)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	4.3(4)	10.3(13)	15.1(18)	12.3(8)	10.7(43)
Tetracycline	15.1(14)	8.7(11)	39.5(47)	29.2(19)	22.6(91)
Tigecycline	15.1(14)	16.7(21)	22.7(27)	10.8(7)	17.1(69)
Tylosin	5.4(5)	13.5(17)	50.4(60)	16.9(11)	23.1(93)
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 isolates				
	Cattle (n=93)	Pigs (n=126)	Chicken (n=119)	Ducks (n=65)	Total (n=403)
No resistance detected	25.8(24)	27.0(34)	8.4(10)	13.8(9)	19.1(77)
Resistance 1 CLSI subclass	41.9(39)	48.4(61)	15.1(18)	38.5(25)	35.5(143)
Resistance 2 CLSI subclasses	22.6(21)	9.5(12)	15.1(18)	16.9(11)	15.4(62)
Resistance 3 CLSI subclasses	6.5(6)	4.8(6)	15.1(18)	12.3(8)	9.4(38)
Resistance 4 CLSI subclasses	1.1(1)	3.2(4)	12.6(15)	13.8(9)	7.2(29)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	4.8(6)	16.0(19)	4.6(3)	6.9(28)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.1(1)	1.6(2)	10.1(12)	0(0)	3.7(15)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.1(1)	0.8(1)	6.7(8)	0(0)	2.5(10)
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)	0.8(1)	0(0)	0.2(1)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecium*

도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 230균주(소 도체 41, 돼지 도체 63, 닭 도체 64, 오리 도체 62)에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 대체로 가축 분변 유래 균주의 내성 양상과 유사하였다. 시료별로는 가금(닭, 오리) 도체 유래 균주의 항생제 내성이 소 도체 및 돼지 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, ciprofloxacin MIC_{50}이 돼지와 소의 1(㎍/㎖)에 비해 닭과 오리 시료에서 4(㎍/㎖)로 높았으나 그 외 항생제는 큰 차이는 없었다.

시료별로 내성률을 비교한 결과, 닭 도체 및 오리 도체 유래 균주의 내성률이 소 도체 및 돼지 도체 유래 균주에 비해 높게 나타났다. 특히 돼지 도체 유래 균주는 모든 항생제 내성률이 30% 이하로 나타났다. 소 도체 유래 균주에서는 ciprofloxacin의 내성률이 36.6%로 가장 높았으며, tigecycline(34.1%), erythromycin(17.1%), tetracycline(14.6%), daptomycin(12.2%) 순으로 나타났다. 돼지 도체 유래 균주 내성률은 erythromycin이 22.2%로 가장 높았으며 tigecyline(20.6%), tetracycline(14.3%), quinupristin/dalfopristin(11.1%) 순이었으며, 그 외 항생제 내성률은 모두 10% 이하로 낮게 나타났다. 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin 내성률이 57.8%로 가장 높았으며, erythromycin(46.9%), tylosin(34.4%), tetracycline(32.8%) 순으로 높게 나타났다. 오리 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin의 내성률이 58.1%로 가장 높았으며, tetracycline(40.3%), tigecycline(33.9%), erythromycin(32.3%), chloramphenicol(29.0%), florfenicol(29.0%) 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용되는 항생제인 ampicillin의 내성이 닭 도체 유래 균주에서 12.5%, 오리 도체 유래 균주에서 3.2% 관찰되었고, linezolid 내성은 오리 도체에서 21.0%, 닭 도체에서 14.1%로 관찰되었다. 그러나 vancomycin 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리된 *E. faecium*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 소 도체에서 분리한 균주의 24.4%, 돼지 도체 분리 균주의 44.4%, 닭 도체 분리 균주의 12.5%, 오리 도체 분리 균주의 9.7%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 12개의 subclass중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주 12.2%, 돼지 도체 유래 균주에서 8.0%, 닭 도체 유래 균주에서 45.4%, 오리 도체 유래 균주에서 41.9%로, 닭 도체 및 오리 도체 유래 균주에서 다제내성균이 높게 분포하였다(Table 19∼21).

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

Antimicrobials	Carcasses type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1~8	1	2				85.4	12.2		2.4								
	Pig	1~8	1	2				84.1	9.5	4.8	1.6								
	Chicken	1~16	2	16				42.2	15.6	15.6	14.1	12.5							
	Duck	1~16	2	4				48.4	19.4	24.2	4.8	3.2							
Chloramphenicol	Cattle	2~32	8	8					2.4	43.9	51.2		2.4						
	Pig	2~32	4	8					1.6	49.2	42.9	1.6	4.8						
	Chicken	2~32	8	32					1.6	46.9	25.0	3.1	23.4						
	Duck	2~32	8	32					1.6	43.5	25.8		29.0						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25~16	1	8		4.9	14.6	39.0	4.9	24.4	7.3	4.9							
	Pig	0.25~16	1	2		3.2	20.6	47.6	20.6	3.2	3.2	1.6							
	Chicken	0.5~16	4	8			7.8	10.9	23.4	23.4	26.6	7.8							
	Duck	0.25~16	4	8		1.6	9.7	11.3	19.4	30.6	22.6	4.8							
Daptomycin	Cattle	0.5~8	4	8			2.4		17.1	68.3	12.2								
	Pig	0.5~8	4	4			3.2	3.2	20.6	65.1	7.9								
	Chicken	0.5~8	4	8			1.6	4.7	18.8	56.2	18.8								
	Duck	0.5~8	2	4			6.5	3.2	54.8	27.4	8.1								
Erythromycin	Cattle	1~64	2	8				26.8	31.7	24.4	9.8	4.9		2.4					
	Pig	1~64	2	8				27.0	25.4	25.4	12.7	1.6		7.9					
	Chicken	1~64	4	64				23.4	12.5	17.2	6.2	7.8	1.6	31.2					
	Duck	1~64	2	16				45.2	11.3	11.3	14.5	8.1	3.2	6.5					
Florfenicol	Cattle	2~32	4	4					46.3	51.2			2.4						
	Pig	2~32	2	4					50.8	44.4			4.8						
	Chicken	2~32	4	32					37.5	35.9	1.6	1.6	23.4						
	Duck	2~32	2	32					50.0	21.0			29.0						
Gentamicin	Cattle	128	128	128											100				
	Pig	128	128	128											100				
	Chicken	128	128	128											100				
	Duck	128	128	128											100				
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	128											90.2	4.9	2.4		2.4
	Pig	128~2048	128	256											81.0	15.9			3.2
	Chicken	128~2048	128	256											68.8	25.0	1.6		4.7
	Duck	128~2048	128	256											75.8	21.0		1.6	1.6
Linezolid	Cattle	1~4	2	2				2.4	95.1	2.4									
	Pig	1~4	2	2				7.9	84.1	7.9									
	Chicken	1~8	2	8				14.1	65.6	6.2	14.1								
	Duck	1~16	2	8				6.5	66.1	6.5	17.7	3.2							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1~4	2	2				36.6	56.1	7.3									
	Pig	1~16	2	4				9.5	79.4	7.9	1.6	1.6							
	Chicken	1~32	2	4				34.4	43.8	18.8	1.6		1.6						
	Duck	1~2	2	2				40.3	59.7										
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2~4	2	2					98.4	1.6									
	Chicken	2~4	2	4					87.5	12.5									
	Duck	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	128											97.6				2.4
	Pig	128~2048	128	128											96.8				3.2
	Chicken	128~2048	128	2048											81.2	1.6	1.6	3.1	12.5
	Duck	128~2048	128	1024											87.1	1.6		3.2	8.1
Tetracycline	Cattle	2~128	2	32					85.4				4.9	4.9	4.9				
	Pig	2~128	2	64					85.7					4.8	9.5				
	Chicken	2~128	2	128					65.6	1.6			3.1	3.1	26.6				
	Duck	2~128	2	128					58.1	1.6				6.5	33.9				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.5	24.4	41.5	34.1												
	Pig	0.12~0.5	0.25	0.5	42.9	36.5	20.6												
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.5	32.8	43.8	23.4												
	Duck	0.12~0.5	0.25	0.5	22.6	43.5	33.9												
Tylosin	Cattle	1~64	4	4				9.8	24.4	56.1	7.3			2.4					
	Pig	1~64	4	8				1.6	15.9	47.6	27.0			7.9					
	Chicken	1~64	8	64				7.8	20.3	20.3	15.6	1.6		34.4					
	Duck	1~64	4	64				9.7	30.6	33.9	6.5			19.4					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2	2	2					100										
	Duck	2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=41), pig carcasses(n=63), chicken carcasses(n=64), duck carcasses(n=62)

Table 20. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=41)	Pig carcasses (n=63)	Chicken carcasses (n=64)	Duck carcasses (n=62)	Total (n=230)
Ampicillin	0(0)	0(0)	12.5(8)	3.2(2)	4.3(10)
Chloramphenicol	2.4(1)	4.8(3)	23.4(15)	29.0(18)	16.1(37)
Ciprofloxacin	36.6(15)	7.9(5)	57.8(37)	58.1(36)	40.4(93)
Daptomycin	12.2(5)	7.9(5)	18.8(12)	8.1(5)	11.7(27)
Erythromycin	17.1(7)	22.2(14)	46.9(30)	32.3(20)	30.9(71)
Florfenicol	2.4(1)	4.8(3)	25.0(16)	29.0(18)	16.5(38)
Gentamicin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Kanamycin	2.4(1)	3.2(2)	4.7(3)	3.2(2)	3.5(8)
Linezolid	0(0)	0(0)	14.1(9)	21.0(13)	9.6(22)
Quinupristin/Dalfopristin	7.3(3)	11.1(7)	21.9(14)	0(0)	10.4(24)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	2.4(1)	3.2(2)	15.6(10)	11.3(7)	8.7(20)
Tetracycline	14.6(6)	14.3(9)	32.8(21)	40.3(25)	26.5(61)
Tigecycline	34.1(14)	20.6(13)	23.4(15)	33.9(21)	27.4(63)
Tylosin	2.4(1)	7.9(5)	34.4(22)	19.4(12)	17.4(40)
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 isolates				
	Cattle carcasses (n=41)	Pig carcasses (n=63)	Chicken carcasses (n=64)	Duck carcasses (n=62)	Total (n=230)
No resistance detected	24.4(10)	44.4(28)	12.5(8)	9.7(6)	22.6(52)
Resistance 1 CLSI subclass	43.9(18)	34.9(22)	26.6(17)	21.0(13)	30.4(70)
Resistance 2 CLSI subclasses	19.5(8)	12.7(8)	15.6(10)	27.4(17)	18.7(43)
Resistance 3 CLSI subclasses	9.8(4)	3.2(2)	10.9(7)	16.1(10)	10.0(23)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	1.6(1)	9.4(6)	14.5(9)	7.0(16)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	1.6(1)	15.6(10)	6.5(4)	6.5(15)
Resistance 6 CLSI subclasses	2.4(1)	1.6(1)	6.3(4)	4.8(3)	3.9(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.6(1)	0(0)	0.4(1)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.6(1)	0(0)	0.4(1)

3. *Enterococcus faecalis*

가. 가축유래 *Enterococcus faecalis*

가축 분변에서 분리한 *E. faecalis* 439균주(소 102, 돼지 139, 닭 130, 오리 68)에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 다른 축종에 비해 돼지 유래 균주에서 내성이 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 돼지 유래 균주의 MIC_{50}이 chloramphenicol 32(㎍/㎖), erythromycin 64(㎍/㎖), florfenicol 16(㎍/㎖), kanamycin 2,048(㎍/㎖), streptomycin 2,048(㎍/㎖), tetracycline 128(㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높게 나타났다.

축종별로 항생제 내성률을 비교한 결과, 소 분변에서 분리한 균주의 내성률이 낮았으나 돼지 유래 균주에서 높게 나타났다. 소 유래 균주에서는 모든 항생제 내성률이 30% 이하였으며 항생제별로는 tetracycline이 22.5%로 가장 높았으며 tigecycline(13.7%), kanamycin(11.8%), erythromycin, gentamicin, tylosin(10.8%) 순으로 나타났다. 돼지 유래 균주 항생제 내성률은 tylosin이 84.9%로 가장 높았으며 erythromycin(84.2%), tetracyline(82.7%). chloramphenicol(64.7%), streptomycin(62.6%), florfenicol(61.2%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서는 tetracycline의 내성률이 61.5%로 가장 높았으며 erythromycin(59.2%), tylosin(58.5%), ciprofloxacin(50.8%) 순으로 높았다. 오리 유래 균주에서는 tetracycline 내성률이 67.6%로 가장 높았으며 chloramphenicol, erythromycin, tylosin (26.5%), florfenicol(23.5%) 순으로 내성률이 높게 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 ampicillin과 vancomycin의 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았으며 daptomycin 내성도 낮았다. 그러나 linezolid 내성은 소를 제외한 모든 축종에서는 약 4～9%로 나타났다.

가축 분변에서 분리된 *E. faecalis*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 유래 균주에서는 61.8%로 높았으나, 소를 제외한 모든 가축에서는 검사 균주의 약 80～90%가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3개 subclass 이상에서 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 유래 균주에서 10.9%, 돼지 유래 균주에서 76.2%, 닭 유래 균주에서 56.1%, 오리 유래 균주에서 26.5%로, 돼지 유래 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(μg/mℓ)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1~2	1	1				98.0	2.0										
	Pigs	1~8	1	1				97.8	1.4		0.7								
	Chicken	1~2	1	1				97.7	2.3										
	Ducks	1~2	1	1				98.5	1.5										
Chloramphenicol	Cattle	4~32	8	8						42.2	51.0		6.9						
	Pigs	4~32	32	32						8.6	20.9	5.8	64.7						
	Chicken	4~32	8	32						22.3	40.8		36.9						
	Ducks	2~32	8	32					1.5	41.2	30.9		26.5						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5~16	2	2			2.9	41.2	51.0	1.0		3.9							
	Pigs	0.25~16	2	16		0.7	5.0	39.6	28.1	7.9	3.6	15.1							
	Chicken	0.5~16	4	16			2.3	29.2	17.7	0.8		50.0							
	Ducks	0.5~16	2	8			1.5	26.5	54.4	7.4	1.5	8.8							
Daptomycin	Cattle	0.5~16	2	4			2.0	37.3	46.1	12.7	1.0	1.0							
	Pigs	0.5~4	2	2			1.4	30.2	64.0	4.3									
	Chicken	0.5~4	2	2			0.8	42.3	51.5	5.4									
	Ducks	0.5~16	2	4			1.5	32.4	55.9	8.8		1.5							
Erythromycin	Cattle	1~64	2	32				45.1	43.1	1.0			1.0	9.8					
	Pigs	1~64	64	64				9.4	5.8	0.7	6.5	4.3	2.9	70.5					
	Chicken	1~64	32	64				21.5	17.7	1.5	5.4	1.5	2.3	50.0					
	Ducks	1~64	1	64				50.0	22.1	1.5	2.9	1.5		22.1					
Florfenicol	Cattle	2~32	2	4					63.7	34.3			2.0						
	Pigs	2~32	16	32					19.4	15.8	3.6	12.9	48.2						
	Chicken	2~32	4	32					38.5	27.7	0.8	1.5	31.5						
	Ducks	2~32	2	32					57.4	19.1		1.5	22.1						
Gentamicin	Cattle	128~2048	128	1024											89.2			2.0	8.8
	Pigs	128~2048	128	2048											67.6	2.9	1.4	7.2	20.9
	Chicken	128~2048	128	2048											84.6	0.8	2.3	1.5	10.8
	Ducks	128~2048	128	1024											89.7			1.5	8.8
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	2048											83.3	4.9		1.0	10.8
	Pigs	128~2048	2048	2048											46.8	2.2	0.7		50.4
	Chicken	128~2048	128	2048											63.8	8.5		0.8	26.9
	Ducks	128~2048	128	2048											77.9	4.4	1.5		16.2
Linezolid	Cattle	1~4	2	2				29.4	68.6	2.0									
	Pigs	1~8	2	4				28.8	45.3	22.3	3.6								
	Chicken	1~8	2	4				34.6	40.0	16.2	9.2								
	Ducks	0.5~8	2	4			1.5	38.2	41.2	13.2	5.9								
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2~8	2	2					99.3		0.7								
	Chicken	2~4	2	2					97.7	2.3									
	Ducks	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	128											91.2				8.8
	Pigs	128~2048	2048	2048											36.7	0.7			62.6
	Chicken	128~2048	128	2048											66.9	4.6	2.3	1.5	24.6
	Ducks	128~2048	128	2048											89.7				10.3
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					77.5				1.0	9.8	11.8				
	Pigs	2~128	128	128					17.3					19.4	63.3				
	Chicken	2~128	64	128					33.8	3.1	1.5	0.8	6.9	9.2	44.6				
	Ducks	2~128	64	128					32.4			1.5	2.9	32.4	30.9				
Tigecycline	Cattle	0.12~1	0.25	0.5	25.5	60.8	12.7	1.0											
	Pigs	0.12~0.5	0.25	0.5	38.8	37.4	23.7												
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.5	30.0	52.3	17.7												
	Ducks	0.12~0.5	0.125	0.5	57.4	30.9	11.8												
Tylosin	Cattle	1~64	2	64				7.8	64.7	16.7				10.8					
	Pigs	1~64	64	64				1.4	10.1	3.6			1.4	83.5					
	Chicken	1~64	64	64				1.5	32.3	7.7				58.5					
	Ducks	1~64	2	64				4.4	55.9	13.2			1.5	25.0					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					99.2	0.8									
	Ducks	2	2	2					100										

*cattle(n=102), pigs(n=139), chicken(n=130), ducks(n=68)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=102)	Pigs (n=139)	Chicken (n=130)	Ducks (n=68)	Total (n=439)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	6.9(7)	64.7(90)	36.9(48)	26.5(18)	37.1(163)
Ciprofloxacin	4.9(5)	26.6(37)	50.8(66)	17.6(12)	27.3(120)
Daptomycin	2.0(2)	0(0)	0(0)	1.5(1)	0.7(3)
Erythromycin	10.8(11)	84.2(117)	59.2(77)	26.5(18)	50.8(223)
Florfenicol	2.0(2)	61.2(85)	33.1(43)	23.5(16)	33.3(146)
Gentamicin	10.8(11)	28.1(39)	12.3(16)	10.3(7)	16.6(73)
Kanamycin	11.8(12)	50.4(70)	27.7(36)	16.2(11)	29.4(129)
Linezolid	0(0)	3.6(5)	9.2(12)	5.9(4)	4.8(21)
Salinomycin	0(0)	0.7(1)	0(0)	0(0)	0.2(1)
Streptomycin	8.8(9)	62.6(87)	26.2(34)	10.3(7)	31.2(137)
Tetracycline	22.5(23)	82.7(115)	61.5(80)	67.6(46)	60.1(264)
Tigecycline	13.7(14)	23.7(33)	17.7(23)	11.8(8)	17.8(78)
Tylosin	10.8(11)	84.9(118)	58.5(76)	26.5(18)	50.8(223)
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 isolates				
	Cattle (n=102)	Pigs (n=139)	Chicken (n=130)	Ducks (n=68)	Total (n=439)
No resistance detected	61.8(63)	10.8(15)	7.7(10)	20.6(14)	23.2(102)
Resistance 1 CLSI subclass	21.6(22)	2.2(3)	20.8(27)	33.8(23)	17.1(75)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.9(6)	10.8(15)	15.4(20)	19.1(13)	12.3(54)
Resistance 3 CLSI subclasses	5.9(6)	11.5(16)	25.4(33)	8.8(6)	13.9(61)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.0(2)	34.5(48)	11.5(15)	10.3(7)	16.4(72)
Resistance 5 CLSI subclasses	2.0(2)	22.3(31)	14.6(19)	5.9(4)	12.8(56)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.0(1)	6.5(9)	3.8(5)	1.5(1)	3.6(16)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	1.4(2)	0.8(1)	0(0)	0.7(3)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecalis*

도체에서 분리한 *E. faecalis* 266균주(소 도체 57, 돼지 도체 64, 닭 도체 74, 오리 71)에 대한 항생제 감수성검사 결과, 전반적으로 소 도체 유래 균주에서 낮게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 시료별로 큰 차이는 없었으나 닭 도체 유래 균주에서 높았다. 닭 유래 균주의 항생제별 MIC_{50}은 ciprofloxacin 4(㎍/㎖), erythromycin 16(㎍/㎖), florfenicol 4(㎍/㎖), tetracycline 64(㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖)로 다른 시료에 비해 높게 나타났다.

시료별로 항생제 내성률을 비교한 결과, 전반적으로 모든 항생제 내성률이 소 도체 유래 균주에서 낮게 나타났다. 소 유래 균주의 내성률은 tetracycline(28.1%)과 tigecycline (26.3%)에서 높게 나타났으며, streptomycin (14.0%), erythromycin, kanamycin, tylosin(12.3%) 순이었으며 그 외 항생제는 10% 이하로 낮게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 34.4%로 가장 높았으며, tigecycline (26.6%), erythromycin, streptomycin, tylosin (18.8%), kanamycin (17.2%) 순으로 높았다. 닭 유래 균주의 내성률은 전반적으로 높았으며, erythromycin과 tetracycline의 내성률이 55.4%로 가장 높았으며, tylosin(54.1%), ciprofloxacin(52.7%), chloramphenicol(36.5%), florfenicol(35.1%), kanamycin(33.8%), streptomycin (31.1%) 순으로 높았다. 오리에서 분리한 균주도 tetracycline 내성률이 63.4%로 가장 높았으며 streptomycin(25.4%), erythromycin, tylosin(18.3%), tigecycline (14.1%), kanamycin(12.7%) 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 ampicillin과 vancomycin의 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았으며 daptomycin(0~1.8%) 내성도 낮게 나타났다.

도체에서 분리된 *E. faecalis*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주는 소 도체에서 52.6%, 돼지 도체에서 48.4%로 감수성 균주 분포가 높았으나, 닭 도체 유래 균주 12.2%, 오리 도체 유래 균주 32.4%로 나타났다. 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체에서 12.4%, 돼지 도체에서 21.9%, 닭 도체에서 54.2%, 오리 도체에서 21.1%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	1~4	1	1				91.2	7.0	1.8									
	Pig	1~2	1	1				96.9	3.1										
	Chicken	1~2	1	1				95.9	4.1										
	Duck	1~8	1	1				98.6			1.4								
Chloramphenicol	Cattle	4~32	8	8						47.4	45.6		7.0						
	Pig	2~32	8	32					1.6	43.8	42.2	1.6	10.9						
	Chicken	4~32	8	32						21.6	40.5	1.4	36.5						
	Duck	4~32	4	16						62.0	26.8	1.4	9.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5~16	2	2			3.5	43.9	47.4	1.8		3.5							
	Pig	0.5~16	1	2			3.1	54.7	35.9	1.6		4.7							
	Chicken	0.5~16	4	16			1.4	32.4	13.5	2.7		50.0							
	Duck	0.5~16	1	2			14.1	49.3	26.8	1.4	5.6	2.8							
Daptomycin	Cattle	0.5~8	2	2			1.8	35.1	56.1	5.3	1.8								
	Pig	0.5~4	1	2			1.6	53.1	39.1	6.2									
	Chicken	0.5~4	1	2			4.1	45.9	45.9	4.1									
	Duck	0.5~16	1	2			4.2	59.2	28.2	7.0		1.4							
Erythromycin	Cattle	1~64	2	64				45.6	38.6	3.5				12.3					
	Pig	1~64	1	64				50.0	31.2					18.8					
	Chicken	1~64	16	64				31.1	12.2	1.4	2.7	4.1	4.1	44.6					
	Duck	1~64	1	64				66.2	15.5					18.3					
Florfenicol	Cattle	2~32	2	4					66.7	29.8			3.5						
	Pig	2~32	2	32					62.5	26.6			10.9						
	Chicken	2~32	4	32					31.1	33.8		2.7	32.4						
	Duck	2~32	2	4					66.2	23.9		1.4	8.5						
Gentamicin	Cattle	128~2048	128	512											89.5		1.8	1.8	7.0
	Pig	128~2048	128	512											87.5	1.6	1.6	3.1	6.2
	Chicken	128~2048	128	2048											74.3	1.4	1.4	2.7	20.3
	Duck	128~2048	128	128											94.4		1.4	1.4	2.8
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	2048											86.0	1.8			12.3
	Pig	128~2048	128	2048											78.1	4.7			17.2
	Chicken	128~2048	128	2048											59.5	6.8			33.8
	Duck	128~2048	128	2048											85.9	1.4		1.4	11.3
Linezolid	Cattle	1~8	2	2				35.1	61.4	1.8	1.8								
	Pig	1~4	2	2				34.4	62.5	3.1									
	Chicken	1~8	2	4				28.4	44.6	17.6	9.5								
	Duck	1~4	1	2				53.5	43.7	2.8									
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					98.6	1.4									
	Duck	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	2048											86.0				14.0
	Pig	128~2048	128	2048											81.2				18.8
	Chicken	128~2048	128	2048											64.9	4.1		1.4	29.7
	Duck	128~2048	128	2048											74.6				25.4
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					71.9					14.0	14.0				
	Pig	2~128	2	128					65.6				3.1	14.1	17.2				
	Chicken	2~128	64	128					43.2		1.4	1.4	1.4	10.8	41.9				
	Duck	2~128	32	128					35.2	1.4		2.8	12.7	28.2	19.7				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.5	15.8	57.9	26.3												
	Pig	0.12~0.5	0.25	0.5	29.7	43.8	26.6												
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.5	37.8	41.9	20.3												
	Duck	0.12~0.5	0.25	0.5	22.5	63.4	14.1												
Tylosin	Cattle	1~64	2	64				8.8	71.9	7.0				12.3					
	Pig	1~64	2	64				12.5	62.5	6.2				18.8					
	Chicken	1~64	64	64				10.8	29.7	4.1	1.4			54.1					
	Duck	1~64	2	64				16.9	57.7	7.0				18.3					
Vancomycin	Cattle	2~4	2	2					96.5	3.5									
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					98.6	1.4									
	Duck	2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=57), pig carcasses(n=64), chicken carcasses(n=74), duck carcasses(n=71)

Table 26. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=57)	Pig carcasses (n=64)	Chicken carcasses (n=74)	Duck carcasses (n=71)	Total (n=266)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	7.0(4)	10.9(7)	36.5(27)	9.9(7)	16.9(45)
Ciprofloxacin	5.3(3)	6.3(4)	52.7(39)	9.9(7)	19.9(53)
Daptomycin	1.8(1)	0(0)	0(0)	1.4(1)	0.8(2)
Erythromycin	12.3(7)	18.8(12)	55.4(41)	18.3(13)	27.4(73)
Florfenicol	3.5(2)	10.9(7)	35.1(26)	9.9(7)	15.8(42)
Gentamicin	8.8(5)	9.4(6)	23.0(17)	4.2(3)	11.7(31)
Kanamycin	12.3(7)	17.2(11)	33.8(25)	12.7(9)	19.5(52)
Linezolid	1.8(1)	0(0)	9.5(7)	0(0)	3.0(8)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	14.0(8)	18.8(12)	31.1(23)	25.4(18)	22.9(61)
Tetracycline	28.1(16)	34.4(22)	55.4(41)	63.4(45)	46.6(124)
Tigecycline	26.3(15)	26.6(17)	20.3(15)	14.1(10)	21.4(57)
Tylosin	12.3(7)	18.8(12)	54.1(40)	18.3(13)	27.1(72)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

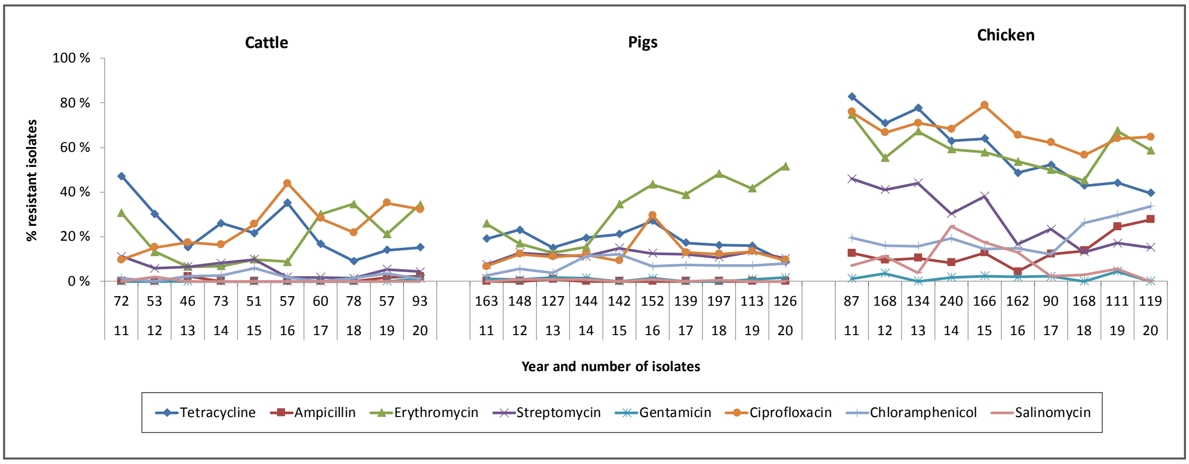
Table 27. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=57)	Pig carcasses (n=64)	Chicken carcasses (n=74)	Duck carcasses (n=71)	Total (n=266)
No resistance detected	52.6(30)	48.4(31)	12.2(9)	32.4(23)	35.0(93)
Resistance 1 CLSI subclass	29.8(17)	28.1(18)	23.0(17)	25.4(18)	26.3(70)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.3(3)	1.6(1)	10.8(8)	21.1(15)	10.2(27)
Resistance 3 CLSI subclasses	1.8(1)	7.8(5)	14.9(11)	11.3(8)	9.4(25)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.3(3)	7.8(5)	17.6(13)	7.0(5)	9.8(26)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.5(2)	6.3(4)	16.2(12)	2.8(2)	7.5(20)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	4.1(3)	0(0)	1.1(3)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.8(1)	0(0)	1.4(1)	0(0)	0.8(2)

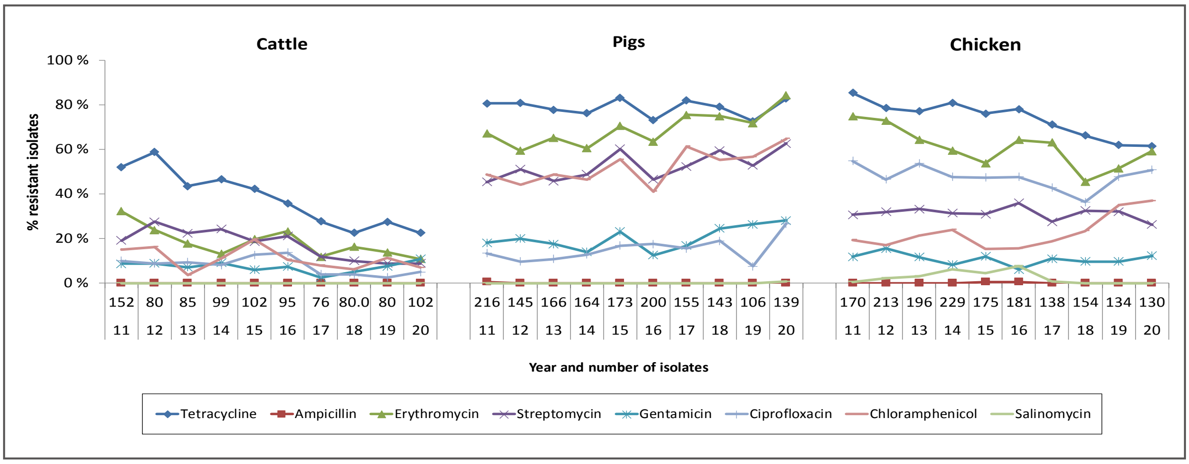
【정상 가축 분변에서 분리한 *E. faecium* / *E. faecalis*의 항생제내성 경향 (2011~2020)】

'11년부터 '20년까지 정상 가축 분변에서 분리한 장알균(*E. faecium* / *E. faecalis*)의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료별로 항생제 내성률이 차이가 있었다. 소 분변 유래 *E. faecium* 내성 추이는 항생제별로 차이가 있었으며 '11년 대비 '20년에는 tetracycline은 크게 감소 하였으나(47.2→15.1%), ciprofloxacin(9.7→32.3%)에서는 증가하였다. 돼지 분변 유래 *E. faecium* 내성률은 tetracycline(19.0→8.7%)에서는 감소하였으나 erythromycin (25.8→51.6%) 내성률은 크게 증가하였다. 닭 분변 유래 *E. faecium*은 tetracycline(82.8→39.5%), streptomycin (46.0→15.1%), erythromycin(74.7→58.8%), ciprofloxacin(75.9→64.7%) 내성은 감소하였으나 ampicillin(12.6→27.7%)과 chloramphenicol(19.5→33.6%) 내성은 증가하였다. *E. faecalis* 내성률도 축종 및 시료별로 항생제 내성률이 차이가 있었다. 소 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 '11년 대비 '20년에는 전반적으로 감소하였으며 특히 tetracycline (52.0→22.5%)과 erythromycin(32.2→10.8%) 내성률이 크게 감소하였다. 돼지 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 지속적으로 높게 나타났다. 항생제별로는 '11년 대비 '20년에는 erythromycin(67.1→84.2%), streptomycin(45.4→62.6%), ciprofloxacin(13.4→26.6%), chloramphenicol(48.6→64.7%), gentamicin (18.1→28.1%) 내성이 10% 이상 증가하였다. 닭 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 항생제별로 차이가 있었으며, '11년 대비 '20년에는 tetracycline(85.3→61.5%)와 erythromycin(74.7→59.2%)에서는 감소하였으나 chloramphenicol (19.4→36.9%)에서는 증가하였다.

〈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 278균주(소 1, 돼지 100, 닭 103, 오리 74)의 *Salmonella* spp.에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로 분리 균주 수가 20균주 이하는 내성률 결과에서 제외하였다. 항생제 감수성 검사 결과 대체로 항생제별, 시료별 내성률이 차이가 있었으나 대체로 돼지에서 높게 나타났다. 축종별 MIC_{50}을 비교한 결과, 닭 유래 균주에서는 ampicillin 64(㎍/㎖), chloramphenicol 64(㎍/㎖), sulfisoxazole 512(㎍/㎖), tetracycline 64 (㎍/㎖), 오리 유래 균주에서 nalidixic acid 128(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 전반적으로 돼지 및 닭 분변 유래 균주에서 높게 나타났다. 축종별 항생제 내성률을 분석한 결과, 돼지 유래 균주의 항생제 내성률은 ampicillin이 50.0%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(48.0%), tetracycline(43.0%), streptomycin(42.0%)의 순으로 높게 나타났다. 닭 유래 균주의 내성률은 ampicillin과 tetracycline에서 60.2%로 가장 높았으며, sulfisoxazole(57.3%), chloramphenicol(53.4%), streptomycin(48.5%), trimethoprim/sulfamethoxazole(44.7%) 순으로 높았다. 오리 분변 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid에서 54.1%로 가장 높았으며 ampicillin(32.4%), sulfisoxazole(28.4%) 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용되는 항생제인 제3&4세대 cephalosporins계 항생제 내성은 돼지와 닭 유래 균주에서 약 2~8%로 나타났으며 fluoroquinolones계 항생제 내성은 모든 축종에서 약 3~6%로 나타났다. Meropenem 내성 균주는 모든 축종에서 확인되지 않았다.

가축에서 분리한 *Salmonella* spp.에 대해 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주는 돼지 분변 유래 균주 24.0%, 닭 분변 유래 균주에서는 15.5%, 오리 분변 유래 균주에서는 43.2%로 오리 유래 균주에서 높게 나타났다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 유래 균주에서는 54.0%, 닭 유래 균주는 61.2%, 오리 유래 균주는 24.4%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	2	8					50.0	5.0	40.0	5.0					
	Chicken	2~16	4	16					40.8	13.6	34.0	11.7					
	Ducks	2~16	2	16					67.6	4.1	13.5	14.9					
Ampicillin	Pigs	2~64	4	64					49.0	1.0				50.0			
	Chicken	2~64	64	64					38.8	1.0				60.2			
	Ducks	2~64	2	64					66.2	1.4				32.4			
Cefepime	Pigs	0.25~16	0.25	0.25		95.0	1.0	2.0				2.0					
	Chicken	0.25~16	0.25	0.25		91.3	1.0		1.9	3.9		1.9					
	Ducks	0.25~0.5	0.25	0.25		98.6	1.4										
Cefoxitin	Pigs	1~32	4	8				1.0	40.0	39.0	15.0	1.0	4.0				
	Chicken	1~16	4	4				1.9	29.1	59.2	6.8	2.9					
	Ducks	1~16	2	8				1.4	75.7	12.2	9.5	1.4					
Ceftazidime	Pigs	1~16	1	1				95.0	3.0			2.0					
	Chicken	1~16	1	1				92.2	2.9	1.9		2.9					
	Ducks	1	1	1				100									
Ceftiofur	Pigs	0.5~8	1	2			5.0	73.0	17.0	3.0	2.0						
	Chicken	0.5~8	1	2			3.9	82.5	5.8		7.8						
	Ducks	0.5~2	1	2			10.8	78.4	10.8								
Chloramphenicol	Pigs	4~64	8	64						25.0	35.0	13.0		27.0			
	Chicken	4~64	64	64						14.6	29.1	2.9		53.4			
	Ducks	4~64	4	64						52.7	32.4	4.1		10.8			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~8	0.125	0.5	66.0	17.0	14.0		2.0		1.0						
	Chicken	0.12~16	0.25	0.5	29.1	22.3	42.7	1.9		1.0	1.0	1.9					
	Ducks	0.12~8	0.125	0.5	50.0	32.4	12.2	1.4	1.4	1.4	1.4						
Colistin	Pigs	2~4	2	2					99.0	1.0							
	Chicken	2~8	2	2					95.1	1.9	2.9						
	Ducks	2~16	2	2					90.5	2.7	1.4	5.4					
Gentamicin	Pigs	1~64	1	16				86.0			3.0	7.0	2.0	2.0			
	Chicken	1~64	1	1				92.2			4.9	1.9		1.0			
	Ducks	1	1	1				100									
Meropenem	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pigs	2~128	4	128					7.0	55.0	3.0	3.0	2.0	1.0	29.0		
	Chicken	2~128	16	128					12.6	6.8	23.3	14.6		2.9	39.8		
	Ducks	2~128	128	128					5.4	37.8	1.4	1.4			54.1		
Streptomycin	Pigs	16~128	16	128								58.0	10.0	2.0	30.0		
	Chicken	16~128	16	128								51.5	5.8	15.5	27.2		
	Ducks	16~128	16	128								83.8		2.7	13.5		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	32	512								41.0	11.0				48.0
	Chicken	16~512	512	512								31.1	11.7				57.3
	Ducks	16~512	16	512								67.6	4.1				28.4
Tetracycline	Pigs	2~128	4	128					46.0	10.0	1.0		2.0	6.0	35.0		
	Chicken	2~128	64	128					39.8				5.8	4.9	49.5		
	Ducks	2~128	2	64					82.4	1.4			1.4	9.5	5.4		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	0.125	1	70.0	14.0		6.0		10.0							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	41.7	10.7	1.0	1.9		44.7							
	Ducks	0.12~4	0.125	4	71.6	13.5				14.9							

* pigs(n=100), chicken(n=103), ducks(n=74)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=100)	Chicken (n=103)	Ducks (n=74)	Total (n=277)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	50.0(50)	60.2(62)	32.4(24)	49.1(136)
Cefepime	2.0(2)	1.9(2)	0(0)	1.4(4)
Cefoxitin	4.0(4)	0(0)	0(0)	1.4(4)
Ceftazidime	2.0(2)	2.9(3)	0(0)	1.8(5)
Ceftiofur	2.0(2)	7.8(8)	0(0)	3.6(10)
Chloramphenicol	27.0(27)	53.4(55)	10.8(8)	32.5(90)
Ciprofloxacin	3.0(3)	5.8(6)	5.4(4)	4.7(13)
Colistin	1.0(1)	4.9(5)	9.5(7)	4.7(13)
Gentamicin	11.0(11)	2.9(3)	0(0)	5.1(14)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	32.0(32)	42.7(44)	54.1(40)	41.9(116)
Streptomycin	42.0(42)	48.5(50)	16.2(12)	37.5(104)
Sulfisoxazole	48.0(48)	57.3(59)	28.4(21)	46.2(128)
Tetracycline	43.0(43)	60.2(62)	16.2(12)	42.2(117)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	10.0(10)	44.7(46)	14.9(11)	24.2(67)

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pigs (n=100)	Chicken (n=103)	Ducks (n=74)	Total (n=277)
No resistance detected	24.0(24)	15.5(16)	43.2(32)	26.0(72)
Resistance 1 CLSI subclass	13.0(13)	18.4(19)	9.5(7)	14.1(39)
Resistance 2 CLSI subclasses	9.0(9)	4.9(5)	23.0(17)	11.2(31)
Resistance 3 CLSI subclasses	13.0(13)	1.9(2)	5.4(4)	6.9(19)
Resistance 4 CLSI subclasses	22.0(22)	4.9(5)	1.4(1)	10.1(28)
Resistance 5 CLSI subclasses	15.0(15)	43.7(45)	9.5(7)	24.2(67)
Resistance 6 CLSI subclasses	3.0(3)	2.9(3)	8.1(6)	4.3(12)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	7.8(8)	0(0)	2.9(8)
Resistance 8 CLSI subclasses	1.0(1)	0(0)	0(0)	0.4(1)

나. 도체 유래 *Salmonella* spp.

가축 도체에서 분리한 383균주(소 7, 돼지 41, 닭 209, 오리 126)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 sulfisoxazole 512(㎍/㎖), 돼지 도체 유래 균주에서는 amoxicillin/clavulanic acid 8(㎍/㎖), chloramphenicol 16(㎍/㎖), 오리 도체 유래 균주에서는 nalidixic acid 128(㎍/㎖)으로 다른 시료에 비해 높았다.

시료별 항생제 내성률 분석 결과, 전반적으로 내성 양상은 유사하였으나 오리 도체 유래 균주의 내성률이 돼지와 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률에 비해 낮게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 ampicillin이 61.0%로 가장 높았으며 tetracycline(51.2%), streptomycin(43.9%), nalidixic acid, sulfisoxazole(41.5%) 순으로 높았다. 닭 도체 유래 균주의 내성률은 ampicillin 내성률이 56.5%로 가장 높았으며 tetracycline(54.5%), sulfisoxazole(53.1%), trimethoprim/ sulfamethoxazole (46.9%), chloramphenicol(45.5%), streptomycin(43.1%) 순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주 내성률은 nalidixic acid 내성률이 66.7%로 가장 높았으며 ampicillin(57.9%), sulfisoxazole(35.7%) 순이었다. 중요 항생제인 fluoroquinolones계 항생제 내성은 모든 시료에서 약 1~4% 수준으로 검출되었으며, 제3&4세대 cephalosproins계 항생제 내성은 오리에서는 관찰되지 않았으나 돼지 도체와 닭 도체에서 약 1~10% 수준으로 검출되었다. Meropenem에 대한 내성 균주는 모든 축종에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리한 *Salmonella* spp.에 대해 다제내성 양상을 조사한 결과, 돼지 도체 유래 균주 17.1%, 닭 도체 유래 균주에서는 23.9%, 오리 도체 유래 균주에서는 31.0%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 도체 유래 균주에서는 60.9%, 닭 도체 유래 균주는 55.5%, 오리 도체 유래 균주는 40.4%로 모든 시료에서 높게 나타났다(Table 31～33).

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

Antimicrobials	Carcass 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	Pigs	2~32	8	32					39.0	2.4	29.3	12.2	17.1				
	Chicken	2~32	4	16					43.1	10.5	31.6	12.9	1.9				
	Ducks	2~16	4	16					42.1	24.6	21.4	11.9					
Ampicillin	Pigs	2~64	64	64					36.6	2.4				61.0			
	Chicken	2~64	64	64					41.1	2.4				56.5			
	Ducks	2~64	64	64					41.3	0.8				57.9			
Cefepime	Pigs	0.25~16	0.25	1		75.6	9.8	9.8				4.9					
	Chicken	0.25~16	0.25	0.25		94.7	1.0		1.4	1.0	1.4	0.5					
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Pigs	2~32	4	32					19.5	51.2	9.8		19.5				
	Chicken	1~32	4	4				2.9	27.3	63.6	3.8	0.5	1.9				
	Ducks	1~32	2	4				2.4	81.7	8.7	5.6		1.6				
Ceftazidime	Pigs	1~16	1	4				75.6	9.8	7.3		7.3					
	Chicken	1~16	1	1				93.8	1.4	1.4	0.5	2.9					
	Ducks	1	1	1				100									
Ceftiofur	Pigs	1~8	1	4				56.1	17.1	17.1	9.8						
	Chicken	0.5~8	1	2			2.9	83.7	7.2	0.5	5.7						
	Ducks	0.5~2	1	1			4.8	87.3	7.9								
Chloramphenicol	Pigs	4~64	16	64						9.8	39.0	14.6		36.6			
	Chicken	4~64	8	64						12.0	39.2	3.3		45.5			
	Ducks	4~64	8	16						49.2	37.3	4.8		8.7			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.5	56.1	22.0	22.0										
	Chicken	0.12~16	0.25	0.5	34.4	22.5	39.2		0.5		1.0	2.4					
	Ducks	0.12~16	0.125	0.25	50.0	40.5	8.7					0.8					
Colistin	Pigs	2~8	2	2					97.6		2.4						
	Chicken	2~16	2	2					98.6	0.5	0.5	0.5					
	Ducks	2~16	2	8					77.0	9.5	7.1	6.3					
Gentamicin	Pigs	1~64	1	8				87.8			4.9	2.4		4.9			
	Chicken	1~64	1	1				95.7			2.4	1.4		0.5			
	Ducks	1	1	1				100									
Meropenem	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pigs	2~128	4	128					4.9	51.2	2.4				41.5		
	Chicken	2~128	16	128					11.5	12.9	19.6	17.7	0.5		37.8		
	Ducks	2~128	128	128					3.2	27.8	1.6	0.8		0.8	65.9		
Streptomycin	Pigs	16~128	16	128								56.1	9.8	2.4	31.7		
	Chicken	16~128	16	128								56.9	3.3	16.3	23.4		
	Ducks	16~128	16	128								66.7	3.2	2.4	27.8		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	32	512								43.9	12.2	2.4			41.5
	Chicken	16~512	512	512								24.9	22.0				53.1
	Ducks	16~512	16	512								60.3	4.0				35.7
Tetracycline	Pigs	2~128	64	128					39.0	9.8				4.9	46.3		
	Chicken	2~128	32	128					45.0	0.5		0.5	7.2	10.0	36.8		
	Ducks	2~128	2	64					73.0		0.8		2.4	20.6	3.2		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	0.25	4	48.8	14.6	2.4	9.8		24.4							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	49.3	3.3	0.5			46.9							
	Ducks	0.12~4	0.125	0.25	67.5	26.2				6.3							

* pig carcasses(n=41), chicken carcasses(n=209), duck carcasses(n=126)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses (n=41)	Chicken carcasses (n=209)	Duck carcasses (n=126)	Total (n=376)
Amoxicillin/Clavulanic acid	17.1(7)	1.9(4)	0(0)	2.9(11)
Ampicillin	61.0(25)	56.5(118)	57.9(73)	57.4(216)
Cefepime	4.9(2)	0.5(1)	0(0)	0.8(3)
Cefoxitin	19.5(8)	1.9(4)	1.6(2)	3.7(14)
Ceftazidime	7.3(3)	2.9(6)	0(0)	2.4(9)
Ceftiofur	9.8(4)	5.7(12)	0(0)	4.3(16)
Chloramphenicol	36.6(15)	45.5(95)	8.7(11)	32.2(121)
Ciprofloxacin	0(0)	3.8(8)	0.8(1)	2.4(9)
Colistin	2.4(1)	1.4(3)	23.0(29)	8.8(33)
Gentamicin	7.3(3)	1.9(4)	0(0)	1.9(7)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	41.5(17)	38.3(80)	66.7(84)	48.1(181)
Streptomycin	43.9(18)	43.1(90)	33.3(42)	39.9(150)
Sulfisoxazole	41.5(17)	53.1(111)	35.7(45)	46.0(173)
Tetracycline	51.2(21)	54.5(114)	26.2(33)	44.7(168)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	24.4(10)	46.9(98)	6.3(8)	30.9(116)

Table 33. 도체에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

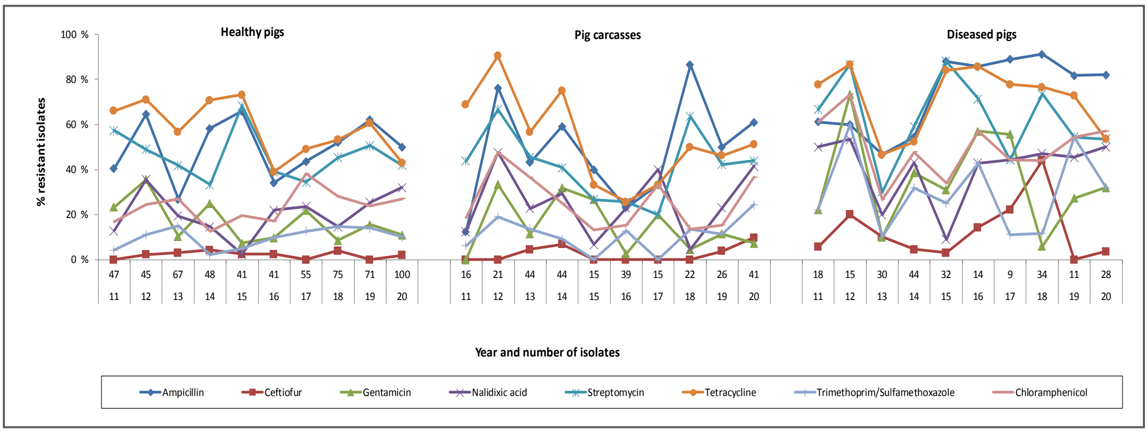
Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pig carcasses (n=41)	Chicken carcasses (n=209)	Duck carcasses (n=126)	Total (n=376)
No resistance detected	17.1(7)	23.9(50)	31.0(39)	25.5(96)
Resistance 1 CLSI subclass	14.6(6)	18.7(39)	3.2(4)	13.0(49)
Resistance 2 CLSI subclasses	7.3(3)	1.9(4)	25.4(32)	10.4(39)
Resistance 3 CLSI subclasses	14.6(6)	0(0)	9.5(12)	4.8(18)
Resistance 4 CLSI subclasses	17.1(7)	4.8(10)	2.4(3)	5.3(20)
Resistance 5 CLSI subclasses	14.6(6)	44.0(92)	9.5(12)	29.3(110)
Resistance 6 CLSI subclasses	2.4(1)	2.4(5)	19.0(24)	8.0(30)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	3.8(8)	0(0)	2.1(8)
Resistance 8 CLSI subclasses	9.8(4)	0.5(1)	0(0)	1.3(5)
Resistance 9 CLSI subclasses	2.4(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)

【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *Salmonella* spp.의 항생제 내성 경향 (2011~2020)】

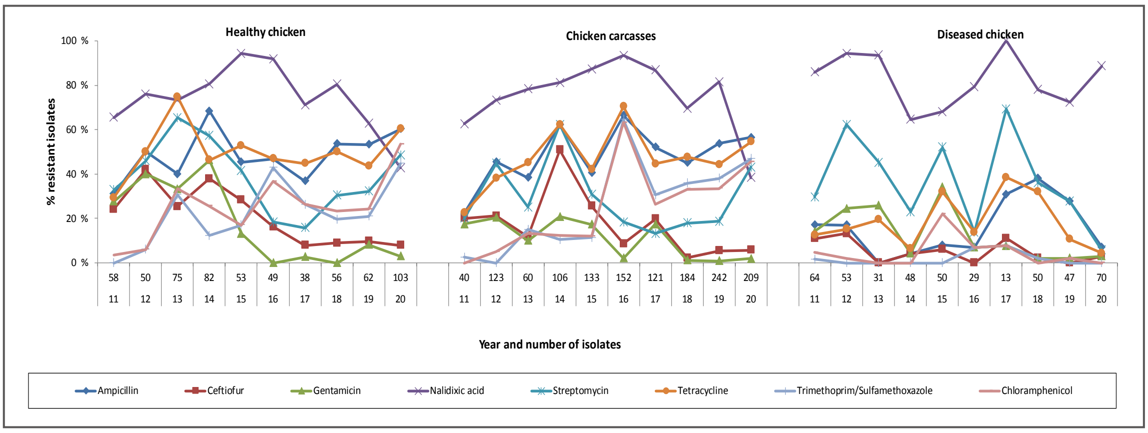
'11년부터 '20년까지 가축 및 도축장 도체에서 분리한 살모넬라균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료 종류에 따라 연도별, 항생제별로 내성률이 크게 차이가 있었다. '20년 정상 돼지 분변 및 도체에서 분리된 살모넬라균의 항생제 내성률은 '19년에 비해 '20년에는 일부 항생제 내성률은 감소하였지만 '16년 이후 지속적으로 증가 추세로 나타났다. Quinolones계 항생제인 nalidixic acid 내성도 '15년 이후 돼지와 돼지 도체에서 지속적으로 증가하였으며 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur 내성도 전년('19년) 대비 증가하였다.

닭 유래 살모넬라균도 시료별, 년도별로 내성률이 큰 차이가 있었다. 항생제 내성률이 가장 높은 nalidixic acid의 내성률은 '19년 대비 '20년에는 닭과 닭 도체에서 감소하였으나 대부분의 항생제 내성률은 증가하였다. 그러나 질병에 이환된 닭에서 분리된 균은 nalidixic acid를 제외한 대부분 항생제에 대한 내성이 감소하였다.

〈돼지 및 돼지 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉



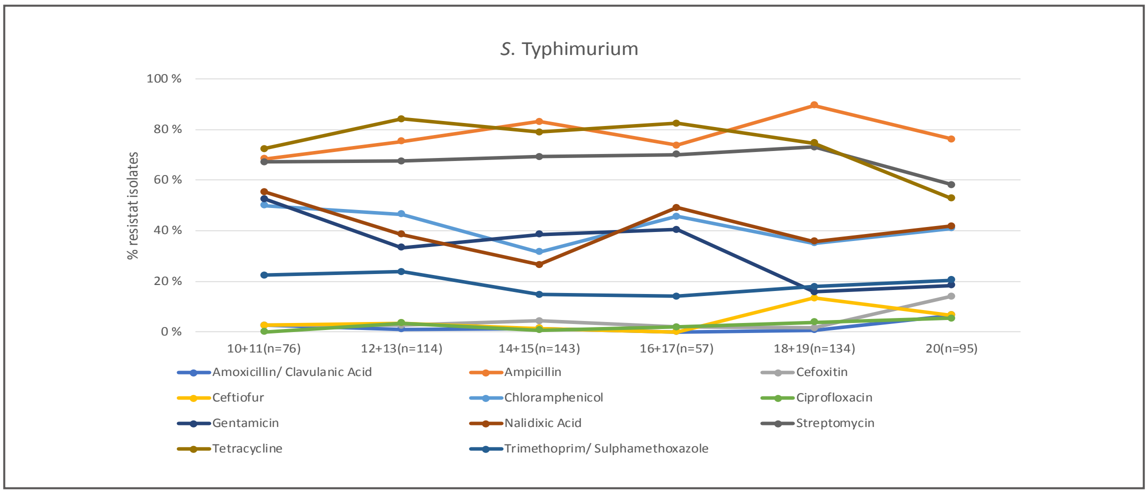
〈닭 및 닭 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉



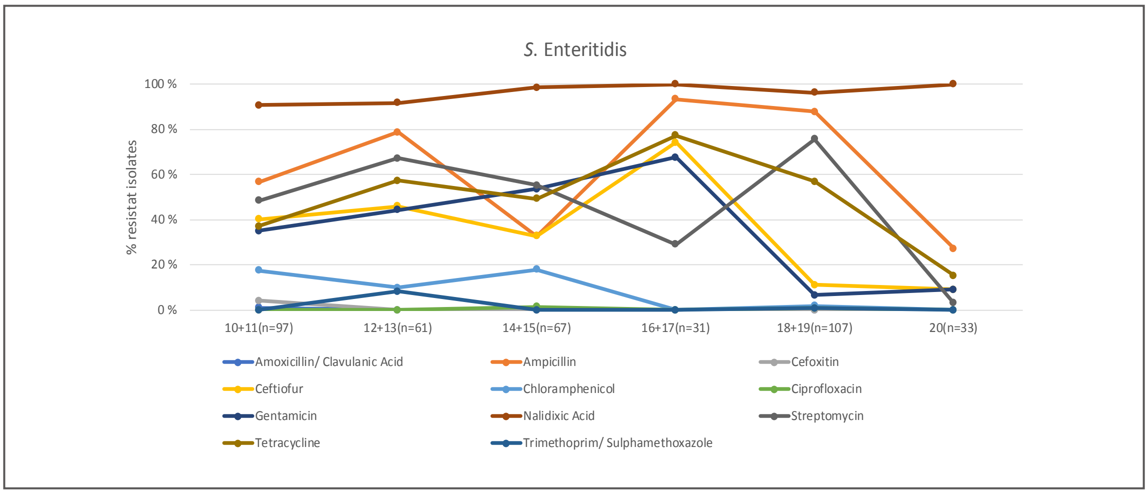
【*S*. Typhimurium과 *S*. Enteritidis의 항생제 내성 경향 (2010-2020)】

'10년부터 '20년까지 돼지와 돼지 도체에서 분리한 *S*. Typhimurium에 대한 항생제 내성 추이를 분석한 결과, ampicillin, streptomycin, tetracycline의 내성은 '19년까지 지속적으로 높게 나타났다. 그러나 '10년과 '11년 대비 '20년에는 gentamicin(52.6→18.3%)과 nalidixic acid (55.3→41.9%)는 감소하였으나 cephalosporins계 항생제인 cefoxitin(2.6→14.0%), ceftiofur(2.6→6.5%)과 fluoroquinolones계 항생제인 ciprofloxacin (0→5.4%) 내성률은 증가하였다. 닭과 닭 도체에서 분리한 S. Enteritidis는 연도별로 내성률에 큰 차이가 있었으나 '20년에는 전반적으로 대부분의 항생제 내성이 감소 추세를 나타내었다. Quinolone계 항생제인 nalidixic acid 내성률은 90% 이상으로 높게 나타났으나 fluoroquinolones계 항생제인 ciprofloxacin 내성은 검출되지 않거나 매우 낮았다(2% 이하). Aminoglycosides계 항생제인 streptomycin과 gentamicin의 내성률은 2010년 초반에 비해 크게 감소하였다. Ceftiofur 항생제 내성률은 '17년까지는 33~74%로 높았으나 '20년에는 10% 이하로 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 180균주 (소 132, 돼지 1, 닭 26, 오리 21)와 도체에서 분리한 131균주(소 7, 닭 73, 오리 51) *C. jejuni* 대상으로 8개 subclasses에 속하는 9종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로 20균주 이하로 분리된 시료(돼지 분변, 소 도체)의 항생제 내성률 결과는 제외하였다. 전반적으로 축종별로 가축 분변과 도체 유래 균주는 유사한 내성 양상을 나타내었다. MIC 분포도를 조사한 결과, 닭과 오리 분변 및 닭과 오리 도체 유래 균주의 nalidixic acid MIC_{50}이 64(㎍/㎖), ciprofloxacin 8(㎍/㎖)로 다른 가축과 시료에 비해 높았다.

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 51.5%, 닭 분변 및 닭 도체 유래 균주에서 69.2~73.1%, 오리 도체 유래 균주에서는 88.2~90.5%로 높게 나타났다. Tetracycline의 내성률은 소와 닭에서는 23.5～37.0%, 오리 도체에서 56.9%로 다소 높게 나타났다. Macrolides계 항생제(azithromycin과 erythromycin), florfenicol, gentamicin 내성은 모든 축종 및 시료에서 관찰되지 않았다.

가축과 도체에서 분리한 *C. jejuni*의 항생제 다제내성 양상을 분석한 결과, 검사한 모든 항생제(8종)에 감수성을 나타낸 균주가 소 41.7%, 닭 23.1%, 오리 9.5%, 닭 도체 27.4%, 오리 도체 11.8%로 오리와 오리 도체 유래 균주 약 90%는 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 7개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 가축 유래 균주에서는 소 17.4%, 닭 23.1%, 오리 33.3%로 가금류에서 높았다. 도체에서는 닭 도체에서 34.2%, 오리 도체에서 56.8%로 오리 도체에서 높게 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(μg/㎖)												
					≤0.016	0.032	0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	≥64
Azithromycin	Cattle	0.015~0.25	0.064	0.064	6.8	33.3	56.8	2.3	0.8								
	Chicken	0.015~0.25	0.064	0.064	3.8	34.6	53.8	3.8	3.8								
	Ducks	0.015~0.12	0.064	0.125	9.5	28.6	38.1	23.8									
	Chicken carcasses	0.015~0.25	0.064	0.064	13.7	27.4	50.7	6.8	1.4								
	Duck carcasses	0.015~0.25	0.064	0.064	5.9	27.5	56.9	7.8	2.0								
Ciprofloxacin	Cattle	0.015~16	2	8	1.5	6.1	28.0	12.1		0.8		3.0	6.1	36.4	6.1		
	Chicken	0.03~32	8	32		11.5	7.7	3.8	3.8	3.8		3.8	7.7	34.6	7.7	15.4	
	Ducks	0.015~32	8	32	4.8			4.8			4.8	4.8	19.0	23.8	23.8	14.3	
	Chicken carcasses	0.015~32	8	16	1.4	5.5	15.1	2.7	1.4	4.1	1.4		8.2	38.4	19.2	2.7	
	Duck carcasses	0.06~32	8	32			2.0	7.8	2.0			2.0	17.6	27.5	19.6	21.6	
Clindamycin	Cattle	0.03~16	0.25	0.5		3.8	6.8	20.5	47.7	20.5					0.8		
	Chicken	0.03~0.5	0.125	0.25		7.7	11.5	30.8	42.3	7.7							
	Ducks	0.03~0.5	0.125	0.5		4.8		47.6	23.8	23.8							
	Chicken carcasses	0.03~0.5	0.25	0.5		9.6	16.4	20.5	34.2	19.2							
	Duck carcasses	0.03~1	0.25	0.5		7.8		39.2	23.5	21.6	7.8						
Erythromycin	Cattle	0.03~1	0.5	1		4.5		4.5	23.5	53.0	14.4						
	Chicken	0.03~2	0.5	0.5		7.7			34.6	50.0	3.8	3.8					
	Ducks	0.03~2	0.5	1		4.8		4.8	23.8	42.9	14.3	9.5					
	Chicken carcasses	0.03~1	0.5	0.5		5.5	1.4	9.6	20.5	54.8	8.2						
	Duck carcasses	0.03~2	0.5	1		2.0		3.9	21.6	60.8	9.8	2.0					
Florfenicol	Cattle	0.03~2	1	1		1.5	0.8	1.5	3.8	22.7	59.8	9.8					
	Chicken	0.12~2	1	2				3.8	3.8	15.4	61.5	15.4					
	Ducks	0.03~2	1	2		4.8			4.8	19.0	38.1	33.3					
	Chicken carcasses	0.03~4	1	1		2.7		8.2	6.8	16.4	56.2	6.8	2.7				
	Duck carcasses	0.03~4	1	4		3.9		2.0	2.0	23.5	31.4	17.6	19.6				
Gentamicin	Cattle	0.12~0.25	0.125	0.125				97.7	2.3								
	Chicken	0.12~0.25	0.125	0.25				88.5	11.5								
	Ducks	0.12~0.25	0.125	0.25				85.7	14.3								
	Chicken carcasses	0.12~2	0.125	0.125				94.5	4.1			1.4					
	Duck carcasses	0.12~0.25	0.125	0.125				96.1	3.9								
Nalidixic acid	Cattle	4~64	32	64									45.5	2.3	0.8	4.5	47.0
	Chicken	4~64	64	64									26.9			3.8	69.2
	Ducks	4~64	64	64									4.8	4.8		19.0	71.4
	Chicken carcasses	4~64	64	64									23.3	1.4	5.5	8.2	61.6
	Duck carcasses	4~64	64	64									9.8	2.0		11.8	76.5
Tetracycline	Cattle	0.06~64	0.25	64			16.7	31.8	25.0	2.3	0.8		0.8		0.8	5.3	16.7
	Chicken	0.06~64	0.25	64			7.7	26.9	38.5				3.8	3.8		7.7	11.5
	Ducks	0.06~64	0.25	64			4.8	28.6	23.8	9.5			4.8			9.5	19.0
	Chicken carcasses	0.06~64	0.25	64			17.8	16.4	23.3	4.1	1.4	2.7			2.7	11.0	20.5
	Duck carcasses	0.06~64	16	64			5.9	19.6	13.7	2.0	2.0	2.0	2.0		7.8	13.7	31.4

* cattle(n=132), chicken(n=26), ducks(n=21), chicken carcasses(n=73), duck carcasses(n=51)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=303)
	Cattle (n=132)	Chicken (n=26)	Ducks (n=21)	Subtotal (n=179)	Chicken (n=73)	Duck (n=51)	Subtotal (n=124)	
Azithromycin	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Ciprofloxacin	51.5 (68)	69.2 (18)	90.5 (19)	58.7 (105)	69.9 (51)	88.2 (45)	77.4 (96)	66.3 (201)
Clindamycin	0.8 (1)	0 (0)	0 (0)	0.6 (1)	0 (0)	7.8 (4)	3.2 (4)	1.7 (5)
Erythromycin	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Florfenicol	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Gentamicin	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Nalidixic acid	51.5 (68)	73.1 (19)	90.5 (19)	59.2 (106)	69.9 (51)	88.2 (45)	77.4 (96)	66.7 (202)
Tetracycline	23.5 (31)	26.9 (7)	33.3 (7)	25.1 (45)	37.0 (27)	56.9 (29)	45.2 (56)	33.3 (101)

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=303)
	Cattle (n=132)	Chicken (n=26)	Ducks (n=21)	Subtotal (n=179)	Chicken (n=73)	Duck (n=51)	Subtotal (n=124)	
No resistance detected	41.7 (55)	23.1 (6)	9.5 (2)	35.2 (63)	27.4 (20)	11.8 (6)	21.0 (26)	29.4 (89)
Resistance 1 CLSI subclass	6.8 (9)	7.7 (2)	0 (0)	6.1 (11)	2.7 (2)	0 (0)	1.6 (2)	4.3 (13)
Resistance 2 CLSI subclasses	34.1 (45)	46.2 (12)	57.1 (12)	38.5 (69)	35.6 (26)	31.4 (16)	33.9 (42)	36.6 (111)
Resistance 3 CLSI subclasses	17.4 (23)	23.1 (6)	33.3 (7)	20.1 (36)	34.2 (25)	49.0 (25)	40.3 (50)	28.4 (86)
Resistance 4 CLSI subclasses	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7.8 (4)	3.2 (4)	1.3 (4)

나. 가축 및 도체 유래 *Campylobacter coli*

*Campylobacter coli*는 정상 가축 분변 및 도체에서 총 210 균주가 분리되었으며, 정상 가축 분변에서 123균주(소 4, 돼지 46, 닭 22, 오리 51)와 도체에서 87균주(소 도체 2, 돼지 도체 19, 닭 도체 46, 오리 도체 20)가 분리되었다. 분리된 균주에 대해 총 8종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였으며 소 분변, 소 도체에서 분리한 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 제외하였다. 분리 균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, *C. jejuni*에 비해 내성률이 전반적으로 높게 나타났으며 정상 가축 유래 균주와 도체 유래 균주의 내성 양상은 전반적으로 비슷하게 나타났다. MICs 분포를 조사한 결과, 항생제별 MIC_{90}은 돼지 및 돼지 도체에서 azithromycin과 erythromycin이 64(㎍/㎖)로 높았으며 닭 및 닭 도체에서는 gentamicin 32(㎍/㎖)로 높게 나타났다.

가축 및 도체 유래 *C. coli*에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 모든 시료에서 (fluoro)quinolones계 항생제인 ciprofloxacin과 nalidixic acid의 내성률이 가장 높게 나타났다. 시료별 (fluoro)quinolones계 내성률은 돼지 및 돼지 도체 유래 균주에서 81.5～100%, 닭 과 닭 도체 유래 균주는 100%, 오리와 오리 도체 유래 균주에서도 86.3～100%로 모든 가축 및 시료에서 높게 나타났다. Macrolides계 항생제인 azithromycin과 erythromycin의 내성률은 *C. jejuni*에 비해 높았으며, 돼지 및 돼지 도체 유래 균주에서 26.1～33.3%, 닭 및 닭 도체 유래 균주에서 6.5~27.3%로 대체로 높았으나 오리와 오리 도체에서 0～5.0%로 낮았다.

가축 및 도체에서 분리한 *C. coli*의 항생제 다제내성 양상을 조사한 결과, 오리 유래 13.7%와 돼지 도체에서 유래 11.1%를 제외한 모든 균주가 1개 이상의 항생제에 대해 내성을 나타내었다. 검사한 총 7개의 subclass중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 돼지 분변과 돼지 도체 유래 균주에서 62.9～69.6%, 닭 분변과 닭 도체 유래 균주에서 65.2～95.4%, 오리 분변 및 오리 도체 유래 균주에서 49.0～75.0%로 모든 시료에서 다제내성균이 비교적 높게 분포하였다(Table 37～42).

Table 37. 가축 분변에서 분리한 *Campylobacter coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	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
Azithromycin	Pigs	0.03~64	0.125	64		2.2	23.9	39.1	6.5	2.2						2.2	23.9
	Chicken	0.03~64	0.125	64		9.1	36.4	27.3						4.5			22.7
	Ducks	0.015~0.25	0.064	0.125	5.9	9.8	45.1	35.3	3.9								
Ciprofloxacin	Pigs	1~32	8	16							2.2		4.3	58.7	32.6	2.2	
	Chicken	1~32	8	16							4.5	4.5	9.1	40.9	36.4	4.5	
	Ducks	0.03~64	8	32		2.0	5.9	5.9					17.6	39.2	17.6	9.8	2.0
Clindamycin	Pigs	0.03~16	0.5	8		2.2		6.5	28.3	19.6	10.9	10.9	2.2	10.9	8.7		
	Chicken	0.12~16	0.25	8				13.6	40.9	9.1	9.1	4.5	9.1	9.1	4.5		
	Ducks	0.06~1	0.25	0.5			3.9	17.6	64.7	11.8	2.0						
Erythromycin	Pigs	0.25~64	1	64					4.3	6.5	47.8	13.0		2.2			26.1
	Chicken	0.25~64	1	64					9.1	18.2	36.4	9.1				4.5	22.7
	Ducks	0.12~2	0.5	1				7.8	37.3	21.6	25.5	7.8					
Florfenicol	Pigs	0.5~16	1	4						8.7	45.7	23.9	15.2	2.2	4.3		
	Chicken	0.5~16	1	4						13.6	36.4	31.8	9.1	4.5	4.5		
	Ducks	0.5~2	1	2						13.7	52.9	33.3					
Gentamicin	Pigs	0.12~32	0.25	0.5				43.5	45.7	2.2		2.2		2.2		4.3	
	Chicken	0.12~32	0.25	32				36.4	31.8	4.5						27.3	
	Ducks	0.12~32	0.25	0.25				29.4	60.8					2.0		7.8	
Nalidixic acid	Pigs	4~64	64	64									4.3			8.7	87.0
	Chicken	32~64	64	64												9.1	90.9
	Ducks	4~64	64	64									13.7			9.8	76.5
Tetracycline	Pigs	0.06~64	8	64			2.2	4.3	13.0	10.9	4.3	2.2	6.5	8.7		8.7	39.1
	Chicken	0.12~64	64	64				4.5			9.1		4.5		4.5	9.1	68.2
	Ducks	0.06~64	0.5	64			5.9	17.6	23.5	3.9			2.0		2.0	2.0	43.1

* pigs(n=46), chicken(n=22), ducks(n=51)

Table 38. 가축 분변에서 분리한 *Campylobacter coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=46)	Chicken (n=22)	Ducks (n=51)	Total (n=119)
Azithromycin	26.1(12)	27.3(6)	0(0)	15.1(18)
Ciprofloxacin	100(46)	100(22)	86.3(44)	94.1(112)
Clindamycin	32.6(15)	27.3(6)	0(0)	17.6(21)
Erythromycin	26.1(12)	27.3(6)	0(0)	15.1(18)
Florfenicol	6.5(3)	9.1(2)	0(0)	4.2(5)
Gentamicin	6.5(3)	27.3(6)	9.8(5)	11.8(14)
Nalidixic acid	95.7(44)	100(22)	86.3(44)	92.4(110)
Tetracycline	63.0(29)	86.4(19)	49.0(25)	61.3(73)

Table 39. 가축 분변에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pigs (n=46)	Chicken (n=22)	Ducks (n=51)	Total (n=119)
No resistance detected	0(0)	0(0)	13.7(7)	5.9(7)
Resistance 1 CLSI subclass	2.2(1)	0(0)	0(0)	0.8(1)
Resistance 2 CLSI subclasses	28.3(13)	4.5(1)	37.3(19)	27.7(33)
Resistance 3 CLSI subclasses	34.8(16)	40.9(9)	39.2(20)	37.8(45)
Resistance 4 CLSI subclasses	10.9(5)	31.8(7)	9.8(5)	14.3(17)
Resistance 5 CLSI subclasses	19.6(9)	18.2(4)	0(0)	10.9(13)
Resistance 6 CLSI subclasses	4.3(2)	4.5(1)	0(0)	2.5(3)

Table 40. 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*	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
Azithromycin	Pigs**	0.03~64	0.125	64		11.1	29.6	22.2	3.7								33.3
	Chicken	0.015~64	0.064	0.125	2.2	21.7	39.1	28.3	2.2								6.5
	Ducks	0.03~64	0.064	0.125		5.0	60.0	30.0									5.0
Ciprofloxacin	Pigs	0.06~32	8	16			11.1	3.7	3.7			3.7	14.8	37.0	22.2	3.7	
	Chicken	4~64	16	32									10.9	32.6	41.3	13.0	2.2
	Ducks	4~32	8	16									5.0	50.0	35.0	10.0	
Clindamycin	Pigs	0.12~16	0.5	16				11.1	29.6	11.1	11.1	3.7	3.7	7.4	22.2		
	Chicken	0.06~8	0.25	1			2.2	28.3	43.5	10.9	8.7	2.2	2.2	2.2			
	Ducks	0.12~8	0.25	0.5				25.0	60.0	10.0				5.0			
Erythromycin	Pigs	0.12~64	1	64				3.7	11.1	14.8	25.9	7.4	3.7				33.3
	Chicken	0.12~64	0.5	2				6.5	30.4	19.6	30.4	6.5					6.5
	Ducks	0.12~64	0.5	1				10.0	25.0	15.0	45.0						5.0
Florfenicol	Pigs	0.25~16	1	8					7.4	11.1	37.0	22.2	3.7	14.8	3.7		
	Chicken	0.5~32	1	8						13.0	52.2	17.4	6.5	2.2	4.3	4.3	
	Ducks	0.5~8	1	2						5.0	65.0	20.0	5.0	5.0			
Gentamicin	Pigs	0.12~32	0.25	32				37.0	40.7			3.7			3.7	14.8	
	Chicken	0.12~32	0.25	32				45.7	34.8						8.7	10.9	
	Ducks	0.12~8	0.25	0.25				30.0	65.0					5.0			
Nalidixic acid	Pigs	4~64	64	64									18.5			3.7	77.8
	Chicken	32~64	64	64												6.5	93.5
	Ducks	32~64	64	64												5.0	95.0
Tetracycline	Pigs	0.12~64	16	64				11.1	7.4	18.5	3.7			3.7	7.4	3.7	44.4
	Chicken	0.06~64	64	64			4.3	23.9	6.5		2.2			2.2	2.2	4.3	54.3
	Ducks	0.12~64	64	64				10.0	15.0				10.0	5.0			60.0

* pig carcasses(n=27), chicken carcasses(n=46), duck carcasses(n=20)

** Isolates in 2019 (n=8) and 2020 (n=19)

Table 41. 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses* (n=27)	Chicken carcasses (n=46)	Duck carcasses (n=20)	Total (n=93)
Azithromycin	33.3(9)	6.5(3)	5.0(1)	14.0(13)
Ciprofloxacin	81.5(22)	100(46)	100(20)	94.6(88)
Clindamycin	37.0(10)	6.5(3)	5.0(1)	15.1(14)
Erythromycin	33.3(9)	6.5(3)	5.0(1)	14.0(13)
Florfenicol	18.5(5)	10.9(5)	5.0(1)	11.8(11)
Gentamicin	18.5(5)	19.6(9)	5.0(1)	16.1(15)
Nalidixic acid	81.5(22)	100(46)	100(20)	94.6(88)
Tetracycline	59.3(16)	63.0(29)	75.0(15)	64.5(60)

* Isolates in 2019 (n=8) and 2020 (n=19)

Table 42. 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pig carcasses* (n=27)	Chicken carcasses (n=46)	Duck carcasses (n=20)	Total (n=93)
No resistance detected	11.1(3)	0(0)	0(0)	3.2(3)
Resistance 1 CLSI subclass	3.7(1)	0(0)	0(0)	1.1(1)
Resistance 2 CLSI subclasses	22.2(6)	34.8(16)	25.0(5)	29.0(27)
Resistance 3 CLSI subclasses	29.6(8)	30.4(14)	60.0(12)	36.6(34)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	28.3(13)	10.0(2)	16.1(15)
Resistance 5 CLSI subclasses	11.1(3)	6.5(3)	5.0(1)	7.5(7)
Resistance 6 CLSI subclasses	18.5(5)	0(0)	0(0)	5.4(5)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.7(1)	0(0)	0(0)	1.1(1)

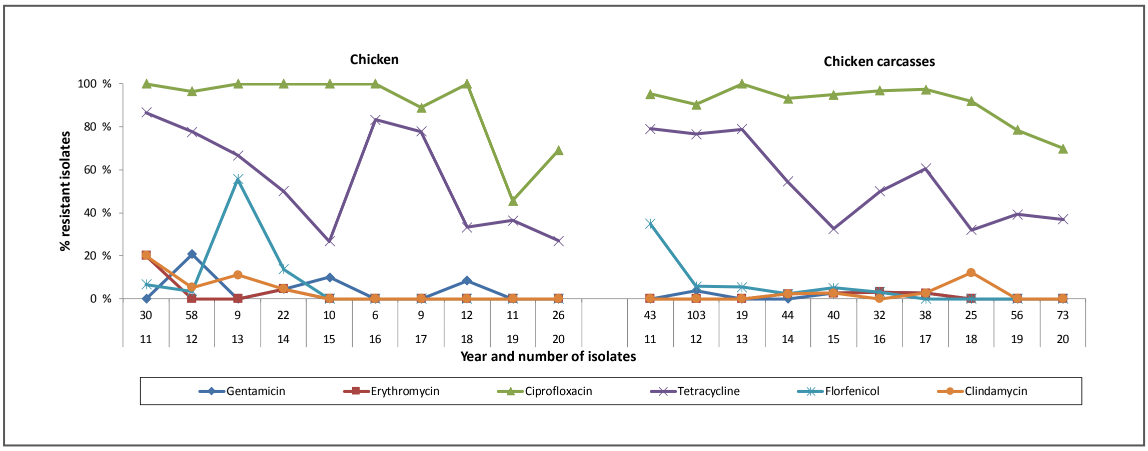
* Isolates in 2019 (n=8) and 2020 (n=19)

【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *C. jejuni / C. coli*의 항생제 내성 경향 (2011~2020)】

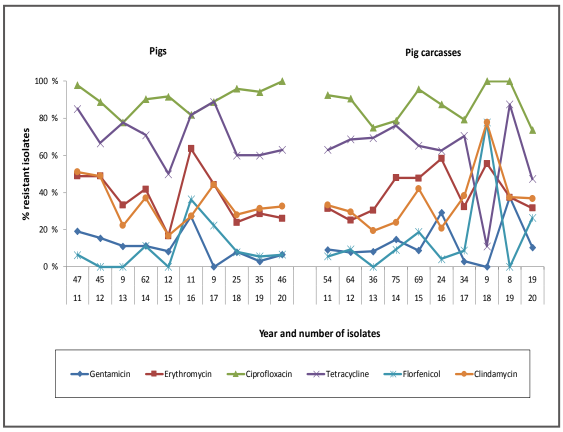
'11년부터 '20년까지 가축 및 도축장 도체에서 분리한 *C. jejuni / C. coli*의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 연도별로 항생제 종류에 따라 다소 차이가 있었다. 닭 분변 및 닭 도체 유래 *C. jejuni*는 연도별로 내성률이 다소 차이가 있었으며, ciprofloxacin의 내성률은 지속적으로 높았으며 '20년에는 전년('19년) 대비 닭 도체 시료에서는 다소 감소하였으나(78.6→69.9%) 닭 분변에서는 증가하였다(45.5→69.2%). Tetracycline 내성률은 '11년 대비 '20년에 크게 감소하였다(닭 분변 86.7→26.9%, 닭 도체 79.1→37.0%). 그 외 gentamicin, erythromycin, florfenicol, clindamycin의 내성률은 지속적으로 낮게 유지되었다.

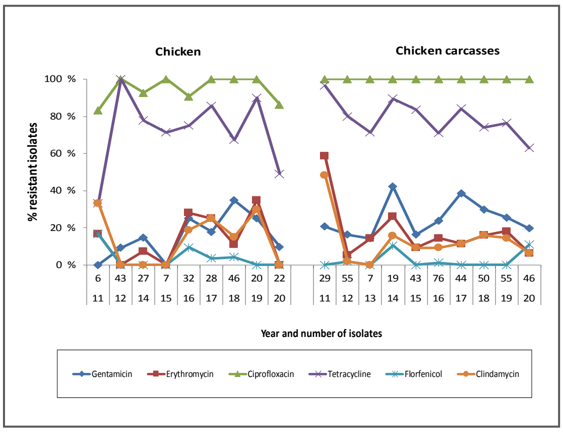
*C. coli*의 내성률은 모든 시료에서 *C. jejuni*의 내성률보다 대체로 높게 나타났다. 모든 시료에서 ciprofloxacin과 tetracycline의 내성률은 지속적으로 높게 나타났으며 특히 돼지 및 돼지 도체 유래 균주의 erythromycin 내성률은 감소 추세를 나타내었다.

〈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* 458균주(소 도체 28, 돼지 도체 111, 닭 도체 293, 오리 도체 26)에 대해 17종 항생제에 대한 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 항생제 감수성 검사 결과 시료별로 다소 차이가 있었다. MICs 분포를 조사 결과, MIC_{50}은 돼지 도체 유래 균주에서 penicillin 2(㎍/㎖), tetracycline 16(㎍/㎖)으로 다른 시료에 비해 높았다.

도체에서 분리한 *S. aureus* 균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 모든 시료에서 penicillin 내성이 가장 높았으며 시료별로는 돼지 도체에서 내성률이 높게 나타났다. 소 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성이 46.4%, erythromycin 32.1%로 높았으나 그 외 항생제는 약 15% 이하로 대체로 낮게 나타났다. 돼지 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성률이 86.5%로 가장 높았으며, tetracycline(54.1%), chloramphenicol(48.6%), ciprofloxacin(47.7%), clindamycin(45.9%), erythromycin(45.0%), trimethoprim(42.3%) 순으로 높게 나타났다. 닭 도체 유래 균주에서도 penicillin 내성이 59.0%로 가장 높았으며 tetracycline(44.4%), ciprofloxacin(36.9%), erythromycin (26.3%) 순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성률이 61.5%로 가장 높았으며, 그 외 항생제는 내성은 10% 이하로 낮았다. Cefoxitin에 대한 내성은 돼지 도체 유래 균주에서 19주(17.1%)와 닭 도체 유래 균주에서 4주(1.4%)가 확인되었으며, 모두 *mecA* 유전자가 검출되어 최종적으로 methicillin 내성 *S. aureus*로 확인되었다. 모든 시료에서 rifampin, sulfamethoxazole, vancomycin 내성은 관찰되지 않았다.

도체 시료에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 다제내성 양상을 조사한 결과, 검사한 19종의 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 도체 유래 균주에서 46.4%, 돼지 도체 유래 균주에서는 7.2%, 닭 도체 유래 균주에서는 16.7%, 오리 도체 유래 균주에서는 26.9%로 나타났다. 검사한 항생제 19종 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 소 도체 유래 균주에서 10.8%, 오리 도체 유래 균주에서 3.8%로 낮았으나 돼지 도체 유래 균주에서 62.1%, 닭 도체 유래 균주의 37.2%로 나타났으며, 돼지 도체와 닭 도체 유래 균주에서 다제내성균의 분포가 높았다(Table 43～45).

Table 43. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Carcass 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	Cattle	2~4	4	4								25.0	75.0							
	Pig	0.5~16	4	16						0.9		5.4	76.6	5.4	11.7					
	Chicken	2~16	4	4								13.7	85.0		1.4					
	Duck	0.5~4	4	4						11.5	3.8	11.5	73.1							
Chloramphenicol	Cattle	4~32	4	8									82.1	10.7		7.1				
	Pig	4~64	8	64									45.9	5.4		25.2	23.4			
	Chicken	4~64	4	32									74.4	14.0		7.2	4.4			
	Duck	4~64	4	8									80.8	11.5		3.8	3.8			
Ciprofloxacin	Cattle	0.25~8	0.5	8					46.4	35.7	7.1			10.7						
	Pig	0.25~8	0.5	8					45.0	5.4	0.9	0.9	4.5	43.2						
	Chicken	0.25~8	1	8					32.1	14.7	9.6	6.8		36.9						
	Duck	0.25~8	0.25	0.5					76.9	19.2				3.8						
Clindamycin	Cattle	0.12~4	0.125	4				85.7	3.6				10.7							
	Pig	0.12~4	0.25	4				44.1	7.2	1.8	0.9		45.9							
	Chicken	0.12~4	0.125	4				84.0					16.0							
	Duck	0.12~4	0.125	0.125				92.3			3.8		3.8							
Erythromycin	Cattle	0.25~8	0.5	8					39.3	28.6				32.1						
	Pig	0.25~8	0.5	8					48.6	1.8		0.9	3.6	45.0						
	Chicken	0.25~8	0.25	8					63.1	9.9	0.3	0.3		26.3						
	Duck	0.25~8	0.25	0.5					69.2	26.9				3.8						
Fusidic acid	Cattle	0.5~4	0.5	0.5						92.9			7.1							
	Pig	0.5~4	0.5	0.5						96.4			3.6							
	Chicken	0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5~4	0.5	0.5						96.2			3.8							
Gentamicin	Cattle	1~16	1	16							85.7			3.6	10.7					
	Pig	1~16	1	16							57.7			23.4	18.9					
	Chicken	1~16	1	16							81.9	0.3	0.3	1.7	15.7					
	Duck	1	1	1							100									
Kanamycin	Cattle	4~64	4	64									85.7				14.3			
	Pig	4~64	4	64									54.1	1.8	1.8	11.7	30.6			
	Chicken	4~64	4	64									81.9		0.3	0.3	17.4			
	Duck	4	4	4									100							
Linezolid	Cattle	1~2	1	2							85.7	14.3								
	Pig	1~4	1	1							93.7	2.7	3.6							
	Chicken	1~4	1	1							94.5	5.1	0.3							
	Duck	1~2	1	1							96.2	3.8								
Mupirocin	Cattle	0.5	0.5	0.5						100										
	Pig	0.5~512	0.5	0.5						99.1										0.9
	Chicken	0.5~1	0.5	0.5						99.7	0.3									
	Duck	0.5~1	0.5	0.5						96.2	3.8									
Penicillin	Cattle	0.12~2	0.125	2				53.6	25.0		7.1	14.3								
	Pig	0.12~2	2	2				13.5	4.5	2.7	6.3	73.0								
	Chicken	0.12~2	0.5	2				41.0	2.7	7.2	8.9	40.3								
	Duck	0.12~2	0.25	2				38.5	19.2	26.9	3.8	11.5								
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	0.5~4	0.5	2						85.7	3.6	7.1	3.6							
	Pig	0.5~4	0.5	4						56.8	9.0	18.0	16.2							
	Chicken	0.5~4	0.5	0.5						94.2	4.4		1.4							
	Duck	0.5~2	0.5	1						76.9	19.2	3.8								
Rifampin	Cattle	0.016~0.25	0.016	0.032	89.3	7.1			3.6											
	Pig	0.016~0.5	0.016	0.016	98.2					1.8										
	Chicken	0.016~0.5	0.016	0.5	89.4				0.3	10.2										
	Duck	0.016	0.016	0.016	100															
Streptomycin	Cattle	4~32	8	8									35.7	57.1		7.1				
	Pig	4~32	4	32									54.1	9.9		36.0				
	Chicken	4~32	4	8									89.4	9.6	0.3	0.7				
	Duck	4~8	4	8									80.8	19.2						
Sulfamethoxazole	Cattle	64	64	64													100			
	Pig	64~128	64	64													97.3	2.7		
	Chicken	64	64	64													100			
	Duck	64	64	64													100			
Tetracycline	Cattle	0.5~16	0.5	16						89.3					10.7					
	Pig	0.5~16	16	16						45.9					54.1					
	Chicken	0.5~16	0.5	16						53.6			0.3	1.7	44.4					
	Duck	0.5~16	0.5	0.5						96.2					3.8					
Tiamulin	Cattle	0.5~4	0.5	4						89.3			10.7							
	Pig	0.5~4	0.5	4						57.7			42.3							
	Chicken	0.5~4	0.5	0.5						98.0	0.7		1.4							
	Duck	0.5~4	0.5	0.5						96.2			3.8							
Trimethoprim	Cattle	2~32	2	2								92.9				7.1				
	Pig	2~32	2	32								57.7				42.3				
	Chicken	2~32	2	2								99.0	0.3			0.7				
	Duck	2	2	2								100								
Vancomycin	Cattle	1~2	1	2							82.1	17.9								
	Pig	1~2	1	1							99.1	0.9								
	Chicken	1~2	1	1							91.8	8.2								
	Duck	1	1	1							100									

* cattle carcasses(n=28), pig carcasses(n=111), chicken carcasses(n=293), duck carcasses(n=26)

Table 44. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle carcasses (n=28)	Pig carcasses (n=111)	Chicken carcasses (n=293)	Duck carcasses (n=26)	Total (n=458)
Cefoxitin	0(0)	17.1(19)	1.4(4)	0(0)	5.0(23)
Chloramphenicol	7.1(2)	48.6(54)	11.6(34)	7.7(2)	20.1(92)
Ciprofloxacin	10.7(3)	47.7(53)	36.9(108)	3.8(1)	36.0(165)
Clindamycin	10.7(3)	45.9(51)	16.0(47)	3.8(1)	22.3(102)
Erythromycin	32.1(9)	45.0(50)	26.3(77)	3.8(1)	29.9(137)
Fusidic acid	7.1(2)	3.6(4)	0(0)	3.8(1)	1.5(7)
Gentamicin	10.7(3)	18.9(21)	15.7(46)	0(0)	15.3(70)
Kanamycin	14.3(4)	30.6(34)	17.4(51)	0(0)	19.4(89)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0.2(1)
Penicillin	46.4(13)	86.5(96)	59.0(173)	61.5(16)	65.1(298)
Quinupristin / Dalfopristin	3.6(1)	16.2(18)	1.4(4)	0(0)	5.0(23)
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	10.7(3)	54.1(60)	44.4(130)	3.8(1)	42.4(194)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	7.1(2)	42.3(47)	0.7(2)	0(0)	11.1(51)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

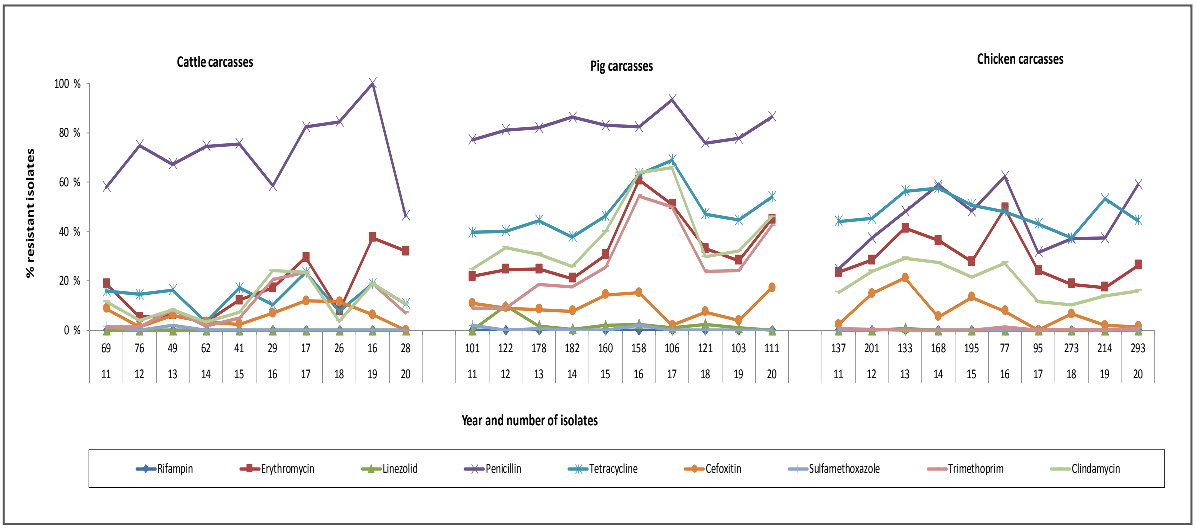
Table 45. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=28)	Pig carcasses (n=111)	Chicken carcasses (n=293)	Duck carcasses (n=26)	Total (n=458)
No resistance detected	46.4(13)	7.2(8)	16.7(49)	26.9(7)	16.8(77)
Resistance 1 CLSI subclass	14.3(4)	18.9(21)	31.4(92)	69.2(18)	29.5(135)
Resistance 2 CLSI subclasses	28.6(8)	11.7(13)	14.7(43)	0(0)	14.0(64)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	7.2(8)	16.7(49)	0(0)	12.4(57)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	7.2(8)	6.8(20)	0(0)	6.1(28)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.6(1)	7.2(8)	5.8(17)	3.8(1)	5.9(27)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	6.3(7)	7.2(21)	0(0)	6.1(28)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	9.0(10)	0.7(2)	0(0)	2.6(12)
Resistance 8 CLSI subclasses	3.6(1)	15.3(17)	0(0)	0(0)	3.9(18)
Resistance 9 CLSI subclasses	3.6(1)	9.9(11)	0(0)	0(0)	2.6(12)

【도축장 도체에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2011-2020)】

'11년부터 '20년까지 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 대부분 항생제 내성률은 '19년에 비해 감소하였다. 항생제별로 내성률을 비교한 결과('19년→'20년) penicillin(100→46.4%) 내성률이 크게 감소하였으며 trimethoprim(18.8→7.1%), erythromycin (37.5→32.1%), tetracycline(18.8→10.7%), clindamycin (18.8→10.7%)도 감소하였다. 그러나 돼지 도체 유래 균주에서는 대부분 항생제 내성률이 증가하였다. 항생제별로는 trimethoprim(24.3→42.3%), erythromycin (28.2→45.0%), clindamycin(32.0→45.9%) 내성이 10% 이상 증가하였다. 닭 도체 유래 균주에서는 항생제별로 다소 차이가 있었으나 penicillin 내성이 크게 증가하였다(37.4→59.0%). Methicillin 내성을 검출하는 cefoxitin의 내성률을 '19년과 비교한 결과 소 도체 (6.3→0%)와 닭 도체(1.9→1.4%)에서는 감소하였으나 돼지 도체(3.9→17.1%)에서는 크게 증가하였다.

〈도체 유래 황색포도알균 항생제 내성률〉



제4장. 가축 병원성세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

시·도 동물위생시험소, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 병성감정 및 질병이환 가축 시료에서 분리한 *E. coli* 190균주(소 17, 돼지 88, 닭 69, 오리 16)에 대해 항생제 감수성검사를 실시하였다. 분리 균주 수가 20균주 이하인 시료는 내성률 결과에서 제외하였다. 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(㎍/㎖), 닭 유래 균주에서는 ciprofloxacin 8(㎍/㎖), nalidixic acid 128(㎍/㎖)로 높게 나타났다.

질병 이환 가축에서 분리한 *E. coli*에 대한 항생제 내성률을 조사한 결과, 돼지 및 닭 유래 균주에서 항생제 내성률이 높게 나타났다. 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 ampicillin, chloramphenicol, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline 내성률이 70% 이상으로 높았다. 특히 질병 이환 돼지에서 치료용으로 많이 사용하는 항생제 내성률이 정상 가축 유래 균주에 비해 높았다. 정상 돼지와 질병이환 돼지에서 분리한 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin (14.5%, 33.0%) gentamicin(17.6%, 31.8%), colistin(1.8%, 12.5%)에서 큰 차이가 확인되었다. 닭 유래 균주에서는 nalidixic acid 내성이 87.0%로 가장 높았으며 그 외 ampicillin, ciprofloxacin, sulfisoxazole, tetracycline 내성률이 70% 이상으로 높았다. 정상 닭에 비해 질병이환 닭 유래 대장균은 제3세대 cephalosporin인 ceftiofur 내성이 높게 나타났다(11.8%, 15.9%).

검사 균주에 대한 항생제 다제내성을 조사한 결과, 돼지(92.0%) 및 닭(95.7%) 유래 대부분(90% 이상) 균주가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 유래 균주에서 87.7%, 닭 유래 균주에서 92.6%로 두 축종 모두에서 다제내성 균주가 높게 분포하였다(Table 46~48).

Table 46. 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	Pigs	2~32	8	16					4.5	21.6	54.5	18.2	1.1				
	Chicken	2~16	8	16					5.8	18.8	62.3	13.0					
Ampicillin	Pigs	2~64	64	64					10.2	8.0	2.3			79.5			
	Chicken	2~64	64	64					11.6	11.6				76.8			
Cefepime	Pigs	0.25~8	0.25	4		86.4			3.4	6.8	3.4						
	Chicken	0.25~8	0.25	4		84.1		1.4	4.3	7.2	2.9						
Cefoxitin	Pigs	2~32	4	8					6.8	59.1	31.8	1.1	1.1				
	Chicken	2~16	4	8					8.7	58.0	31.9	1.4					
Ceftazidime	Pigs	1~16	1	4				87.5		3.4	5.7	3.4					
	Chicken	1~16	1	1				92.8	1.4	4.3		1.4					
Ceftiofur	Pigs	0.5~8	0.5	8			83.0	2.3			14.8						
	Chicken	0.5~8	0.5	8			73.9	10.1			15.9						
Chloramphenicol	Pigs	4~64	64	64						8.0	11.4	3.4	2.3	75.0			
	Chicken	4~64	8	64						24.6	31.9			43.5			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~16	0.25	16	40.9	14.8	11.4	4.5		3.4	4.5	20.5					
	Chicken	0.12~16	8	16	18.8	2.9	2.9	2.9	8.7	4.3	39.1	20.3					
Colistin	Pigs	2~16	2	16					87.5		1.1	11.4					
	Chicken	2	2	2					100								
Gentamicin	Pigs	1~64	1	64				59.1	1.1	1.1	6.8	6.8	6.8	18.2			
	Chicken	1~64	1	32				79.7			1.4	2.9	8.7	7.2			
Meropenem	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pigs	2~128	8	128					36.4	4.5	11.4	4.5	1.1	6.8	35.2		
	Chicken	2~128	128	128					7.2	5.8				8.7	78.3		
Streptomycin	Pigs	16~128	64	128								21.6	12.5	18.2	47.7		
	Chicken	16~128	128	128								36.2		4.3	59.4		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	512	512								18.2	1.1			1.1	79.5
	Chicken	16~512	512	512								21.7					78.3
Tetracycline	Pigs	2~128	64	128					23.9	2.3		1.1	5.7	23.9	43.2		
	Chicken	2~128	64	128					26.1	1.4		2.9	10.1	31.9	27.5		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	2	4	30.7	11.4	1.1	3.4	4.5	48.9							
	Chicken	0.12~4	4	4	30.4	13.0	4.3			52.2							

* pigs(n=88), chicken(n=69)

Table 47. 질병 이환 가축에서 분리된 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Pigs (n=88)	Chicken (n=69)	Total (n=157)
Amoxicillin / Clavulanic acid	1.1(1)	0(0)	0.6(1)
Ampicillin	79.5(70)	76.8(53)	78.3(123)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	1.1(1)	0(0)	0.6(1)
Ceftazidime	3.4(3)	1.4(1)	2.5(4)
Ceftiofur	14.8(13)	15.9(11)	15.3(24)
Chloramphenicol	77.3(68)	43.5(30)	62.4(98)
Ciprofloxacin	33.0(29)	75.4(52)	51.6(81)
Colistin	12.5(11)	0(0)	7.0(11)
Gentamicin	31.8(28)	18.8(13)	26.1(41)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	43.2(38)	87.0(60)	62.4(98)
Streptomycin	78.4(69)	63.8(44)	72.0(113)
Sulfisoxazole	79.5(70)	78.3(54)	79.0(124)
Tetracycline	73.9(65)	72.5(50)	73.2(115)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	48.9(43)	52.2(36)	50.3(79)

Table 48. 질병 이환 가축에서 분리된 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Pigs (n=88)	Chicken (n=69)	Total (n=157)
No resistance detected	8.0(7)	4.3(3)	6.4(10)
Resistance 1 CLSI subclass	3.4(3)	0(0)	1.9(3)
Resistance 2 CLSI subclasses	1.1(1)	2.9(2)	1.9(3)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.0(7)	14.5(10)	10.8(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.0(7)	10.1(7)	8.9(14)
Resistance 5 CLSI subclasses	23.9(21)	11.6(8)	18.5(29)
Resistance 6 CLSI subclasses	27.3(24)	30.4(21)	28.7(45)
Resistance 7 CLSI subclasses	12.5(11)	21.7(15)	16.6(26)
Resistance 8 CLSI subclasses	8.0(7)	4.3(3)	6.4(10)

2. *Salmonella* spp.

시·도 동물위생시험소, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병 이환 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 130균주(돼지 28, 닭 70, 오리 32)에 대한 항생제감수성검사를 실시하였다. 축종별로 항생제 내성 양상이 다소 차이가 있었으며 항생제 내성률은 닭 및 오리 유래 균주에 비해 돼지 유래 균주에서 높았다. 항생제별 MIC_{50}을 조사한 결과, 돼지 유래 균주에서는 amoxicillin/clavulanic acid 8(㎍/㎖), ampicillin 64(㎍/㎖), chloramphenicol 64(㎍/㎖), streptomycin 64(㎍/㎖), tetracycline 64(㎍/㎖)로 닭과 오리 유래 균주에 비해 높았다. 닭 및 오리 유래 균주에서는 nalidixic acid의 MIC_{50}이 128(㎍/㎖)로 돼지 유래 균주의 4(㎍/㎖)에 비해 높았다.

질병 이환 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 130균주에 대한 항생제 내성률을 조사한 결과, 축종별, 항생제별로 다소 차이가 있었다. 닭 유래 균주는 nalidixic acid를 제외한 모든 항생제 내성률이 10% 이하로 돼지 및 오리 유래 균주에 비해 낮게 나타났다. 돼지 유래 균주에서는 ampicillin 내성이 82.1%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(71.4%), chloramphenicol(57.1%), tetracycline, streptomycin(53.6%) 순으로 높았다. 오리 유래 균주는 nalidixic acid 내성이 84.4%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(78.1%) trimethoprim/sulfamethoxazole(62.5%) 순으로 높았다. 중요항생제인 제3세대 cephalosporins 내성은 모든 축종에서 5% 이하로 낮았으나 fluoroquinolone계 항생제인 ciprofloxacin 내성은 돼지에서 17.9%, 오리에서 25.0%로 높게 나타났다. Carbapenem계 항생제인 meropenem에 대한 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

항생제 다제 내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 돼지 유래 균주에서는 17.9%, 닭과 오리 유래 균주에서는 약 10.0%로 나타났다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제 내성 균주는 돼지 유래 균주에서는 82.1%, 닭 유래 균주에서 8.5%, 오리 유래 균주에서 59.5%로 돼지와 오리 유래 균주에서 높았다(Table 49～51).

Table 49. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Pigs	2~16	8	8					21.4	3.6	67.9	7.1					
	Chicken	2~16	2	2					90.0	4.3	4.3	1.4					
	Ducks	2~16	2	16					50.0	6.2	18.8	25.0					
Ampicillin	Pigs	2~64	64	64					17.9					82.1			
	Chicken	2~64	2	2					90.0	2.9				7.1			
	Ducks	2~64	2	64					53.1					46.9			
Cefepime	Pigs	0.25~1	0.25	0.25		92.9	3.6	3.6									
	Chicken	0.25~16	0.25	0.25		95.7	1.4					2.9					
	Ducks	0.25~0.5	0.25	0.25		93.8	6.2										
Cefoxitin	Pigs	2~32	2	32					50.0	35.7	3.6		10.7				
	Chicken	2~8	4	8					17.1	70.0	12.9						
	Ducks	1~8	4	8				3.1	25.0	28.1	43.8						
Ceftazidime	Pigs	1~4	1	2				89.3	7.1	3.6							
	Chicken	1~16	1	1				97.1				2.9					
	Ducks	1	1	1				100									
Ceftiofur	Pigs	0.5~8	1	4			3.6	60.7	17.9	14.3	3.6						
	Chicken	0.5~8	1	1			1.4	92.9	2.9		2.9						
	Ducks	0.5~2	1	2			12.5	43.8	43.8								
Chloramphenicol	Pigs	4~64	64	64						3.6	39.3			57.1			
	Chicken	4~8	8	8						40.0	60.0						
	Ducks	4~64	16	64						6.2	34.4	21.9		37.5			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~16	0.125	1	57.1	7.1	17.9	10.7	3.6			3.6					
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.25	40.0	54.3	5.7										
	Ducks	0.12~8	0.5	4	15.6	31.2	28.1	3.1	6.2	6.2	9.4						
Colistin	Pigs	2	2	2					100								
	Chicken	2~8	2	2					95.7	2.9	1.4						
	Ducks	2~8	2	2					93.8		6.2						
Gentamicin	Pigs	1~64	1	32				60.7			7.1	14.3	10.7	7.1			
	Chicken	1~32	1	1				95.7			1.4	1.4	1.4				
	Ducks	1	1	1				100									
Meropenem	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Pigs	4~128	4	128						50.0					50.0		
	Chicken	2~128	128	128					4.3	5.7		1.4		5.7	82.9		
	Ducks	2~128	128	128					3.1	12.5					84.4		
Streptomycin	Pigs	16~128	64	128								46.4		10.7	42.9		
	Chicken	16~128	16	16								94.3		2.9	2.9		
	Ducks	16~128	16	128								71.9	3.1	3.1	21.9		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	512	512								25.0	3.6				71.4
	Chicken	16~512	16	32								67.1	27.1				5.7
	Ducks	16~512	512	512								9.4	12.5				78.1
Tetracycline	Pigs	2~128	64	128					32.1	10.7	3.6			3.6	50.0		
	Chicken	2~128	2	2					95.7						4.3		
	Ducks	2~128	2	128					53.1				18.8	9.4	18.8		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	0.125	4	57.1	10.7				32.1							
	Chicken	0.12~1	0.125	0.125	92.9	2.9	2.9	1.4									
	Ducks	0.12~4	4	4	28.1	9.4				62.5							

* pigs(n=28), chicken(n=70), ducks(n=32)

Table 50. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=28)	Chicken (n=70)	Ducks (n=32)	Total (n=130)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	82.1(23)	7.1(5)	46.9(15)	33.1(43)
Cefepime	0(0)	2.9(2)	0(0)	1.5(2)
Cefoxitin	10.7(3)	0(0)	0(0)	2.3(3)
Ceftazidime	0(0)	2.9(2)	0(0)	1.5(2)
Ceftiofur	3.6(1)	2.9(2)	0(0)	2.3(3)
Chloramphenicol	57.1(16)	0(0)	37.5(12)	21.5(28)
Ciprofloxacin	17.9(5)	0(0)	25.0(8)	10.0(13)
Colistin	0(0)	4.3(3)	6.3(2)	3.8(5)
Gentamicin	32.1(9)	2.9(2)	0(0)	8.5(11)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	50.0(14)	88.6(62)	84.4(27)	79.2(103)
Streptomycin	53.6(15)	5.7(4)	28.1(9)	21.5(28)
Sulfisoxazole	71.4(20)	5.7(4)	78.1(25)	37.7(49)
Tetracycline	53.6(15)	4.3(3)	46.9(15)	25.4(33)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	32.1(9)	0(0)	62.5(20)	22.3(29)

Table 51. 질병 이환 가축에서 분리된 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pigs (n=28)	Chicken (n=70)	Ducks (n=32)	Total (n=130)
No resistance detected	17.9(5)	10.0(7)	9.4(3)	11.5(15)
Resistance 1 CLSI subclass	0(0)	80.0(56)	9.4(3)	45.4(59)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	1.4(1)	21.9(7)	6.2(8)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.1(2)	1.4(1)	12.5(4)	5.4(7)
Resistance 4 CLSI subclasses	35.7(10)	4.3(3)	6.3(2)	11.5(15)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	6.3(2)	1.5(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	28.6(8)	1.4(1)	34.4(11)	15.4(20)
Resistance 7 CLSI subclasses	7.1(2)	1.4(1)	0(0)	2.3(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 9 CLSI subclasses	3.6(1)	0(0)	0(0)	0.8(1)

3. *Pasteurella multocida, Streptococcus suis*

전국 9개 시·도 동물위생시험소 본소, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병에 이환된 돼지 호흡기 병변에서 분리된 *P. multocida* 63균주, *S. suis* 58균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 균종별·항생제별로 내성이 차이가 있었다.

P. multocida 63균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, tetracycline(oxytetracycline 42.9%. chlortetracycline 38.1%) 항생제 내성률이 가장 높았으며 florfenicol을 제외한 모든 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았다.

S. suis 58균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, *P. multocida*에 비해 전반적으로 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 tetracyclines계 항생제 내성률(oxytetracycline 91.4%, chlortetracycline 86.2%)이 가장 높았으며, penicillin(39.7%), trimethoprim/sulfamethoxazole(32.8%), florfenicol(29.3%), enrofloxacin(20.7%) 순으로 내성률이 높았다(Table 52～54).

Table 52. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida* (n=63) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25~16	0.25	0.25		93.7						6.3					
Ceftiofur	0.25	0.25	0.25		100											
Chlortetracycline	0.5~4	1	2			36.5	25.4	33.3	4.8							
Clindamycin	16	16	16								100					
Danofloxacin	0.12~1	0.125	0.5	84.1	1.6	4.8	9.5									
Enrofloxacin	0.12~2	0.125	0.5	85.7	3.2	4.8	3.2	3.2								
Florfenicol	0.25~8	0.5	8		28.6	42.9				28.6						
Gentamicin	1~16	2	4				7.9	50.8	38.1	1.6	1.6					
Neomycin	4~16	4	8						54.0	42.9	3.2					
Oxytetracycline	0.5~8	1	2			36.5	20.6	33.3		9.5						
Penicillin	0.12~8	0.125	0.25	87.3	4.8		1.6			6.3						
Spectinomycin	8~128	16	32							20.6	57.1	17.5		4.8		
Sulfadimethoxine	256~512	512	512												44.4	55.6
Tiamulin	4~32	16	32						1.6	7.9	52.4	38.1				
Tilmicosin	4~16	4	8						81.0	12.7	6.3					
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2	2	2					100								
Tulathromycin	1~4	1	4				76.2	11.1	12.7							
Tylosin	8~32	16	32							6.3	60.3	33.3				

Table 53. 질병 이환 돼지에서 분리된 *S. suis* (n=58) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25~16	0.25	4		77.6	3.4	3.4	3.4	5.2		6.9					
Ceftiofur	0.25~8	0.5	8		48.3	6.9	10.3	5.2	15.5	13.8						
Chlortetracycline	0.5~8	8	8			10.3	3.4	1.7		84.5						
Clindamycin	0.25~16	16	16		5.2			1.7		3.4	89.7					
Danofloxacin	0.25~1	1	1		1.7	1.7	96.6									
Enrofloxacin	0.25~2	1	2		1.7	43.1	34.5	20.7								
Florfenicol	2~8	4	8					34.5	36.2	29.3						
Gentamicin	2~16	16	16					5.2	8.6	31.0	55.2					
Neomycin	4~32	32	32						6.9	1.7	8.6	82.8				
Oxytetracycline	0.5~8	8	8			5.2	3.4	1.7	3.4	86.2						
Penicillin	0.12~8	0.125	8	53.4	1.7	5.2	5.2	6.9	6.9	20.7						
Spectinomycin	8~64	64	64							1.7	3.4	36.2	58.6			
Sulfadimethoxine	256~512	512	512												10.3	89.7
Tiamulin	0.5~32	16	32			5.2	1.7	15.5	22.4	3.4	1.7	50.0				
Tilmicosin	4~64	64	64						1.7		6.9	6.9	84.5			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2~4	2	4					67.2	32.8							
Tulathromycin	8~64	64	64							3.4	3.4	5.2	87.9			
Tylosin	1~32	32	32				6.9	8.6				84.5				

Table 54. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida, S. suis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates	
	P. multocida (n=63)	*S. suis* (n=58)
Ampicillin	6.3(4)	15.5(9)
Ceftiofur	0(0)	13.8(8)
Chlortetracycline	38.1(24)	86.2(50)
Clindamycin	ND*	ND
Danofloxacin	ND	ND
Enrofloxacin	6.3(4)	20.7(12)
Florfenicol	28.6(18)	29.3(17)
Gentamicin	ND	ND
Neomycin	ND	ND
Oxytetracycline	42.9(27)	91.4(53)
Penicillin	7.9(5)	39.7(23)
Spectinomycin	4.8(3)	ND
Sulphadimethoxine	ND	ND
Tiamulin	ND	ND
Tilmicosin	0(0)	ND
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	0(0)	32.8(19)
Tulathromycin	0(0)	ND
Tylosin	ND	ND

* ND, Not determined

Ⅴ. 반려동물 유래 세균의 항생제 내성(2020)

제1장. 대상세균 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

반려동물로부터 지표세균을 분리하기 위해 2020년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 정상 개, 고양이의 분변 시료를 채취하여 대장균과 장구균을 분리하였다.

*E. coli*는 총 49개 병원의 381개 분변 시료(개 271, 고양이 110)로부터 260균주(개 193, 고양이 67)를 분리하였다.

*E. faecium*은 총 44개 병원의 273개 분변 시료(개 190, 고양이 83)로부터 101균주(개 83, 고양이 18)를 분리하였다.

*E. faecalis*는 총 48개 병원의 338개 분변 시료(개 248, 고양이 90)로부터 218균주(개 175, 고양이 43)를 분리하였다 (Table 55).

Table 55. 정상 반려동물의 분변으로부터 분리한 지표 세균

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Faeces	*Escherichia coli*	Dogs	28	271	271	193
		Cats	21	110	110	67
		Total	49	381	381	260
	Enterococcus faecium	Dogs	25	190	190	83
		Cats	19	83	83	18
		Total	44	273	273	101
	Enterococcus faecalis	Dogs	27	248	248	175
		Cats	21	90	90	43
		Total	48	338	338	218

2. 반려동물 병원성세균 분리

2020년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 질병에 이환된 반려동물로부터 시료를 채취하여 병원성세균 총 10종 3,106균주를 분리하였다.

설사 분변에서는 총 4종 566균주를 분리하였다. 균종별로는 *E. coli*는 604시료(개 402, 고양이 202)로부터 429균주(개 317, 고양이 112), *Clostridium* spp.는 총 522시료(개 334, 고양이 188)로부터 134균주(개 102, 고양이 32), *Salmonella* spp.는 총 513시료(개 327, 고양이 186) 중 3균주(개 2, 고양이 1)를 분리하였다. 그러나 *Campylobacter* spp.는 총 612시료(개 426, 고양이 186)에서 분리되지 않았다.

피부 병변에서는 총 4종 1,317균주를 분리하였다. 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 1,783시료(개 1,535, 고양이 248)에서 1,039균주(개 908, 고양이 131), *Pseudomonas* spp.는 총 1,438시료(개 1,219, 고양이 219)에서 152균주(개 135, 고양이 17), *E. coli*는 총 1,395시료(개 1,181, 고양이 214)에서 93균주(개 84, 고양이 9), *Streptococcus* spp.는 총1,371시료(개 1,155, 고양이 216)에서 33균주(개 27, 고양이 6)를 분리하였다.

뇨 시료에서는 총 4종 190균주를 분리하였다. 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 230시료(개 152, 고양이 78)에서 87균주(개 73균주, 고양이 14균주), *E. coli*는 총 200시료(개 120, 고양이 80)에서 62균주(개 36균주, 고양이 26균주), *Proteus* spp.는 총 187시료(개 112, 고양이 75)에서 34균주(개 28균주, 고양이 6균주), *Streptococcus* spp.는 총 178시료(개 103, 고양이 75)에서 7균주(개 5균주, 고양이 2균주)를 분리하였다.

호흡기 병변에서는 총 5종 222균주를 분리하였다. 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 270시료(개 80, 고양이 190)에서 80균주(개 27, 고양이 53), *Enterobacteriaceae*는 총 266시료 (개 78, 고양이 188)에서 총 44균주(개 20, 고양이 24), *Pasteurella* spp.가 총 263시료(개 77, 고양이 186)에서 77균주(개 10, 고양이 67), *Streptococcus* spp.는 총 264시료(개 76, 고양이 188)에서 16균주(개 3, 고양이 13), *Bordetella* spp.는 총 263시료(개 77, 고양이 186)에서 5균주(개 3, 고양이 2)를 분리하였다.

생식기 병변에서는 총 4종 200균주를 분리하였다. 균종별로는 *Staphylococcus* spp.는 총 254시료(개 190, 고양이 64)에서 67균주(개 54, 고양이 13), *E. coli*가 총 263시료(개 200, 고양이 63)에서 95균주(개 65, 고양이 30), *Streptococcus* spp.는 총 250시료(개 188, 고양이 62)에서 개 시료에서 21균주(개 10, 고양이 11), *Klebsiella* spp.는 총 246시료 (개 184, 고양이 62)에서 17균주(개 12, 고양이 5)를 분리하였다(Table 56).

Table 56. 반려동물로부터 분리한 병원성 세균

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Diarrhea	*Campylobacter* spp.	Dogs	28	426	426	0
		Cats	25	186	186	0
		Subtotal	53	612	612	0
	Clostridium spp.	Dogs	32	334	334	102
		Cats	26	188	188	32
		Subtotal	58	522	522	134
	Escherichia coli	Dogs	39	402	402	317
		Cats	30	202	202	112
		Subtotal	69	604	604	429
	Salmonella spp.	Dogs	29	327	327	2
		Cats	25	186	186	1
		Subtotal	54	513	513	3
	Others	Dogs	26	279	279	154
		Cats	18	88	88	51
		Subtotal	44	367	367	205
Skin / Ear	*Escherichia coli*	Dogs	48	1,177	1,181	84
		Cats	30	214	214	9
		Subtotal	78	1,391	1,395	93
	Pseudomonas spp.	Dogs	56	1,215	1,219	135
		Cats	30	219	219	17
		Subtotal	86	1,434	1,438	152
	Staphylococcus spp.	Dogs	57	1,531	1,535	908
		Cats	39	248	248	131
		Subtotal	96	1,779	1,783	1,039
	Streptococcus spp.	Dogs	38	1,151	1,155	27
		Cats	30	216	216	6
		Subtotal	68	1,367	1,371	33
	Others	Dogs	37	699	703	175
		Cats	25	167	167	29
		Subtotal	62	866	870	204

(continued)

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Urine	*Escherichia coli*	Dogs	27	120	120	36
		Cats	17	80	80	26
		Subtotal	44	200	200	62
	Proteus spp.	Dogs	26	112	112	28
		Cats	16	75	75	6
		Subtotal	42	187	187	34
	Staphylococcus spp.	Dogs	28	152	152	73
		Cats	18	78	78	14
		Subtotal	46	230	230	87
	Streptococcus spp.	Dogs	25	103	103	5
		Cats	16	75	75	2
		Subtotal	41	178	178	7
	Others	Dogs	14	95	95	34
		Cats	14	79	79	33
		Subtotal	28	174	174	67
Respiratory system	*Bordetella* spp.	Dogs	20	77	77	3
		Cats	21	186	186	2
		Subtotal	41	263	263	5
	Enterobacteriaceae	Dogs	21	78	78	20
		Cats	23	188	188	24
		Subtotal	44	266	266	44
	Pasteurella spp.	Dogs	20	77	77	10
		Cats	21	186	186	67
		Subtotal	41	263	263	77
	Staphylococcus spp.	Dogs	22	80	80	27
		Cats	23	190	190	53
		Subtotal	45	270	270	80
	Streptococcus spp.	Dogs	19	76	76	3
		Cats	22	188	188	13
		Subtotal	41	264	264	16
	Others	Dogs	11	59	59	32
		Cats	16	171	171	46
		Subtotal	27	230	230	78

(continued)

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Genital organ	*Escherichia coli*	Dogs	28	200	200	65
		Cats	13	63	63	30
		Subtotal	41	263	263	95
	Klebsiella spp.	Dogs	22	184	184	12
		Cats	13	62	62	5
		Subtotal	35	246	246	17
	Staphylococcus spp.	Dogs	26	190	190	54
		Cats	14	64	64	13
		Subtotal	40	254	254	67
	Streptococcus spp.	Dogs	24	188	188	10
		Cats	13	62	62	11
		Subtotal	37	250	250	21
	Others	Dogs	17	111	111	47
		Cats	10	59	59	10
		Subtotal	27	170	170	57

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

반려동물 정상 분변으로부터 분리한 *E. coli* 260균주(개 193, 고양이 67)에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 항생제 내성 양상은 유사하였으나 일부 내성률은 개 유래 균주가 고양이 유래 균주보다 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 대체로 ampicillin, cephalexin, doxycycline, tetracycline 항생제 MICs가 높게 나타났다.
개와 고양이 유래 균주의 MIC_{50}은 각각 ampicillin 8(㎍/㎖)과 4(㎍/㎖), cefovecin은 1(㎍/㎖)과 0.5(㎍/㎖), doxycycline 2(㎍/㎖)과 1(㎍/㎖)로 개 유래 균주에서 다소 높게 나타났다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 항생제 내성 양상은 유사하였으며 두 시료 모두 ampicillin과 cephalexin 항생제 내성률이 가장 높게 나타났다. 개 유래 균주에서는 cephalexin의 내성률이 80.3%로 가장 높았으며 ampicillin(43.0%), tetracycline(29.5%) 순으로 내성률이 높았다. 그 외 cephalosporins, tetracyclines, fluoroquinolones계 항생제 내성률은 10-20% 수준으로 나타났다. 개 유래 균주에서 amikacin, colistin 내성은 검출되지 않았으나, imipenem에 대한 내성은 1균주(0.5%) 검출되었다. 고양이 유래 균주의 항생제 내성은 대체로 개에 비해 낮게 나타났다. 항생제별로는 고양이 유래 균주에서도 cephalexin에 대한 내성이 56.7%로 가장 높았으며 ampicillin(25.4%), tetracycline(17.9%), doxycycline(16.4%), cefazolin, orbifloxacin(11.9%), enrofloxacin, marbofloxacin, paradofloxacin(10.4%) 순으로 내성률이 높았다. 그 외 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았으며 amikacin, amoxicillin/clavulanic acid, colistin, imipenem, piperacillin/tazobactam 내성은 검출되지 않았다.

검사균주에 대한 항생제 다제내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개 유래 대장균의 10.4%, 고양이 유래 대장균의 40.3%에서 나타났다. 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 대장균의 36.3%, 고양이 유래 대장균에서 18.0%로 개 유래 대장균에서 다제내성균의 비율이 높게 관찰되었다(Table 57-59).

Table 57. 반려동물 정상 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
Amikacin	Dogs	4~8	4	4						99.5	0.5					
	Cats	4	4	4						100						
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	1~64	4	16				2.1	7.3	42.0	37.8	4.1	5.7	1.0		
	Cats	1~16	4	8				1.5	20.9	52.2	22.4	3.0				
Ampicillin	Dogs	0.5~64	8	64			0.5	1.0	21.2	24.9	8.8	0.5	1.6	41.5		
	Cats	1~64	4	64				3.0	43.3	25.4	3.0			25.4		
Cefazolin	Dogs	1~32	2	32				16.1	56.0	9.8	2.6	0.5	15.0			
	Cats	1~32	2	8				44.8	34.3	9.0	3.0		9.0			
Cefovecin	Dogs	0.25~8	1	8		1.6	25.9	48.7	8.8	1.0	14.0					
	Cats	0.25~8	0.5	2		4.5	58.2	26.9	1.5		9.0					
Cefpodoxime	Dogs	1~8	1	8				85.5			14.5					
	Cats	1~8	1	4				89.6		1.5	9.0					
Ceftazidime	Dogs	4~16	4	4						93.3	1.0	5.7				
	Cats	4~16	4	4						95.5	1.5	3.0				
Cephalexin	Dogs	1~32	8	32				0.5	0.5	18.7	56.0	9.3	15.0			
	Cats	4~32	8	32						43.3	46.3		10.4			
Chloramphenicol	Dogs	4~32	8	32						23.3	61.1	2.1	13.5			
	Cats	4~32	8	8						38.8	56.7	1.5	3.0			
Colistin	Dogs	1	1	1				100								
	Cats	1	1	1				100								
Doxycycline	Dogs	0.5~16	2	16			2.6	21.2	44.0	3.6	9.8	18.7				
	Cats	0.5~16	1	16			4.5	47.8	28.4	1.5	1.5	16.4				
Enrofloxacin	Dogs	0.12~4	0.125	4	61.7	8.8	6.7	5.2	1.6	16.1						
	Cats	0.12~4	0.125	4	77.6	6.0	4.5	1.5		10.4						
Gentamicin	Dogs	0.25~16	0.5	8		1.6	64.8	20.7	1.6	1.0	0.5	9.8				
	Cats	0.5~16	0.5	1			74.6	17.9				7.5				
Imipenem	Dogs	1~8	1	1				99.5			0.5					
	Cats	1	1	1				100								
Marbofloxacin	Dogs	0.12~4	0.125	4	60.6	8.3	8.3	5.2	1.6	16.1						
	Cats	0.12~4	0.125	4	76.1	3.0	9.0	1.5		10.4						
Orbifloxacin	Dogs	1~8	1	8				70.5	6.7	6.2	16.6					
	Cats	1~8	1	8				86.6	1.5		11.9					
Piperacillin /Tazobactam	Dogs	8~128	8	8							97.4		1.0	0.5	1.0	
	Cats	8	8	8							100					
Pradofloxacin	Dogs	0.25~2	0.25	2		79.3	4.7	1.0	15.0							
	Cats	0.25~2	0.25	2		88.1	1.5		10.4							
Tetracycline	Dogs	4~16	4	16						69.9	0.5	29.5				
	Cats	4~16	4	16						82.1		17.9				
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Dogs	0.5~4	0.5	4			78.2	2.1	1.0	18.7						
	Cats	0.5~4	0.5	0.5			92.5			7.5						

* dogs(n=193), cats(n=67)

Table 58. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=193)	Cats (n=67)	Total (n=260)
Amikacin	0(0)	0(0)	0(0)
Amoxicillin / Clavulanic acid	6.7(13)	0(0)	5.0(13)
Ampicillin	43.0(83)	25.4(17)	38.5(100)
Cefazolin	18.1(35)	11.9(8)	16.5(43)
Cefovecin	14.0(27)	9.0(6)	12.7(33)
Cefpodoxime	14.5(28)	9.0(6)	13.1(34)
Ceftazidime	5.7(11)	3.0(2)	5.0(13)
Cephalexin	80.3(155)	56.7(38)	74.2(193)
Chloramphenicol	13.5(26)	3.0(2)	10.8(28)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)
Doxycycline	18.7(36)	16.4(11)	18.1(47)
Enrofloxacin	16.1(31)	10.4(7)	14.6(38)
Gentamicin	9.8(19)	7.5(5)	9.2(24)
Imipenem	0.5(1)	0(0)	0.4(1)
Marbofloxacin	16.1(31)	10.4(7)	14.6(38)
Orbifloxacin	16.6(32)	11.9(8)	15.4(40)
Piperacillin / Tazobactam	1.0(2)	0(0)	0.8(2)
Paradofloxacin	15.0(29)	10.4(7)	13.8(36)
Tetracycline	29.5(57)	17.9(12)	26.5(69)
Trimethoprim / Sulphamethoxazole	18.7(36)	7.5(5)	15.8(41)

Table 59. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Dogs (n=193)	Cats (n=67)	Total (n=260)
No resistance detected	10.4(20)	40.3(27)	18.1(47)
Resistance 1 CLSI subclass	34.7(67)	29.9(20)	33.5(87)
Resistance 2 CLSI subclasses	18.7(36)	11.9(8)	16.9(44)
Resistance 3 CLSI subclasses	12.4(24)	6.0(4)	10.8(28)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.8(17)	3.0(2)	7.3(19)
Resistance 5 CLSI subclasses	8.3(16)	1.5(1)	6.5(17)
Resistance 6 CLSI subclasses	3.1(6)	4.5(3)	3.5(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.6(3)	3.0(2)	1.9(5)
Resistance 8 CLSI subclasses	1.6(3)	0(0)	1.2(3)
Resistance 9 CLSI subclasses	0.5(1)	0(0)	0.4(1)

2. *Enterococcus faecium / faecalis*

반려동물 정상 분변에서 분리한 *E. faecium* 101균주(개 83, 고양이 18)와 *E. faecalis* 218균주(개 175, 고양이 43)를 대상으로 총 16종의 항생제에 대해 감수성 검사를 실시하였다. 고양이 분변에서 분리한 *E. faecium* 균주는 20균주 이하로 내성률 결과에는 제외하였다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 개와 고양이 유래 *E. faecalis*에서 두 동물간 차이는 확인되지 않았다.

개에서 분리한 *E. faecium*에 대한 항생제 내성은 ciprofloxacin이 42.2%로 가장 높았으며 tetracycline(32.5%), erythromycin(28.9%), tigecycline(20.5%) 순으로 높았다. 그 외 항생제는 10% 이하로 낮았으며, phenicols계 항생제(chloramphenicol, florfenicol), linezolid, vancomycin 내성은 확인되지 않았다. 개와 고양이 분변에서 분리한 *E. faecalis*에 대한 항생제 내성은 일부 항생제를 제외하고 고양이에서 다소 높게 나타났다. 동물별로는 개 유래 균주에서는 tetracycline 내성이 62.9%로 가장 높았으며 erythromycin, tylosin(40.6%), kanamycin(31.4%) 순으로 높았다. 그 외 chloramphenicol, gentamicin, streptomycin, tigecycline 항생제 내성률은 약 10-20% 수준이었다. 고양이 분변에서 분리한 *E. faecalis*도 tetracycline 내성이 79.1%로 가장 높았으며 erythromycin, tylosin(44.2%), kanamycin(37.2%), chloarmphenicol (27.9%), gentamicin(25.6%), streptomycin(18.6%) 순으로 높았다. 개 및 고양이 유래 *E. faecalis* 균주 모두 ampicillin, daptomycin, linezolid, vancomycin 내성을 확인되지 않았다.

반려동물 분변에서 분리된 *E. faecium / faecalis*에 대한 항생제 내성 양상을 조사한 결과, 개에서 분리한 *E. faecium*는 27.7%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사 항생제 중 7개의 subclass 중 3계열 이상의 subclasses에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 14.4%로 나타났다. 개와 고양이에서 분리한 *E. faecalis*는 개 유래 균주의 29.1%, 고양이 유래 균주의 18.6%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 다제 내성 균주는 개 유래 균주에서 36.0%, 고양이에서 분리한 균주에서 41.8%로 나타났다(Table 60~63).

Table 60. 개 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 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	1024	≥2048
Ampicillin	1~16	1	2				88.0	6.0	1.2		4.8							
Chloramphenicol	4~16	4	8						61.4	37.3	1.2							
Ciprofloxacin	0.25~16	2	8		2.4	16.9	24.1	14.5	19.3	15.7	7.2							
Daptomycin	2~8	4	4					15.7	81.9	2.4								
Erythromycin	1~64	4	8				13.3	25.3	32.5	20.5			8.4					
Florfenicol	2~4	2	4					66.3	33.7									
Gentamicin	128~2048	128	128											96.4	1.2			2.4
Kanamycin	128~2048	128	256											72.3	20.5		1.2	6.0
Linezolid	1~4	2	2				9.6	86.7	3.6									
Quinupristin / Dalfopristin	1~4	2	2				30.1	67.5	2.4									
Salinomycin	2	2	2					100										
Streptomycin	128~2048	128	128											92.8	1.2		1.2	4.8
Tetracycline	2~128	2	128					67.5				1.2	18.1	13.3				
Tigecycline	0.12~0.5	0.25	0.5	36.1	43.4	20.5												
Tylosin	1~64	4	8				7.2	25.3	48.2	12.0			7.2					
Vancomycin	2~4	2	2					98.8	1.2									

* dogs(n=83)

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	1~4	1	1				99.4		0.6									
	Cats	1~2	1	1				97.7	2.3										
Chloramphenicol	Dogs	4~32	8	32						46.9	38.9		14.3						
	Cats	4~32	8	32						34.9	34.9	2.3	27.9						
Ciprofloxacin	Dogs	0.5~16	1	2			15.4	49.1	32.0			3.4							
	Cats	0.5~16	1	2			4.7	58.1	30.2	2.3		4.7							
Daptomycin	Dogs	0.5~4	1	2			6.9	54.9	30.9	7.4									
	Cats	0.5~4	2	2			2.3	25.6	62.8	9.3									
Erythromycin	Dogs	1~64	2	64				35.4	23.4	0.6	0.6		1.1	38.9					
	Cats	1~64	2	64				27.9	27.9					44.2					
Florfenicol	Dogs	2~32	2	4					72.6	24.0		0.6	2.9						
	Cats	2~32	2	4					83.7	11.6			4.7						
Gentamicin	Dogs	128~2048	128	2048											78.9	1.1	1.1	2.9	16.0
	Cats	128~2048	128	2048											74.4			4.7	20.9
Kanamycin	Dogs	128~2048	128	2048											62.9	5.1	0.6		31.4
	Cats	128~2048	128	2048											53.5	9.3			37.2
Linezolid	Dogs	0.5~4	1	2			1.1	65.7	30.3	2.9									
	Cats	1~4	1	2				65.1	32.6	2.3									
Salinomycin	Dogs	2~4	2	2					99.4	0.6									
	Cats	2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128~2048	128	2048											80.6				19.4
	Cats	128~2048	128	2048											81.4				18.6
Tetracycline	Dogs	2~128	32	128					36.6	0.6		2.3	13.7	30.3	16.6				
	Cats	2~128	64	128					20.9				23.3	44.2	11.6				
Tigecycline	Dogs	0.12~0.5	0.25	0.5	30.9	52.6	16.6												
	Cats	0.12~0.5	0.25	0.25	39.5	51.2	9.3												
Tylosin	Dogs	1~64	2	64				14.3	42.3	2.9				40.6					
	Cats	1~64	4	64				14.0	32.6	7.0		2.3		44.2					
Vancomycin	Dogs	2~4	2	2					98.9	1.1									
	Cats	2	2	2					100										

* dogs(n=175), cats(n=43)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	E. faecium	*E. faecalis*		
	Dogs (n=83)	Dogs (n=175)	Cats (n=43)	Subtotal (n=218)
Ampicillin	4.8(4)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	0(0)	14.3(25)	27.9(12)	17.0(37)
Ciprofloxacin	42.2(35)	3.4(6)	7.0(3)	4.1(9)
Daptomycin	2.4(2)	0(0)	0(0)	0(0)
Erythromycin	28.9(24)	40.6(71)	44.2(19)	41.3(90)
Florfenicol	0(0)	3.4(6)	4.7(2)	3.7(8)
Gentamicin	2.4(2)	18.9(33)	25.6(11)	20.2(44)
Kanamycin	7.2(6)	31.4(55)	37.2(16)	32.6(71)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Quinupristin/Dalfopristin	2.4(2)	ND*	ND	ND
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	6.0(5)	19.4(34)	18.6(8)	19.3(42)
Tetracycline	32.5(27)	62.9(110)	79.1(34)	66.1(144)
Tigecycline	20.5(17)	16.6(29)	9.3(4)	15.1(33)
Tylosin	7.2(6)	40.6(71)	44.2(19)	41.3(90)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	E. faecium	*E. faecalis*		
	Dogs (n=83)	Dogs (n=175)	Cats (n=43)	Subtotal (n=218)
No resistance detected	27.7(23)	29.1(51)	18.6(8)	27.1(59)
Resistance 1 CLSI subclass	31.3(26)	22.9(40)	25.6(11)	23.4(51)
Resistance 2 CLSI subclasses	26.5(22)	12.0(21)	14.0(6)	12.4(27)
Resistance 3 CLSI subclasses	6.0(5)	21.1(37)	18.6(8)	20.6(45)
Resistance 4 CLSI subclasses	3.6(3)	10.9(19)	20.9(9)	12.8(28)
Resistance 5 CLSI subclasses	4.8(4)	3.4(6)	2.3(1)	3.2(7)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0.6(1)	0(0)	0.5(1)

제3장. 반려동물 병원성세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

질병에 이환된 반려동물 임상시료에서 분리한 대장균 총 491균주(개: 설사분변 317, 뇨 36; 고양이: 설사분변 112, 뇨 26)의 항생제 내성을 조사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 뇨 유래 균주의 ampicillin(64㎍/㎖) 항생제의 결과값이 다른 시료, 축종 유래 균주의 결과값 2~4(㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다.

개 및 고양이에서 분리한 *E. coli*에 대한 항생제 내성 조사 결과, 개 유래 대장균에서 내성률이 고양이에 비해 다소 높았으나 시료별 내성 양상은 유사하였다. 개 시료별 내성 양상은 설사 분변 유래 균주에 비해 뇨 시료 유래 균주에서 높게 나타났다. 개 설사 분변 유래 균주는 cephalexin 내성률이 81.1%로 가장 높았으며, ampicillin(43.2%), tetracycline(29.0%), trimethoprim/sulphamethoxazole(22.7%)순으로 내성이 높았다. 그 외 항생제 내성률은 20% 이하로 낮게 나타났다. 개 뇨 시료에서 분리한 균주는 ampicillin 내성이 52.8%로 가장 높았으며 cephalosproins계, fluoroquinolones계, tetracycline, trimethoprim/sulphamethoxazole 항생제 내성률은 30% 이상으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용하는 항생제인 colistin 내성은 개 설사 분변에서, imipenem 내성은 개 뇨 시료에서 각각 1균주씩 검출되었다. 고양이 설사 분변과 뇨 시료 유래 대장균 항생제 내성 조사 결과, 시료별로 항생제 내성 차이가 있었다. 고양이 설사 분변 유래 균주에서는 cephalexin 내성률이 64.3%로 가장 높았으며 ampicillin(25.9%), tetracycline(20.5%) 순으로 내성이 높았다. 그 외 항생제 내성은 20% 이하로 낮았다. 고양이 뇨 시료 유래 균주는 대체로 항생제 내성률이 낮았으며 ampicillin(26.9%)을 제외한 모든 항생제 내성률은 20% 이하로 나타났다. 인체 중요 항생제인 colistin과 imipenem 내성은 고양이 시료에서는 검출되지 않았다.

개 및 고양이 임상시료에서 분리한 대장균에 대한 항생제 내성양상을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개 설사분변 유래 균주 11.4%, 개 뇨 유래 균주 41.7%, 고양이 설사 분변 유래 균주 33.0%, 고양이 뇨 유래 균주 73.1%로 나타났다. 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 설사 분변 유래 균주의 38.5%, 개 뇨 유래 균주의 50.2%, 고양이 설사분변 유래 균주의 26.0%, 고양이 뇨 유래 균주의 19.1%로 대체로 개 시료에서 높게 나타났다(Table 64~67).

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

Antimicrobials	Samples*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)											
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amikacin	Diarrhea	4~64	4	4						98.4	0.6			0.9		
	Urine	4~64	4	4						97.2				2.8		
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Diarrhea	1~32	8	8				0.3	6.3	43.2	41.3	5.0	3.8			
	Urine	2~32	8	32					2.8	44.4	30.6	2.8	19.4			
Ampicillin	Diarrhea	1~64	4	64				0.3	15.8	35.0	5.0	0.6	0.3	42.9		
	Urine	2~64	64	64					27.8	16.7	2.8			52.8		
Cefazolin	Diarrhea	1~32	2	32				10.7	54.6	14.8	1.9	0.3	17.7			
	Urine	1~32	2	32				22.2	36.1	2.8			38.9			
Cefovecin	Diarrhea	0.25~8	1	8		1.9	27.4	46.4	6.0	0.6	17.7					
	Urine	0.25~8	1	8		2.8	38.9	11.1	8.3		38.9					
Cefpodoxime	Diarrhea	1~8	1	8				80.8	0.9	0.6	17.7					
	Urine	1~8	1	8				61.1			38.9					
Ceftazidime	Diarrhea	4~16	4	8						89.0	4.1	6.9				
	Urine	4~16	4	16						63.9	2.8	33.3				
Cephalexin	Diarrhea	2~32	8	32					0.3	18.6	54.3	8.8	18.0			
	Urine	4~32	8	32						27.8	33.3		38.9			
Chloramphenicol	Diarrhea	2~32	8	32					0.6	24.3	59.3	4.1	11.7			
	Urine	4~32	8	32						30.6	55.6		13.9			
Colistin	Diarrhea	1~8	1	1				99.7			0.3					
	Urine	1	1	1				100								
Doxycycline	Diarrhea	0.5~16	2	16			3.8	22.1	39.7	6.6	9.1	18.6				
	Urine	1~16	2	16				33.3	27.8	5.6	5.6	27.8				
Enrofloxacin	Diarrhea	0.12~4	0.125	4	65.6	7.6	7.6	4.1	1.3	13.9						
	Urine	0.12~4	0.125	4	52.8	5.6	2.8	2.8	2.8	33.3						
Gentamicin	Diarrhea	0.25~16	0.5	16		1.9	59.3	27.1	0.6		0.6	10.4				
	Urine	0.5~16	0.5	16			52.8	22.2	5.6		2.8	16.7				
Imipenem	Diarrhea	1	1	1				100								
	Urine	1~8	1	1				97.2			2.8					
Marbofloxacin	Diarrhea	0.12~4	0.125	4	65.9	4.7	10.7	4.4	0.9	13.2						
	Urine	0.12~4	0.125	4	52.8	2.8	5.6	8.3		30.6						
Orbifloxacin	Diarrhea	1~8	1	8				74.1	7.3	3.8	14.8					
	Urine	1~8	1	8				58.3	2.8	2.8	36.1					
Piperacillin /Tazobactam	Diarrhea	8~32	8	8							98.1	1.3	0.6			
	Urine	8~128	8	8							91.7	5.6			2.8	
Pradofloxacin	Diarrhea	0.25~2	0.25	2		82.6	2.5	1.3	13.6							
	Urine	0.25~2	0.25	2		63.9	2.8	2.8	30.6							
Tetracycline	Diarrhea	4~16	4	16						70.3	0.6	29.0				
	Urine	4~16	4	16						61.1		38.9				
Trimethoprim /Sulfamethoxazole	Diarrhea	0.5~4	0.5	4			76.0	1.3		22.7						
	Urine	0.5~4	0.5	4			58.3		2.8	38.9						

* dog diarrhea(n=317), dog urine(n=36)

Table 65. 질병이환 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Samples*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)											
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	≥256
Amikacin	Diarrhea	4~64	4	4						99.1				0.9		
	Urine	4	4	4						100						
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Diarrhea	1~32	4	8				0.9	7.1	66.1	19.6	0.9	5.4			
	Urine	2~32	4	16					23.1	53.8	11.5	7.7	3.8			
Ampicillin	Diarrhea	1~64	4	64				0.9	38.4	34.8				25.9		
	Urine	2~64	2	64					69.2	3.8				26.9		
Cefazolin	Diarrhea	1~32	2	32				33.9	49.1	4.5	0.9		11.6			
	Urine	1~32	1	32				57.7	23.1	3.8			15.4			
Cefovecin	Diarrhea	0.25~8	1	8		2.7	42.9	39.3	3.6		11.6					
	Urine	0.25~8	0.5	8		11.5	57.7	15.4			15.4					
Cefpodoxime	Diarrhea	1~8	1	8				88.4			11.6					
	Urine	1~8	1	8				84.6			15.4					
Ceftazidime	Diarrhea	4~16	4	4						92.9	3.6	3.6				
	Urine	4~16	4	16						88.5		11.5				
Cephalexin	Diarrhea	4~32	8	32						35.7	50.0	2.7	11.6			
	Urine	4~32	4	32						61.5	23.1		15.4			
Chloramphenicol	Diarrhea	2~32	8	32					1.8	33.9	46.4	0.9	17.0			
	Urine	4~32	8	8						46.2	50.0		3.8			
Colistin	Diarrhea	1	1	1				100								
	Urine	1	1	1				100								
Doxycycline	Diarrhea	0.5~16	1	16			4.5	45.5	27.7	1.8	8	12.5				
	Urine	0.5~16	1	8			7.7	50.0	26.9		7.7	7.7				
Enrofloxacin	Diarrhea	0.12~4	0.125	4	75.0	5.4	3.6	5.4		10.7						
	Urine	0.12~4	0.125	4	80.8		7.7			11.5						
Gentamicin	Diarrhea	0.25~16	0.5	8		1.8	56.2	30.4			1.8	9.8				
	Urine	0.25~16	0.5	1		7.7	61.5	26.9				3.8				
Imipenem	Diarrhea	1	1	1				100								
	Urine	1	1	1				100								
Marbofloxacin	Diarrhea	0.12~4	0.125	2	74.1	3.6	7.1	4.5	0.9	9.8						
	Urine	0.12~4	0.125	4	80.8	3.8	3.8			11.5						
Orbifloxacin	Diarrhea	1~8	1	8				81.2	3.6	1.8	13.4					
	Urine	1~8	1	8				80.8		7.7	11.5					
Piperacillin /Tazobactam	Diarrhea	8	8	8							100					
	Urine	8~16	8	8							96.2	3.8				
Pradofloxacin	Diarrhea	0.25~2	0.25	2		86.6	0.9	1.8	10.7							
	Urine	0.25~2	0.25	2		84.6	3.8		11.5							
Tetracycline	Diarrhea	4~16	4	16						79.5		20.5				
	Urine	4~16	4	16						84.6	3.8	11.5				
Trimethoprim /Sulfamethoxazole	Diarrhea	0.5~4	0.5	4			84.8			15.2						
	Urine	0.5~4	0.5	4			84.6			15.4						

* cat diarrhea(n=112), cat urine(n=26)

Table 66. 질병이환 개와 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Dogs		Cats	
	Diarrhea (n=317)	Urine (n=36)	Diarrhea (n=112)	Urine (n=26)
Amikacin	0.9(3)	2.8(1)	0.9(1)	0(0)
Amoxicillin / Clavulanic acid	3.8(12)	22.2(8)	5.4(6)	11.5(3)
Ampicillin	43.2(137)	52.8(19)	25.9(29)	26.9(7)
Cefazolin	19.9(63)	38.9(14)	12.5(14)	15.4(4)
Cefovecin	17.7(56)	38.9(14)	11.6(13)	15.4(4)
Cefpodoxime	17.7(56)	38.9(14)	11.6(13)	15.4(4)
Ceftazidime	6.9(22)	33.3(12)	3.6(4)	11.5(3)
Cephalexin	81.1(257)	38.9(14)	64.3(72)	15.4(4)
Chloramphenicol	11.7(37)	13.9(5)	17.0(19)	3.8(1)
Colistin	0.3(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Doxycycline	18.6(59)	27.8(10)	12.5(14)	7.7(2)
Enrofloxacin	13.9(44)	33.3(12)	10.7(12)	11.5(3)
Gentamicin	10.4(33)	19.4(7)	9.8(11)	3.8(1)
Imipenem	0(0)	2.8(1)	0(0)	0(0)
Marbofloxacin	13.2(42)	30.6(11)	9.8(11)	11.5(3)
Orbifloxacin	14.8(47)	36.1(13)	13.4(15)	11.5(3)
Piperacillin / Tazobactam	0(0)	2.8(1)	0(0)	0(0)
Paradofloxacin	13.6(43)	30.6(11)	10.7(12)	11.5(3)
Tetracycline	29.0(92)	38.9(14)	20.5(23)	11.5(3)
Trimethoprim / Sulphamethoxazole	22.7(72)	38.9(14)	15.2(17)	15.4(4)

Table 67. 질병이환 개와 고양이에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Dogs		Cats	
	Diarrhea (n=317)	Urine (n=36)	Diarrhea (n=112)	Urine (n=26)
No resistance detected	11.4(36)	41.7(15)	33.0(37)	73.1(19)
Resistance 1 CLSI subclass	36.3(115)	2.8(1)	40.2(45)	7.7(2)
Resistance 2 CLSI subclasses	13.9(44)	5.6(2)	0.9(1)	0(0)
Resistance 3 CLSI subclasses	12.9(41)	2.8(1)	4.5(5)	0(0)
Resistance 4 CLSI subclasses	9.5(30)	13.9(5)	2.7(3)	3.8(1)
Resistance 5 CLSI subclasses	6.0(19)	5.6(2)	3.6(4)	7.7(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.3(23)	13.9(5)	9.8(11)	3.8(1)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.9(6)	2.8(1)	2.7(3)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.3(1)	5.6(2)	2.7(3)	3.8(1)
Resistance 9 CLSI subclasses	0.6(2)	5.6(2)	0(0)	0(0)

2. *Staphylococcus* spp.

질병에 이환된 반려동물 임상시료로부터 분리한 *Staphylococcus* spp. 3종 887균주(개: *S. pseudintermedius* 546, *S. schleiferi* 279; 고양이: *S. felis* 62)를 분리하여 총 23종의 항생제에 대한 감수성 검사를 실시하였다. *Staphylococcus* spp. 균종별 MICs 분포도를 조사한 결과, 전반적으로 *S. pseudintermedius*의 MICs가 높게 나타났다. 항생제별로 MIC_{50}을 *S. pseudintermedius*와 다른 두 균종(S. schleiferi, S. felis)과 비교한 결과, clindamycin은 4(㎍/㎖)와 0.5(㎍/㎖), chloramphenicol 32(㎍/㎖)와 8(㎍/㎖), erythromycin은 8(㎍/㎖)와 0.25(㎍/㎖), enrofloxacin은 1(㎍/㎖)와 0.25-0.5(㎍/㎖)로 *S. pseudintermedius*에서 높게 나타났다.

항생제 내성률은 균종별로 차이가 있었으며 *S. pseudintermedius* 와 *S. schleiferi*에 비해 *S. felis*에서 모든 항생제 내성률이 낮았다. 균종별 항생제 내성률을 비교한 결과, *S. pseudintermedius*에서는 penicillin(80.2%), doxycycline, tetracycline(79.9%), minocycline(74.0%) 내성이 70% 이상으로 높게 나타났다. *S. schleiferi*은 모든 항생제 내성률이 50% 이하였으며 oxacillin(43.4%), penicillin(40.9%), cefovecin(40.1%), marbofloxacin(39.4%), enrofloxacin(38.7%), ampicillin (33.0%) 항생제 내성이 30% 이상으로 다른 항생제에 비해 비교적 높았다. *S. felis*는 penicillin(21.0%)을 제외한 모든 항생제 내성률이 10%로 낮았다. Amikacin, cephalothin, rifampin vancomycin 내성은 3개 균종 모두에서 검출되지 않거나 낮았다(5% 이하).

질병에 이환된 개와 고양이 피부에서 분리된 *Staphylococcus* spp.균주의 내성 양상을 조사한 결과, *S. pseudintermedius*의 4.4%, *S. schleiferi*의 36.2%, *S. felis*의 69.4%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 *S. pseudintermedius*에서 80.1%, *S. schleiferi*에서 41.3%, *S. felis*에서 6.4%로 *S. pseudintermedius*에서 높게 나타났다 (Table 68~72).

Table 68. 개 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus pseudintermedius* (n=546) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)											
				≤0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	≥128
Amikacin	8~32	8	8								99.8		0.2		
Amoxicillin / Clavulanic acid	0.25~8	0.25	2			70.5	11.0	6.8	5.3	3.1	3.3				
Ampicillin	0.25~8	0.25	8			63.0	3.3	1.5	2.6	4.4	25.3				
Cefazolin	2~8	2	2						92.5	2.6	4.9				
Cefovecin	0.12~8	0.25	8		8.6	55.5	1.5	3.5	4.8	4.8	21.4				
Cefpodoxime	2~8	2	8						76.2	5.7	18.1				
Cephalothin	2~8	2	2						94.5	1.6	3.8				
Chloramphenicol	8~32	32	32								47.3	0.2	52.6		
Clindamycin	0.5~4	4	4				37.2	0.4	0.7	61.7					
Doxycycline	0.12~0.5	0.5	0.5		19.8	0.4	79.9								
Enrofloxacin	0.25~4	1	4			27.5	7.1	34.6	2.7	28.0					
Erythromycin	0.25~8	8	8			31.5	4.0			0.2	64.3				
Gentamicin	4~16	4	16							59.5	25.1	15.4			
Marbofloxacin	1~4	1	4					69.8	0.5	29.7					
Minocycline	0.5~2	2	2				15.8	10.3	74.0						
Nitrofurantoin	16~64	16	16									99.8		0.2	
Oxacillin	0.25~2	0.25	2			65.2	6.0	8.1	20.7						
Penicillin	0.06~8	0.5	8	14.1	5.7	17.6	18.1	7.7	3.1	2.0	31.7				
Pradofloxacin	0.25~2	0.25	2			70.0	3.7	1.8	24.5						
Rifampin	1~4	1	1					99.6		0.4					
Tetracycline	0.25~1	1	1			20.0	0.2	79.9							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	2~4	4	4						48.0	52.0					
Vancomycin	1~2	1	1					99.8	0.2						

Table 69. 개 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus schleiferi* (n=279) 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
Amikacin	8	8	8								100				
Amoxicillin / Clavulanic acid	0.25~8	0.25	1			62.4	22.9	8.2	3.6	1.8	1.1				
Ampicillin	0.25~8	0.25	4			67.0	10.8	5.0	4.7	4.7	7.9				
Cefazolin	2~8	2	2						96.4	1.8	1.8				
Cefovecin	0.06~8	0.5	8	0.7	2.2	32.6	20.8	3.6	6.1	9.7	24.4				
Cefpodoxime	2~8	2	8						65.6	9.3	25.1				
Cephalothin	2~8	2	2						98.6	0.7	0.7				
Chloramphenicol	8~32	8	8								98.2		1.8		
Clindamycin	0.5~4	0.5	0.5				95.7	1.1		3.2					
Doxycycline	0.12~0.5	0.125	0.125		96.8		3.2								
Enrofloxacin	0.25~4	0.5	4			48	5.7	5.4	2.2	38.7					
Erythromycin	0.25~8	0.25	0.25			96.4	0.4		0.4		2.9				
Gentamicin	4~16	4	4							96.1	2.5	1.4			
Marbofloxacin	1~4	1	4					59.5	1.1	39.4					
Minocycline	0.5~2	0.5	2				59.5	30.1	10.4						
Nitrofurantoin	16~64	16	16									99.6		0.4	
Oxacillin	0.25~2	0.25	2			56.6	8.2	13.6	21.5						
Penicillin	0.06~8	0.064	8	55.2	3.9	7.9	6.5	4.7	2.5	4.3	15.1				
Pradofloxacin	0.25~2	0.25	2			60.2	21.1	5.7	12.9						
Rifampin	1	1	1					100							
Tetracycline	0.25~1	0.25	0.25			96.8	0.4	2.9							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	2~4	2	2						98.2	1.8					
Vancomycin	1~2	1	1					99.3	0.7						

Table 70. 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus felis* (n=62) 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
Amikacin	8	8	8								100				
Amoxicillin / Clavulanic acid	0.25	0.25	0.25			100									
Ampicillin	0.25	0.25	0.25			100									
Cefazolin	2	2	2						100						
Cefovecin	0.12~4	0.25	0.25		19.4	71.0	3.2	3.2	1.6	1.6					
Cefpodoxime	2~8	2	2						95.2	3.2	1.6				
Cephalothin	2	2	2						100						
Chloramphenicol	8~32	8	8								93.5		6.5		
Clindamycin	0.5~4	0.5	0.5				90.3	1.6		8.1					
Doxycycline	0.12~0.5	0.125	0.125		96.8		3.2								
Enrofloxacin	0.25~4	0.25	0.5			87.1	6.5	4.8		1.6					
Erythromycin	0.25~8	0.25	0.5			56.5	35.5				8.1				
Gentamicin	4	4	4							100					
Marbofloxacin	1~4	1	1					98.4		1.6					
Minocycline	0.5~2	0.5	1				69.4	24.2	6.5						
Nitrofurantoin	16	16	16									100			
Oxacillin	0.25~1	0.25	0.25			96.8		3.2							
Penicillin	0.06~2	0.064	0.5	72.6	6.5	6.5	6.5	6.5	1.6						
Pradofloxacin	0.25~1	0.25	0.25			98.4		1.6							
Rifampin	1	1	1					100							
Tetracycline	0.25~1	0.25	0.25			95.2		4.8							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	2	2	2						100						
Vancomycin	1	1	1					100							

Table 71. 개와 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs		Cats
	S. pseudintermedius (n=546)	*S. schleiferi* (n=279)	*S. felis* (n=62)
Amikacin	0.2(1)	0(0)	0(0)
Amoxicillin /Clavulanic acid	18.5(101)	14.7(41)	0(0)
Ampicillin	37.0(202)	33.0(92)	0(0)
Cefazolin	4.9(27)	1.8(5)	0(0)
Cefovecin	31.0(169)	40.1(112)	3.2(2)
Cefpodoxime	18.1(99)	25.1(70)	1.6(1)
Cephalothin	3.8(21)	0.7(2)	0(0)
Chloramphenicol	52.6(287)	1.8(5)	6.5(4)
Clindamycin	61.7(337)	3.2(9)	8.1(5)
Doxycycline	79.9(436)	3.2(9)	3.2(2)
Enrofloxacin	28.0(153)	38.7(108)	1.6(1)
Erythromycin	64.3(351)	2.9(8)	8.1(5)
Gentamicin	15.4(84)	1.4(4)	0(0)
Marbofloxacin	29.7(162)	39.4(110)	1.6(1)
Minocycline	74.0(404)	10.4(29)	6.5(4)
Nitrofurantoin	ND*	ND	ND
Oxacillin	34.8(190)	43.4(121)	3.2(2)
Penicillin	80.2(438)	40.9(114)	21.0(13)
Pradofloxacin	24.5(134)	12.9(36)	0(0)
Rifampin	0.4(2)	0(0)	0(0)
Tetracycline	79.9(436)	2.9(8)	4.8(3)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	52.0(284)	1.8(5)	0(0)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

Table 72. 개와 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus* spp.다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Dogs		Cats
	S. pseudintermedius (n=546)	*S. schleiferi* (n=279)	*S. felis* (n=62)
No resistance detected	4.4(24)	36.2(101)	69.4(43)
Resistance 1 CLSI subclass	8.8(48)	16.5(46)	14.5(9)
Resistance 2 CLSI subclasses	6.8(37)	6.1(17)	9.7(6)
Resistance 3 CLSI subclasses	3.7(20)	13.6(38)	1.6(1)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.1(44)	12.5(35)	1.6(1)
Resistance 5 CLSI subclasses	17.6(96)	11.1(31)	1.6(1)
Resistance 6 CLSI subclasses	19.8(108)	2.2(6)	1.6(1)
Resistance 7 CLSI subclasses	10.8(59)	0.4(1)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	7.3(40)	0(0)	0(0)
Resistance 9 CLSI subclasses	8.4(46)	1.1(3)	0(0)
Resistance 10 CLSI subclasses	3.7(20)	0.4(1)	0(0)
Resistance 11 CLSI subclasses	0.5(3)	0(0)	0(0)
Resistance 12 CLSI subclasses	0.2(1)	0(0)	0(0)

3. *Clostridium* spp.

개와 고양이의 설사 분변으로부터 분리한 *Clostridium* spp. 2종 총 164균주(*C. perfringens* : 개 70, 고양이 67; *C. difficile*: 개 27)에 대해 총 15종의 항생제의 감수성 검사를 하였다. 설사 분변으로부터 분리한 *C. perfringens*의 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 내성 양상은 유사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 고양이 유래 균주에서 clindamycin 0.5(㎍/㎖)로 개 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.

개와 고양이의 설사 분변에서 분리된 *C. perfringens* 균주의 항생제 내성률은 개와 고양이 유래 균주의 내성률 양상은 유사하였으나 항생제별로는 큰 차이가 있었다. 개와 고양이 유래 균주 모두 tetracycline이 70.0%, 53.7%로 가장 높게 나타났다. 그 외 항생제 내성은 개 유래 균주에서는 clindamycin(14.3%), ampicillin, penicillin(4.3%) 내성이 확인되었다. 고양이 유래 균주에서도 clindamycin(7.5%), ampicillin, penicillin(6.0%) 내성이 확인되었다. 그러나 amoxicillin/clavulanic acid, ampicillin/sulbactam, cefotetan, cefoxitin, chloramphenicol, imipenem, meropenem, metronidazole, mezlocillin, piperacillin, pipiperacillin/tazobactam에 대해서는 모든 균주에서 감수성을 보였다. 개에서 분리된 *C. difficile* 균주는 cefoxitin에 대한 내성률이 51.9%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 clindamycin(14.8%), penicillin(11.1%), tetracycline(7.4%), ampicillin(3.7%) 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 27.1%, 고양이 유래 균주에서는 44.8%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 균주에서는 확인되지 않았고, 고양이 유래 균주에서 2주(3.0%)로 확인되었다. 개 설사시료에서 분리된 *C. difficile* 균주의 다제내성 양상을 조사한 결과, 37.0%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었으며, 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 확인되지 않았다.(Table 73～76).

Table 73. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens*(n=137) 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	0.5~4	0.5	0.5				95.7	1.4	1.4	1.4						
	Cats	0.5~2	0.5	0.5				94.0	1.5	4.5							
Ampicillin	Dogs	0.5~8	0.5	0.5				95.7		1.4	1.4	1.4					
	Cats	0.5~2	0.5	0.5				94.0		6.0							
Ampicillin/ Sulbactam	Dogs	0.5~8	0.5	0.5				95.7		1.4	1.4	1.4					
	Cats	0.5~2	0.5	0.5				94.0		6.0							
Cefotetan	Dogs	4~16	4	4							95.7	2.9	1.4				
	Cats	4~8	4	4							97.0	3.0					
Cefoxitin	Dogs	1~16	1	4					57.1	31.4	7.1		4.3				
	Cats	1~32	1	4					50.7	29.9	11.9	3.0	1.5	3.0			
Chloramphenicol	Dogs	2~8	4	8						4.3	75.7	20.0					
	Cats	2~8	4	4						3.0	91.0	6.0					
Clindamycin	Dogs	0.25~8	0.25	8			54.3	5.7	10.0	7.1	8.6	14.3					
	Cats	0.25~8	0.5	4			47.8	3.0	1.5	25.4	14.9	7.5					
Imipenem	Dogs	0.12~4	0.125	0.25		84.3	8.6		2.9	1.4	2.9						
	Cats	0.12~4	0.125	0.5		70.1	14.9	7.5	3.0	3.0	1.5						
Meropenem	Dogs	0.5~2	0.5	0.5				98.6		1.4							
	Cats	0.5	0.5	0.5				100									
Metronidazole	Dogs	1~4	2	4					4.3	52.9	42.9						
	Cats	0.5~4	2	4				1.5	10.4	59.7	28.4						
Mezlocillin	Dogs	4~8	4	4							97.1	2.9					
	Cats	4~8	4	4							97.0	3.0					
Penicillin	Dogs	0.06~4	0.125	0.5	32.9	45.7	10.0	7.1			4.3						
	Cats	0.06~4	0.125	0.5	34.3	23.9	29.9	4.5	1.5		6.0						
Piperacillin	Dogs	4~16	4	4							95.7	2.9	1.4				
	Cats	4~16	4	4							95.5	1.5	3.0				
Piperacillin/ Tazobactam	Dogs	0.25~16	0.25	1			77.1	11.4	5.7	1.4	2.9		1.4				
	Cats	0.25~8	0.25	1			73.1	16.4	4.5	1.5	1.5	3.0					
Tetracycline	Dogs	0.25~16	16	16			8.6			2.9	7.1	11.4	70.0				
	Cats	0.25~16	16	16			1.5	1.5			13.4	29.9	53.7				

*dogs (n=70), cats (n=67)

Table 74. 개 설사 분변에서 분리한 *C. difficile*(n=27) 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	0.5	1				88.9	7.4	3.7							
Ampicillin	0.5~2	0.5	0.5				92.6	3.7	3.7							
Ampicillin / Sulbactam	0.5~4	0.5	1				66.7	29.6		3.7						
Cefotetan	4~32	8	16							33.3	33.3	29.6	3.7			
Cefoxitin	1~64	64	64					14.8	7.4	7.4	7.4	7.4	3.7	51.9		
Chloramphenicol	2~8	2	4						81.5	14.8	3.7					
Clindamycin	0.25~8	0.25	8			63.0		11.1	7.4	3.7	14.8					
Imipenem	0.12~8	4	8		25.9			3.7	7.4	37	25.9					
Meropenem	0.5~4	1	2				48.1	22.2	22.2	7.4						
Metronidazole	0.5~2	0.5	1				85.2	7.4	7.4							
Mezlocillin	4	4	4							100						
Penicillin	0.06~4	0.5	2	18.5	3.7	7.4	33.3	25.9	3.7	7.4						
Piperacillin	4~16	4	8							70.4	25.9	3.7				
Piperacillin / Tazobactam	0.25~16	2	8			33.3	7.4	7.4	7.4	25.9	14.8	3.7				
Tetracycline	0.25~16	0.25	8			66.7			11.1	7.4	7.4	7.4				

Table 75. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Clostridium* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	C. perfringens		*C. difficile*
	Dogs (n=70)	Cats (n=67)	Dogs (n=27)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	4.3(3)	6.0(4)	3.7(1)
Ampicillin / Sulbactam	0(0)	0(0)	0(0)
Cefotetan	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	51.9(14)
Chloramphenicol	0(0)	0(0)	0(0)
Clindamycin	14.3(10)	7.5(5)	14.8(4)
Imipenem	0(0)	0(0)	0(0)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)
Metronidazole	0(0)	0(0)	0(0)
Mezlocillin	ND*	ND	ND
Penicillin	4.3(3)	6.0(4)	11.1(3)
Piperacillin	0(0)	0(0)	0(0)
Piperacillin / Tazobactam	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	70.0(49)	53.7(36)	7.4(2)

* ND, Not determined

Table 76. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Clostridium* spp. 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	C. perfringens		*C. difficile*
	Dogs (n=70)	Cats (n=67)	Dogs (n=27)
No resistance detected	27.1(19)	44.8(30)	37.0(10)
Resistance 1 CLSI subclass	57.1(40)	46.3(31)	40.7(11)
Resistance 2 CLSI subclasses	15.7(11)	6.0(4)	22.2(6)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	3.0(2)	0(0)

VI. 유통 축산물 유래 세균의 항생제 내성(2020)

제1장. 대상세균의 분리 및 동정

1. 대상 시료

국내산 유통 축산물에 대해서 2020년 2월부터 11월까지 전국 5권역(서울/경기권, 충청권, 경상권, 전라권 및 강원권)의 대형마트 및 소매상에서 구매한 소고기 290건, 돼지고기 269건, 닭고기 335건, 오리고기 209건 총 1,103건으로부터 *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecium*/*E. faecalis*, *Salmonella* spp., *C. jejuni*/*C. coli*를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다(Table 77).

수입 축산물은 2020년 2월부터 11월까지 수입신고 및 대형마트, 소매상에서 구매한 소고기 196건, 돼지고기 213건, 닭고기 96건 총 505건에 대해 *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecium*/*faecalis*, *Salmonella* spp., *C. jejuni*/*coli*를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다(Table 77). 수입 시료의 식품별 수입국 분포는 Figure 4와 같다.

Table 77. 대상 시료 모니터링 건수

Category	Province	No. of samples				
		Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Total
Domestic	Seoul/Gyeonggi	82	71	112	45	310
	Chungcheong	49	37	38	32	156
	Gyeongsang	99	102	148	106	455
	Jeolla	54	53	27	21	155
	Gangwon	6	6	10	5	27
	Subtotal	290	269	335	209	1,103
Imported	Gwangju regional office of FDS	100	100	15	ND	215
	Daegu regional office of FDS	50	50	10	ND	110
	Busan regional office of FDS	40	50	71	ND	161
	NIFDS	6	13	ND	ND	19
	Subtotal	196	213	96	-	505
Total		486	482	431	209	1,608

* ND, Not determined

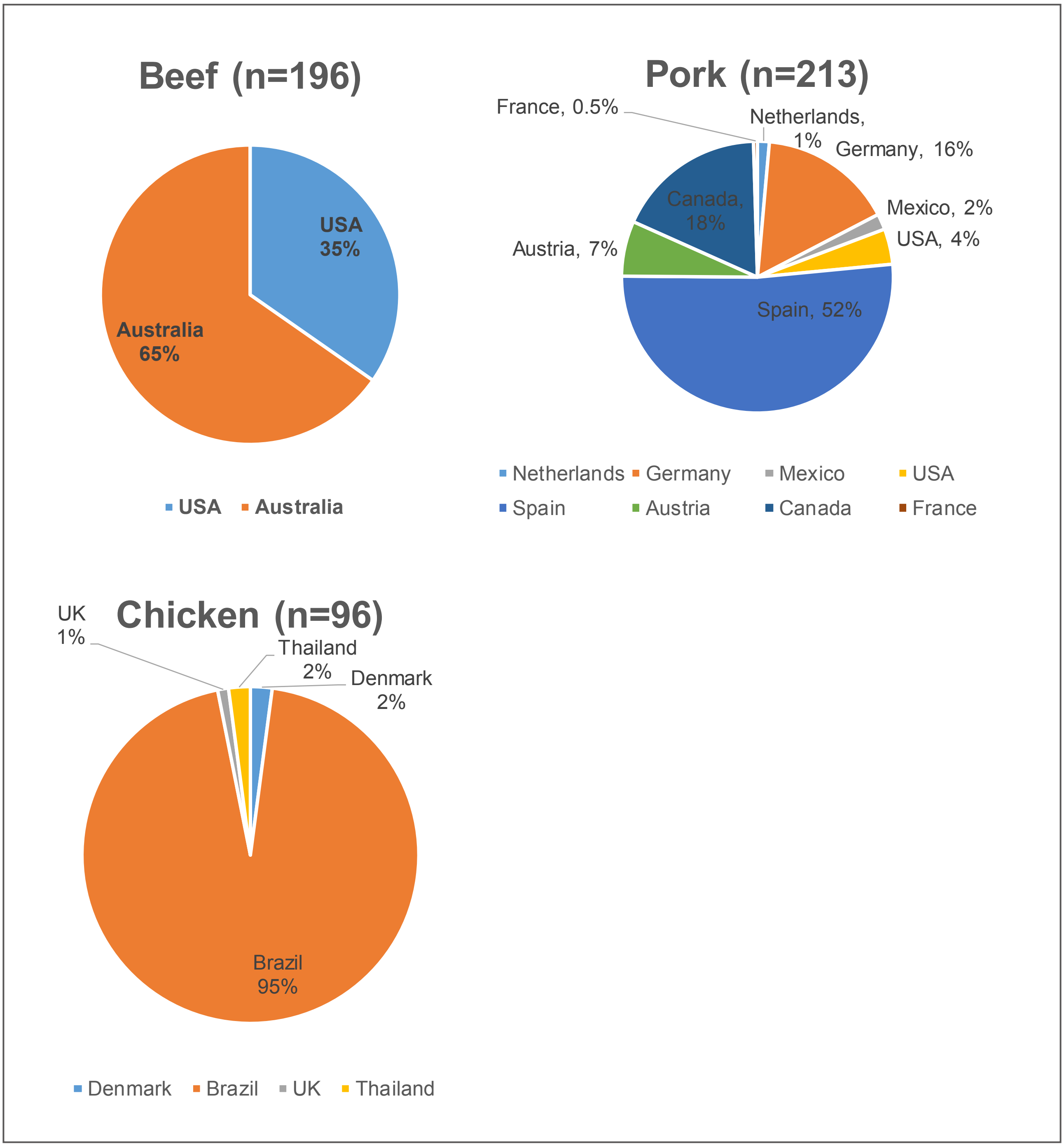


Fig. 4. 수입 축산물 수입국 분포(2020)

2. 대상세균의 분리 및 동정

국내산 유통 축산물의 경우 총 1,103건(소고기 290건, 돼지고기 269건, 닭고기 335건, 오리고기 209건)에서 *E. coli* 595주, *E. faecalis/faecium* 194주, *Salmonella* spp. 167주, *S. aureus* 238주, *C. jejuni/coli* 10주 등 총 1,204주를 분리하였다(Table 78).

수입 축산물의 경우 총 505건 (소고기 196건, 돼지고기 213건, 닭고기 96건)에서 E. coli 112주, *E. faecalis/faecium* 50주, *Salmonella* spp. 7주, *S. aureus* 131주 등 총 300개 균주를 분리하였다(Table 78).

Table 78. 국내산 및 수입 유통 식품에서 분리한 세균

Food category		No. of isolates	No. of isolates*				
			E. coli	*E. faecium /E. faecalis*	*Salmonella* spp.	*S. aureus*	*C. jejuni /C. coli*
Domestic meats	Beef	267	196	11	0	60	ND*
	Pork	143	70	19	2	52	ND
	Chicken meat	547	242	118	77	108	2
	Duck meat	247	87	46	88	18	8
	Subtotal	1,204	595	194	167	238	10
Imported meats	Beef	69	23	18	0	28	ND
	Pork	129	48	13	2	66	ND
	Chicken meat	102	41	19	5	37	-
	Subtotal	300	112	50	7	131	-
Total		1,504	707	244	174	369	10

* ND, Not determined

*E. faecium/E. faecalis*의 식품별 분리현황은 Table 79와 같다. *E. faecium/faecalis* 모두 닭고기 등 가금육에서 주로 분리되었다.

Table 79. 국내산 및 수입 축·수산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis*

Bacterial species	Domestic meats				Imported meats		
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Beef	Pork	Chicken meat
E. faecium	8	11	25	20	14	4	0
E. faecalis	3	8	93	26	4	9	19

*C. jejuni/C. coli*의 종별 분리현황은 아래의 Table 80과 같다. *C. jejuni*는 국내산 오리고기에서 4개 균주가 분리되었으며, *C. coli*는 국내산 닭고기에서 2주, 오리고기에서 4주가 분리되었다. *C. jejuni/C. coli*는 수입 닭고기에서는 분리되지 않았다.

Table 80. 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	0	4	ND	ND	0
C. coli	ND	ND	2	4	ND	ND	0

*ND, Not determined

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

가. 국내산 축산물 유래 *E. coli*

국내산 축산물에서 분리된 *E. coli* 595개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 81 및 Table 82와 같다. 축산물에서 분리된 *E. coli* 의 내성률은 ampicillin(54.1%)에서 가장 높았으며, nalidixic acid(52.6%), tetracycline(51.6%), sulfisoxazole(50.4%) 순으로 나타났다. 반면, carbapenem계 항생제인 meropenem에 대하여는 모든 균주가 감수성을 나타냈다. 축산물 중에서 소고기 유래 *E. coli* 는 다른 축종의 육류 유래 *E. coli* 에 비해 전반적으로 낮은 내성률을 보였다. 소고기 유래 *E. coli*는 검사한 모든 항생제에 대해 내성률이 30% 미만으로 낮게 나타났다. 돼지고기 유래 *E. coli* 에서는 ampicillin(67.1%), sulfisoxazole(64.3%), chloramphenicol(62.9%), streptomycin(61.4%), tetracycline(61.4%) 순으로 내성률이 나타났다. 닭고기 유래 *E. coli*에서는 nalidixic acid(89.3%), ampicillin(82.6%), tetracycline(72.7%), ciprofloxacin(71.1%), sulfisoxazole(69.0%) 순으로 내성률이 나타났다. 오리고기 유래 *E. coli* 는 닭고기 유래 *E. coli* 과 비슷한 내성 양성을 보였으나, 내성률은 닭고기에 비해 낮았다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상을 나타난 항생제는 소고기 유래 *E. coli*에서는 관찰되지 않았으며, 다른 축종 유래 *E. coli*에 비해 MIC_{50}이 모두 낮았다. 돼지고기 유래 *E. coli*에서는 ampicillin, chloramphenicol, sulifsoxazole에서 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상으로 나타났으며, chloramphenicol에 대한 MIC_{50}이 128 ㎍/㎖로 다른 축종에 비해 높았다. 닭고기에서는 ampicillin, chloramphenicol, nalidixic acid, streptomycin, 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. 오리고기에서는 nalidixic acid에 대한 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상으로 나타났다.

국내산 축산물에서 분리한 대장균 595개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 27.6%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 83). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 61.5%, 소고기 유래 균주의 25.2%, 돼지고기 유래 균주의 77.1%, 닭고기 유래 균주의 88.4%, 오리고기 유래 균주의 55.2%로 관찰되었다. 2019년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 57.3%('19)에서 61.5%('20)로 소폭 증가했으나, 통계적 유의성은 확인되지 않았다($P>0.05$).

Table 81. 국내산 축산물에서 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	2-32	4	8					12.2	48.5	37.2	1	1				
	Pork	2-64	8	16					7.1	22.9	50	12.9	2.9	4.3			
	Chicken	2-64	8	16					5	16.5	59.9	15.3	1.7	1.7			
	Duck	2-32	4	8					10.3	37.9	42.5	8	1.1				
Ampicillin	Beef	2-128	4	128					22.4	52	7.7	1	2.6		14.3		
	Pork	2-128	128	128					12.9	18.6	1.4			1.4	65.7		
	Chicken	2-128	128	128					7	9.5		0.8	0.8		81.8		
	Duck	2-128	4	128					25.3	26.4			1.1		47.1		
Cefepime	Beef	0.25-4	0.25	0.25		91.8	4.1	2.6	1	0.5							
	Pork	0.25-8	0.25	0.25		92.9	4.3				2.9						
	Chicken	0.25-32	0.25	4		78.5	2.5	4.5	4.1	6.2	2.9	0.8	0.4				
	Duck	0.25-16	0.25	0.25		92	1.1	1.1	2.3		2.3	1.1					
Cefoxitin	Beef	1-16	4	8				0.5	13.8	55.6	27.6	2.6					
	Pork	1-64	4	8				1.4	14.3	54.3	24.3	1.4	1.4	2.9			
	Chicken	2-64	4	8					15.3	50	30.6	2.1	1.7	0.4			
	Duck	2-16	4	8					16.1	58.6	23	2.3					
Ceftazidime	Beef	1-4	1	1				98	1.5	0.5							
	Pork	1-32	1	1				92.9		1.4	2.9	1.4	1.4				
	Chicken	1-32	1	4				85.5	3.3	2.9	3.7	4.1	0.4				
	Duck	1-16	1	1				94.3	3.4	1.1		1.1					
Ceftiofur	Beef	0.5-16	0.5	0.5			92.3	5.1		0.5	0.5	1.5					
	Pork	0.5-16	0.5	1			84.3	10		1.4		4.3					
	Chicken	0.5-16	0.5	16			74.8	3.7	1.2	1.7	2.5	16.1					
	Duck	0.5-16	0.5	0.5			92	2.3	1.1			4.6					
Chloramphenicol	Beef	2-128	8	64					3.6	38.3	41.3	2.6	2	3.1	9.2		
	Pork	2-128	128	128					1.4	11.4	18.6	5.7	5.7	2.9	54.3		
	Chicken	2-128	64	128					1.7	18.6	16.1	0.8	1.7	12.8	48.3		
	Duck	2-128	8	128					1.1	33.3	23	2.3	1.1	10.3	28.7		
Ciprofloxacin	Beef	0.125-32	0.125	0.25	82.1	8.2	0.5	1		0.5	3.1	0.5	4.1				
	Pork	0.125-32	0.25	16	47.1	28.6	4.3	2.9	1.4	2.9	1.4	4.3	7.1				
	Chicken	0.125-32	8	16	9.5	12.4	7	7.9	3.3	5.4	33.1	13.2	8.3				
	Duck	0.125-32	0.25	32	33.3	17.2	8		2.3		14.9	6.9	17.2				
Colistin	Beef	2-32	2	2					99.5	0.5							
	Pork	2-4	2	2					100								
	Chicken	2-16	2	2					99.6	0.4							
	Duck	2-4	2	2					100								
Gentamicin	Beef	1-128	1	1				96.9	0.5	0.5	1	0.5			0.5		
	Pork	1-128	1	32				80	4.3		1.4	1.4	2.9	7.1	2.9		
	Chicken	1-128	1	64				73.1	6.6	0.8	0.8	1.2	1.7	10.7	5		
	Duck	1-64	1	1				94.3	2.3					3.4			
Meropenem	Beef	0.25-1	0.25	0.25		98.5	1	0.5									
	Pork	0.25-2	0.25	0.25		98.6			1.4								
	Chicken	0.25-0.5	0.25	0.25		99.6	0.4										
	Duck	0.25-1	0.25	0.25		97.7		2.3									
Nalidixic acid	Beef	2-256	2	128					69.4	12.8	3.1		1	1	5.1	7.7	
	Pork	2-256	4	256					41.4	15.7	8.6	1.4		2.9	12.9	17.1	
	Chicken	2-256	256	256					5.4	3.7	1.7		0.4	6.6	12.4	69.8	
	Duck	2-256	64	256					32.2	6.9	6.9	2.3		3.4	3.4	44.8	
Streptomycin	Beef	16-256	16	128								73.5	5.1	9.2	5.6	6.6	
	Pork	16-256	32	256								38.6	12.9	15.7	15.7	17.1	
	Chicken	16-256	64	256								37.2	4.1	9.1	7	42.6	
	Duck	16-256	16	256								62.1	5.7	2.3	1.1	28.7	
Sulfisoxazole	Beef	16-512	16	512								67.3	7.1			0.5	25
	Pork	16-512	512	512								31.4	1.4			2.9	64.3
	Chicken	16-512	512	512								30.2	0.8				69
	Duck	16-512	32	512								48.3	5.7			1.1	44.8
Tetracycline	Beef	2-256	2	128					68.9	4.6	2.6	2.6	2.6	7.1	9.7	2	
	Pork	2-256	64	128					37.1	1.4		1.4	8.6	24.3	22.9	4.3	
	Chicken	2-256	64	128					25.6	0.8	0.8	5	11.2	38	15.3	3.3	
	Duck	2-256	4	64					49.4	2.3	1.1	4.6	13.8	20.7	5.7	2.3	
Trimethoprim /sulfamethoxazole	Beef	0.125-8	0.125	0.25	85.7	5.6	2			0.5	6.1						
	Pork	0.125-8	0.25	8	48.6	11.4	1.4		1.4	1.4	35.7						
	Chicken	0.125-8	0.25	8	39.3	13.2	4.5	0.8		0.4	41.7						
	Duck	0.125-8	0.125	8	59.8	1.1	2.3				36.8						

* Beef(n=196), Pork(n=70), Chicken meat(n=242), Duck meat(n=87)

Table 82. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=196)	Pork (n=70)	Chicken meat (n=242)	Duck meat (n=87)	Total (n=595)
Amoxicillin/clavulanic acid	1(2)	7.1(5)	3.3(8)	1.1(1)	2.7(16)
Ampicillin	16.8(33)	67.1(47)	82.6(200)	48.3(42)	54.1(322)
Cefepime	0(0)	0(0)	1.2(3)	1.1(1)	0.7(4)
Cefoxitin	0(0)	4.3(3)	2.1(5)	0(0)	1.3(8)
Ceftazidime	0(0)	2.9(2)	4.5(11)	1.1(1)	2.4(14)
Ceftiofur	2(4)	4.3(3)	18.6(45)	4.6(4)	9.4(56)
Chloramphenicol	14.3(28)	62.9(44)	62.8(152)	40.2(35)	43.5(259)
Ciprofloxacin	9.2(18)	20(14)	71.1(172)	41.4(36)	40.3(240)
Colistin	0.5(1)	0(0)	0.4(1)	0(0)	0.3(2)
Gentamicin	1(2)	14.3(10)	18.6(45)	3.4(3)	10.1(60)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	14.8(29)	32.9(23)	89.3(216)	51.7(45)	52.6(313)
Streptomycin	26.5(52)	61.4(43)	62.8(152)	37.9(33)	47.1(280)
Sulfisoxazole	25(49)	64.3(45)	69(167)	44.8(39)	50.4(300)
Tetracycline	24(47)	61.4(43)	72.7(176)	47.1(41)	51.6(307)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	6.6(13)	37.1(26)	42.1(102)	36.8(32)	29.1(173)

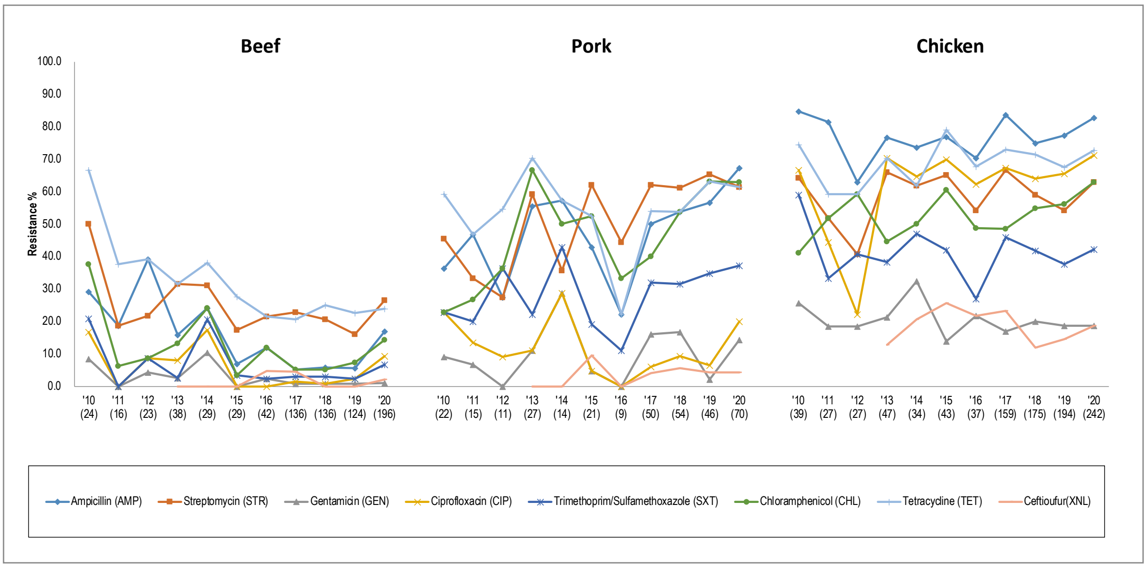
Table 83. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef (n=196)	Pork (n=70)	Chicken meat (n=242)	Duck meat (n=87)	Total (n=595)
No resistance detected	63.3(124)	15.7(11)	2.5(6)	26.4(23)	27.6(164)
Resistance 1 CLSI subclass	5.1(10)	4.3(3)	2.1(5)	6.9(6)	4(24)
Resistance 2 CLSI subclasses	6.1(12)	2.9(2)	7(17)	11.5(10)	6.9(41)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.7(15)	12.9(9)	5(12)	8(7)	7.2(43)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.6(11)	14.3(10)	8.3(20)	5.7(5)	7.7(46)
Resistance 5 CLSI subclasses	4.1(8)	15.7(11)	13.2(32)	8(7)	9.7(58)
Resistance 6 CLSI subclasses	3.1(6)	14.3(10)	14.5(35)	11.5(10)	10.3(61)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.6(5)	4.3(3)	14.5(35)	6.9(6)	8.2(49)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.5(1)	5.7(4)	21.1(51)	9.2(8)	10.8(64)
Resistance 9 CLSI subclasses	2(4)	7.1(5)	8.3(20)	5.7(5)	5.7(34)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	1.4(1)	2.1(5)	0(0)	1(6)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	1.4(1)	0.8(2)	0(0)	0.5(3)
Resistance 12 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.4(1)	0(0)	0.2(1)
Resistance 13 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.4(1)	0(0)	0.2(1)

【국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 의 항생제 내성 경향 (2010-2020)】

'10년부터 '20년까지 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli*의 항생제 내성을 분석한 결과, 축종에 따라 내성 추이는 다소 차이가 있었다. 소고기 유래 *E. coli*의 내성률은 다른 축종에 비해 낮았다. 특히 '10년 이후 소고기에서 tetracycline(67%→24%), streptomycin(50%→27%), chloramphenicol(38%→14%)에 대한 내성률이 크게 감소하였다. '20년도 소고기 유래 균에서 ampicillin(6%→17%), ciprofloxacin(2%→9%), streptomycin(16%→27%)의 내성률은 전년도('19년)에 비해 유의적으로 증가하였다(P〈0.05). 돼지고기 유래 균의 '20년도 내성률은 전년도에 비해 통계적으로 유의적인 차이가 없었다. 닭고기 유래 균의 '20년도 내성률도 전년도에 비해 통계적으로 유의적인 차이가 없었다.

〈국내산 축산물 유래 대장균의 내성률〉



나. 수입 축산물 유래 *E. coli*

수입 축산물에서 분리된 *E. coli* 112개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 84 및 Table 85와 같다. 수입 축산물 유래 *E. coli*의 내성률은 tetracycline(38.4%)에서 가장 높게 나타났으며, ampicillin(35.7%), streptomycin(33.9%), sulfisoxazole(27.7%) 순으로 내성률이 높게 나타났다. 검사한 모든 균주에서 carbapenem계 항생제인 meropenem에 대한 내성은 나타나지 않았다. 전반적으로 수입 축산물 중에서 소고기 유래 *E. coli*가 다른 축종 유래 *E. coli*에 비해 낮은 내성률을 보였다. 수입 돼지고기 유래 *E. coli*는 ampicillin(54.2%)의 내성률이 가장 높았으며, tetracycline(45.8%), streptomycin(43.8%), ampicillin(35.6%), sulfisoxazole(29.2%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 수입 닭고기 유래 *E. coli*는 nalidixic acid(41.5%)의 내성률이 가장 높았으며, streptomycin(39.0%), tetracycline(39.0%), sulfisoxazole(34.1%), ampicillin(31.7%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 수입 돼지고기에서 ampicillin에 대한 MIC_{50}이 128 ㎍/㎖로 다른 축종에 비해 높게 확인되었다. 한편, 수입 닭고기에서 nalidixic acid에 대한 MIC_{50}은 8 ㎍/㎖로 다른 축종에 비해 높았다.

수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 103개 균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 61.6%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 86). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 38.4%, 소고기 유래 균주의 13.0%, 돼지고기 유래 균주의 45.8%, 닭고기 유래 균주의 43.9%로 관찰되었다.

Table 84. 수입 축산물에서 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	2-8	4	8					26.1	39.1	34.8						
	Pork	2-64	8	16					12.5	27.1	47.9	4.2	4.2	4.2			
	Chicken	2-64	4	8					24.4	34.1	39			2.4			
Ampicillin	Beef	2-128	4	4					39.1	52.2		4.3			4.3		
	Pork	2-128	128	128					18.8	22.9	4.2				54.2		
	Chicken	2-128	4	128					41.5	19.5	2.4	4.9		2.4	29.3		
Cefepime	Beef	0.25-2	0.25	1		87		4.3	8.7								
	Pork	0.25-2	0.25	1		83.3	2.1	10.4	4.2								
	Chicken	0.25-32	0.25	2		70.7	9.8	2.4	7.3	4.9	2.4		2.4				
Cefoxitin	Beef	1-8	4	8				13	8.7	60.9	17.4						
	Pork	2-64	4	8					12.5	60.4	20.8			6.3			
	Chicken	1-64	4	8				2.4	14.6	58.5	22			2.4			
Ceftazidime	Beef	1	1	1				100									
	Pork	1-32	1	1				91.7	2.1			4.2	2.1				
	Chicken	1-32	1	1				92.7	2.4		2.4		2.4				
Ceftiofur	Beef	0.5-2	0.5	0.5			95.7		4.3								
	Pork	0.5-16	0.5	1			87.5	4.2	2.1			6.3					
	Chicken	0.5-16	0.5	1			75.6	14.6				9.8					
Chloramphenicol	Beef	4-32	8	8						43.5	52.2		4.3				
	Pork	2-128	8	128					2.1	29.2	52.1	2.1	4.2		10.4		
	Chicken	4-64	4	16						58.5	29.3	7.3	2.4	2.4			
Ciprofloxacin	Beef	0.125-0.25	0.125	0.25	87	13											
	Pork	0.125-32	0.125	8	70.8	14.6		2.1			10.4		2.1				
	Chicken	0.125-32	0.125	8	58.5	4.9	9.8	4.9	2.4	2.4	12.2		4.9				
Colistin	Beef	2-32	2	2					100								
	Pork	2-32	2	2					95.7	4.3							
	Chicken	2-16	2	2					100								
Gentamicin	Beef	1-2	1	1				95.7	4.3								
	Pork	1-64	1	1				91.7		2.1		2.1	2.1	2.1			
	Chicken	1-128	1	64				73.2	2.4			4.9	4.9	7.3	7.3		
Meropenem	Beef	0.25	0.25	0.25		100											
	Pork	0.25-1	0.25	0.25		97.9		2.1									
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Beef	2-256	2	8					65.2	17.4	8.7	4.3				4.3	
	Pork	2-256	2	256					56.3	8.3	6.3	6.3			8.3	14.6	
	Chicken	2-256	8	256					46.3	2.4	2.4	7.3		7.3	4.9	29.3	
Streptomycin	Beef	16-128	16	16								95.7			4.3		
	Pork	16-256	16	256								56.3	8.3	12.5	10.4	12.5	
	Chicken	16-256	16	128								61	7.3	9.8	12.2	9.8	
Sulfisoxazole	Beef	16-512	16	512								69.6	17.4				13
	Pork	16-512	16	512								60.4	6.3		2.1	2.1	29.2
	Chicken	16-512	16	512								51.2	7.3		2.4	4.9	34.1
Tetracycline	Beef	2-128	2	64					73.9		4.3	4.3		8.7	8.7		
	Pork	2-256	2	128					52.1	4.2			8.3	14.6	18.8	2.1	
	Chicken	2-256	2	128					53.7	4.9	2.4	2.4	9.8	12.2	9.8	4.9	
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	Beef	0.125-8	0.125	0.125	91.3						8.7						
	Pork	0.125-8	0.125	8	64.6	12.5	2.1	2.1			18.8						
	Chicken	0.125-8	0.125	8	68.3		4.9				26.8						

* Beef(n=23), Pork(n=48), Chicken meat(n=41)

Table 85. 수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Beef (n=23)	Pork (n=48)	Chicken meat (n=41)	Total (n=112)
Amoxicillin/clavulanic acid	0(0)	10.4(5)	2.4(1)	5.4(6)
Ampicillin	4.3(1)	54.2(26)	31.7(13)	35.7(40)
Cefepime	0(0)	0(0)	2.4(1)	0.9(1)
Cefoxitin	0(0)	8.3(4)	2.4(1)	4.5(5)
Ceftazidime	0(0)	6.3(3)	2.4(1)	3.6(4)
Ceftiofur	0(0)	6.3(3)	9.8(4)	6.3(7)
Chloramphenicol	4.3(1)	16.7(8)	4.9(2)	9.8(11)
Ciprofloxacin	0(0)	16.7(8)	26.8(11)	17(19)
Colistin	4.3(1)	0(0)	0(0)	0.9(1)
Gentamicin	0(0)	8.3(4)	24.4(10)	12.5(14)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	4.3(1)	22.9(11)	41.5(17)	25.9(29)
Streptomycin	4.3(1)	43.8(21)	39.0(16)	33.9(38)
Sulfisoxazole	13(3)	29.2(14)	34.1(14)	27.7(31)
Tetracycline	21.7(5)	45.8(22)	39.0(16)	38.4(43)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	8.7(2)	18.8(9)	26.8(11)	19.6(22)

Table 86. 수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Beef (n=23)	Pork (n=48)	Chicken meat (n=41)	Total (n=112)
No resistance detected	73.9(17)	31.3(15)	29.3(12)	39.3(44)
Resistance 1 CLSI subclass	13(3)	12.5(6)	12.2(5)	12.5(14)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	10.4(5)	14.6(6)	9.8(11)
Resistance 3 CLSI subclasses	0(0)	4.2(2)	7.3(3)	4.5(5)
Resistance 4 CLSI subclasses	13(3)	8.3(4)	7.3(3)	8.9(10)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	16.7(8)	7.3(3)	9.8(11)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	6.3(3)	12.2(5)	7.1(8)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	2.1(1)	2.4(1)	1.8(2)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	2.1(1)	4.9(2)	2.7(3)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	6.3(3)	0(0)	2.7(3)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 12 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	2.4(1)	0.9(1)

2. *Enterococcus* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Enterococcus faecium*

국내산 축산물에서 분리된 *E. faecium* 64개 균주의 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 87 및 Table 88과 같다. 국내산 축산물 유래 *E. faecium*의 내성률은 chloramphenicol(32.8%), salinomycin(25.0%), ampicillin(23.4%), daptomycin(20.3%) 순으로 높았다. 모든 *E. faecium*에서 vancomycin에 대한 내성은 관찰되지 않았다.

국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 35.9%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 89). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 69.9%, 닭고기 유래 균주의 32.0%, 오리고기 유래 균주의 45.0%로 나타났다.

Table 87. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)															
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048	≥4096
Ampicillin	Chicken	1-32	1	4				60	8	8			4							
	Duck	1-4	1	4				70	15	15										
Chloramphenicol	Chicken	4-64	8	64						20	68			12						
	Duck	4-64	8	64						25	50			25						
Ciprofloxacin	Chicken	0.5-32	2	8			8	20	28	32	8		4							
	Duck	0.5-32	2	16			5	25	20	30	5	5	10							
Daptomycin	Chicken	0.5-8	2	8			8	8	36	32	16									
	Duck	2-4	4	4					40	60										
Erythromycin	Chicken	1-128	2	8				40	12	16	24	4			4					
	Duck	1-128	4	8				25	15	40	15				5					
Florfenicol	Chicken	4-64	4	64						88				12						
	Duck	4-64	4	64						75				25						
Gentamicin	Chicken	128	128	128											100					
	Duck	128	128	128											100					
Kanamycin	Chicken	128-2048	128	256											72	24			4	
	Duck	128-256	128	256											70	30				
Linezolid	Chicken	1-8	2	4				4	68	20	8									
	Duck	2-16	2	8					70	5	20	5								
Quinupristin/dalfopristin	Chicken	1-8	2	8				36	36	16	12									
	Duck	1-8	2	4				10	65	15	10									
Salinomycin	Chicken	2-4	2	4					88	12										
	Duck	2	2	2					100											
Streptomycin	Chicken	128-2048	128	2048											84				16	
	Duck	128	128	128											100					
Tetracycline	Chicken	2-256	2	256					64				4	12	8	12				
	Duck	2-128	2	128					70		5	5			20					
Tigecycline	Chicken	0.125-0.5	0.25	0.5	36	52	12													
	Duck	0.125-0.5	0.25	0.5	35	45	20													
Tylosin(Tartrate/Base)	Chicken	1-128	2	128				12	44	16	12				16					
	Duck	2-128	4	128					20	35	20	5			20					
Vancomycin	Chicken	2-4	2	2					92	8										
	Duck	2	2	2					100											

*Chicken meat(n=25), Duck meat(n=20)

Table 88. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef* (n=8)	Pork* (n=11)	Chicken meat (n=25)	Duck meat (n=20)	Total (n=64)
Ampicillin	(0)	(0)	4(1)	0(0)	23.4(15)
Chloramphenicol	(0)	(0)	12(3)	25(5)	32.8(21)
Ciprofloxacin	(0)	(0)	44(11)	50(10)	10.9(7)
Daptomycin	(1)	(2)	16(4)	0(0)	20.3(13)
Erythromycin	(1)	(0)	32(8)	20(4)	12.5(8)
Florfenicol	(0)	(0)	12(3)	25(5)	10.9(7)
Gentamicin	(0)	(0)	0(0)	0(0)	14.1(9)
Kanamycin	(0)	(0)	4(1)	0(0)	0(0)
Linezolid	(0)	(0)	8(2)	25(5)	1.6(1)
Quinupristin/dalfopristin	(1)	(3)	28(7)	25(5)	6.3(4)
Salinomycin	(0)	(0)	0(0)	0(0)	25.0(16)
Streptomycin	(0)	(0)	16(4)	0(0)	0(0)
Tetracycline	(1)	(0)	36(9)	25(5)	1.6(1)
Tigecycline	(0)	(2)	12(3)	20(4)	12.5(8)
Tylosin(Tartrate/Base)	(0)	(0)	16(4)	20(4)	12.5(8)
Vancomycin	(0)	(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 89. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef* (n=8)	Pork* (n=11)	Chicken (n=25)	Duck (n=20)	Total (n=64)
No resistance detected	(6)	(6)	24(6)	25(5)	35.9(23)
Resistance 1 CLSI subclass	(1)	(3)	24(6)	20(4)	21.9(14)
Resistance 2 CLSI subclasses	(0)	(2)	20(5)	10(2)	14.1(9)
Resistance 3 CLSI subclasses	(1)	(0)	8(2)	25(5)	12.5(8)
Resistance 4 CLSI subclasses	(0)	(0)	8(2)	0(0)	3.1(2)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	(0)	0(0)	5(1)	1.6(1)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	(0)	4(1)	10(2)	4.7(3)
Resistance 7 CLSI subclasses	(0)	(0)	4(1)	5(1)	3.1(2)
Resistance 8 CLSI subclasses	(0)	(0)	4(1)	0(0)	1.6(1)
Resistance 9 CLSI subclasses	(0)	(0)	4(1)	0(0)	1.6(1)

나. 국내산 축산물 유래 *Enterococcus faecalis*

국내산 축산물에서 분리된 *E. faecalis* 130개 균주의 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 90 및 Table 91과 같다. 국내산 축산물 유래 *E. faecalis*의 내성률은 tetracycline(76.2%), tigecycline(43.1%), erythromycin(23.8%), tylosin(23.8%) 순으로 높았다. *E. faecalis*는 quinupristin/dalfopristin에 대한 내성률이 93.1%로 높게 관찰되었으나, 이 항생제에 자연내성을 가지고 있다고 보고된 바 있다. 한편, 모든 *E. faecalis*에서 vancomycin에 대한 내성은 관찰되지 않았다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 닭고기 및 오리고기 유래 *E. faecalis*는 tetracycline에 대해 MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 으로 높았다.

국내산 축산물에서 분리한 *E. faecalis*에 대해 다제내성을 조사한 결과 전체 균주의 3.8%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 92). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 47.7% 닭고기 유래 균주의 57.7%, 오리고기 유래 균주의 30.8%로 나타났다.

Table 90. 국내산 축산물에서 분리한 *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	≥4096
Ampicillin	Chicken	1-16	1	1				93.5	2.2	3.2		1.1								
	Duck	1-4	1	1				92.3	3.8	3.8										
Chloramphenicol	Chicken	4-64	8	64						1.1	79.6	3.2	1.1	15.1						
	Duck	8-64	8	8							92.3			7.7						
Ciprofloxacin	Chicken	0.5-32	1	32			2.2	54.8	28	1.1	1.1	1.1	11.8							
	Duck	1-32	1	2				53.8	38.5			3.8	3.8							
Daptomycin	Chicken	1-64	1	4				63.4	25.8	8.6		1.1		1.1						
	Duck	0.5-4	1	4			3.8	53.8	30.8	11.5										
Erythromycin	Chicken	1-128	1	128				66.7	5.4			4.3	1.1		22.6					
	Duck	1-128	1	32				76.9	3.8			3.8	7.7		7.7					
Florfenicol	Chicken	2-64	4	64					2.2	82.8		1.1	1.1	12.9						
	Duck	4-64	4	4						92.3				7.7						
Gentamicin	Chicken	128-4096	128	128											96.8			1.1	1.1	1.1
	Duck	128-4096	128	128											96.2					3.8
Kanamycin	Chicken	128-4096	128	1024											88.2	1.1		3.2	1.1	6.5
	Duck	128-4096	128	1024											88.5			3.8		7.7
Linezolid	Chicken	1-8	2	4				1.1	87.1	6.5	5.4									
	Duck	2-8	2	2					92.3	3.8	3.8									
Quinupristin /dalfopristin	Chicken	4-64	8	16						1.1	86	6.5	5.4	1.1						
	Duck	1-16	8	16				3.8	3.8	3.8	76.9	11.5								
Salinomycin	Chicken	2-64	2	2					94.6	3.2			1.1	1.1						
	Duck	2	2	2					100											
Streptomycin	Chicken	128-4096	128	1024											89.2			2.2		8.6
	Duck	128-4096	128	128											92.3					7.7
Tetracycline	Chicken	2-128	64	128					14			2.2	2.2	61.3	20.4					
	Duck	2-128	64	128					42.3				3.8	30.8	23.1					
Tigecycline	Chicken	0.125-0.5	0.25	0.5	6.5	50.5	43													
	Duck	0.125-0.5	0.25	0.5	3.8	46.2	50													
Tylosin(Tartrate/ Base)	Chicken	1-128	2	128				3.2	68.8				1.1		26.9					
	Duck	1-128	2	128				7.7	73.1				3.8		15.4					
Vancomycin	Chicken	2-8	2	2					95.7	3.2	1.1									
	Duck	2	2	2					100											

* Chicken meat(n=93), Duck meat(n=26)

Table 91. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef* (n=3)	Pork* (n=8)	Chicken meat (n=93)	Duck meat (n=26)	Total (n=130)
Ampicillin	(0)	(0)	1.1(1)	0(0)	0.8(1)
Chloramphenicol	(0)	(0)	16.1(15)	7.7(2)	13.1(17)
Ciprofloxacin	(0)	(0)	15.1(14)	7.7(2)	12.3(16)
Daptomycin	(0)	(0)	2.2(2)	0(0)	1.5(2)
Erythromycin	(0)	(0)	28.0(26)	19.2(5)	23.8(31)
Florfenicol	(0)	(0)	15.1(14)	7.7(2)	12.3(16)
Gentamicin	(0)	(0)	3.2(3)	3.8(1)	3.1(4)
Kanamycin	(0)	(0)	10.8(10)	11.5(3)	10.0(13)
Linezolid	(0)	(0)	5.4(5)	3.8(1)	4.6(6)
Quinupristin/	(2)	(2)	100(93)	92.3(24)	93.1(121)
dalfopristin	(0)	(0)	2.2(2)	0(0)	1.5(2)
Salinomycin	(0)	(0)	10.8(10)	7.7(2)	9.2(12)
Streptomycin	(0)	(4)	86(80)	57.7(15)	76.2(99)
Tetracycline	(0)	(3)	43.0(40)	50(13)	43.1(56)
Tigecycline	(0)	(0)	28.0(26)	19.2(5)	23.8(31)
Tylosin(Tartrate/Base)	(0)	(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Vancomycin	(0)	(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 92. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecalis* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef* (n=3)	Pork* (n=8)	Chicken meat (n=93)	Duck meat (n=26)	Total (n=130)
No resistance detected	(1)	(3)	0(0)	3.8(1)	3.8(5)
Resistance 1 CLSI subclass	(2)	(2)	4.3(4)	15.4(4)	9.2(12)
Resistance 2 CLSI subclasses	(0)	(2)	38.7(36)	50.0(13)	39.2(51)
Resistance 3 CLSI subclasses	(0)	(1)	24.7(23)	11.5(3)	20.8(27)
Resistance 4 CLSI subclasses	(0)	(0)	7.5(7)	0(0)	5.4(7)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	(0)	5.4(5)	3.8(1)	4.6(6)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	(0)	6.5(6)	3.8(1)	5.4(7)
Resistance 7 CLSI subclasses	(0)	(0)	3.2(3)	3.8(1)	3.1(4)
Resistance 8 CLSI subclasses	(0)	(0)	2.2(2)	3.8(1)	2.3(3)
Resistance 9 CLSI subclasses	(0)	(0)	3.2(3)	0(0)	2.3(3)
Resistance 10 CLSI subclasses	(0)	(0)	2.2(2)	3.8(1)	2.3(3)
Resistance 11 CLSI subclasses	(0)	(0)	1.1(1)	0(0)	0.8(1)
Resistance 12 CLSI subclasses	(0)	(0)	1.1(1)	0(0)	0.8(1)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

다. 수입 축산물 유래 *Enterococcus* spp.

수입 축산물에서 분리된 *E. faecium* / *E. faecalis* 50개 균주의 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 93과 같다. 수입 축산물 유래 *E. faecium* / *E. faecalis*은 내성률이 tetracycline(42.0%), erythromycin(34.0%), tylosin(22.0%) 순으로 높게 나타났다. Quinupristin/dalfopristin(64.0%)의 내성률도 높게 관찰되었으나, 이 항생제에 내성을 보인 32개 균주 중 24개 균주가 자연내성을 갖는다고 알려진 *E. faecalis*이었기 때문이다. 한편, 모든 *E. faecium* / *E. faecalis* 균주에서는 ampicillin, vancomycin에 대해 감수성을 나타냈다.

수입 축산물에서 분리한 *E. faecium* / *E. faecalis*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 22.0%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 94). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 28.0%로 나타났다.

Table 93. 수입 축산물에서 분리한 *Enterococcus* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Beef* (n=18)	Pork* (n=13)	Chicken* (n=19)	Total (n=50)
Ampicillin	(0)	(0)	(0)	0(0)
Chloramphenicol	(0)	(3)[2,1]	(3)[0,3]	12(6)
Ciprofloxacin	(0)	(1)[0,1]	(3)[0,3]	8(4)
Daptomycin	(1)[1,0]	(1)[0,1]	(1)[0,1]	6(3)
Erythromycin	(7)[7,0]	(2)[2,0]	(8)[0,8]	34(17)
Florfenicol	(0)	(3)[2,1]	(2)[0,2]	10(5)
Gentamicin	(0)	(0)	(2)[0,2]	4(2)
Kanamycin	(0)	(0)	(4)[0,4]	8(4)
Linezolid	(1)[1,0]	(1)[1,0]	(0)	4(2)
Quinupristin/dalfopristin	(8)[5,3]	(8)[3,5]	(16)[0,16]	64(32)
Salinomycin	(0)	(2)[1,1]	(1)[0,1]	6(3)
Streptomycin	(0)	(2)[2,0]	(4)[0,4]	12(6)
Tetracycline	(1)[1,0]	(5)[4,1]	(15)[0,15]	42(21)
Tigecycline	(2)[2,0]	(1)[1,0]	(0)	6(3)
Tylosin(Tartrate/Base)	(2)[2,0]	(2)[1,1]	(7)[0,7]	22(11)
Vancomycin	(0)	(0)	(0)	0(0)

* 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기[No. of *E. faecium*, No. of *E. faecalis*]

Table 94. 수입 축산물에서 분리한 *Enterococcus* spp. 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Beef* (n=18)	Pork* (n=13)	Chicken* (n=19)	Total (n=50)
No resistance detected	(0)	(0)	(0)	0(0)
Resistance 1 CLSI subclass	(0)	(3)[2,1]	(3)[0,3]	12(6)
Resistance 2 CLSI subclasses	(0)	(1)[0,1]	(3)[0,3]	8(4)
Resistance 3 CLSI subclasses	(1)[1,0]	(1)[0,1]	(1)[0,1]	6(3)
Resistance 4 CLSI subclasses	(7)[7,0]	(2)[2,0]	(8)[0,8]	34(17)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	(3)[2,1]	(2)[0,2]	10(5)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	(0)	(2)[0,2]	4(2)
Resistance 7 CLSI subclasses	(0)	(0)	(4)[0,4]	8(4)
Resistance 8 CLSI subclasses	(1)[1,0]	(1)[1,0]	(0)	4(2)
Resistance 9 CLSI subclasses	(8)[5,3]	(8)[3,5]	(16)[0,16]	64(32)
Resistance 10 CLSI subclasses	(0)	(2)[1,1]	(1)[0,1]	6(3)

* 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기[No. of *E. faecium*, No. of *E. faecalis*]

제3장. 식중독 세균의 항생제내성

1. *Salmonella* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Salmonella* spp.

국내산 축산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 167개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 95 및 Table 96과 같다. 국내산 소고기에서는 *Salmonella* spp. 균주가 분리되지 않았다. 국내산 돼지고기에서는 2주 분리되었으며, ampicillin, chloramphenicol, colistin, gentamicin, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline, trimethoprim/sulfamethoxazole에 대한 내성이 확인되었다. 국내산 닭고기 유래 *Salmonella* spp.는 nalidixic acid(85.7%)에 대한 내성률이 가장 높게 나타났으며, ampicillin(45.5%), ceftiofur(36.4%), streptomycin(33.8%), sulfisoxazole(32.5%), tetracycline(32.5%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 오리고기 유래 *Salmonella* spp.는 nalidixic acid(62.5%)의 내성률이 가장 높게 나타났으며, ampicillin (45.5%), streptomycin(40.9%), sulfisoxazole(34.1%) colistin(29.5%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 모든 균주에서는 carbapenem계 항생제인 meropenem에 감수성을 나타냈다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64 ㎍/㎖ 이상을 나타낸 항생제는 국내산 돼지고기에서 sulfisoxazole이었으며, 국내산 닭고기 및 오리고기에서는 nalidixic acid로 확인되었다.

국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 95균주에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 19.8%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 97). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 45.5%, 닭고기 유래 균주의 46.8%, 오리고기 유래 균주의 44.3%로 관찰되었다.
2019년 결과와 비교했을 때 축산물 유래 다제내성 균주의 비율은 44.0%('19)에서 45.5%('20)로 소폭 증가했으나, 통계적 유의성은 확인되지 않았다($P>0.05$).

Table 95. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Chicken	2-64	2	32					51.9	22.1	13	1.3	2.6	9.1			
	Duck	2-16	2	8					52.3	8	34.1	5.7					
Ampicillin	Chicken	2-128	2	128					53.2	1.3				1.3	44.2		
	Duck	2-128	2	128					50	4.5			1.1		44.3		
Cefepime	Chicken	0.25-32	0.25	8		74			7.8	7.8	5.2	2.6	2.6				
	Duck	0.25-8	0.25	0.25		93.2	3.4	1.1			2.3						
Cefoxitin	Chicken	2-64	4	16					40.3	32.5	11.7	10.4	3.9	1.3			
	Duck	1-32	2	4				2.3	76.1	18.2	2.3		1.1				
Ceftazidime	Chicken	1-32	1	16				63.6	6.5	9.1	2.6	11.7	6.5				
	Duck	1-16	1	1				96.6	1.1		1.1	1.1					
Ceftiofur	Chicken	0.5-16	1	16			9.1	51.9	2.6		6.5	29.9					
	Duck	0.5-16	1	1			10.2	83	3.4	2.3		1.1					
Chloramphenicol	Chicken	4-128	8	128						15.6	62.3		1.3	2.6	18.2		
	Duck	4-128	8	16						46.6	42	4.5	1.1	1.1	4.5		
Ciprofloxacin	Chicken	0.125-16	0.25	0.5	28.6	46.8	19.5	1.3	1.3	1.3		1.3					
	Duck	0.125-8	0.25	0.5	42	34.1	17	1.1	3.4		2.3						
Colistin	Chicken	2-16	2	2					96.1	2.6		1.3					
	Duck	2-32	2	16					70.5	12.5	6.8	8.0	2.3				
Gentamicin	Chicken	1-64	1	8				81.8	1.3	1.3	10.4	2.6	1.3	1.3			
	Duck	1	1	1				100									
Meropenem	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Duck	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Chicken	2-256	256	256					5.2	6.5	2.6		1.3		16.9	67.5	
	Duck	4-256	256	256						33	2.3	2.3	1.1	3.4	2.3	55.7	
Streptomycin	Chicken	16-256	16	128								66.2	16.9	5.2	3.9	7.8	
	Duck	16-256	16	256								59.1	3.4	3.4	23.9	10.2	
Sulfisoxazole	Chicken	16-512	32	512								22.1	41.6	3.9			32.5
	Duck	16-512	32	512								45.5	14.8	3.4	1.1	1.1	34.1
Tetracycline	Chicken	2-128	2	128					66.2	1.3		1.3	2.6	3.9	24.7		
	Duck	2-128	2	64					75	2.3	1.1	2.3	2.3	13.6	3.4		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Chicken	0.125-8	0.125	8	70.1	10.4		1.3			18.2						
	Duck	0.125-8	0.125	0.25	67	31.8					1.1						

* Chicken meat(n=77), Duck meat(n=88)

Table 96. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pork* (n=2)	Chicken (n=77)	Duck (n=88)	Total (n=167)
Amoxicillin/clavulanic acid	(0)	11.7(9)	0(0)	5.4(9)
Ampicillin	(1)	45.5(35)	45.5(40)	45.5(76)
Cefepime	(0)	5.2(4)	0(0)	2.4(4)
Cefoxitin	(0)	5.2(4)	1.1(1)	3.0(5)
Ceftazidime	(0)	18.2(14)	1.1(1)	9.0(15)
Ceftiofur	(0)	36.4(28)	1.1(1)	17.4(29)
Chloramphenicol	(1)	22.1(17)	6.8(6)	14.4(24)
Ciprofloxacin	(0)	5.2(4)	6.8(6)	6.0(10)
Colistin	(1)	3.9(3)	29.5(26)	21(30)
Gentamicin	(1)	5.2(4)	0(0)	3.0(5)
Meropenem	(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	(0)	85.7(66)	62.5(55)	72.5(121)
Streptomycin	(1)	33.8(26)	40.9(36)	37.7(63)
Sulfisoxazole	(1)	32.5(25)	34.1(30)	33.5(56)
Tetracycline	(1)	32.5(25)	21.6(19)	26.9(45)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	(1)	18.2(14)	1.1(1)	9.6(16)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 97. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pork* (n=2)	Chicken (n=77)	Duck (n=88)	Total (n=167)
No resistance detected	(0)	10.4(8)	28.4(25)	19.8(33)
Resistance 1 CLSI subclass	(1)	40.3(31)	21.6(19)	30.5(51)
Resistance 2 CLSI subclasses	(0)	2.6(2)	5.7(5)	4.2(7)
Resistance 3 CLSI subclasses	(0)	2.6(2)	4.5(4)	3.6(6)
Resistance 4 CLSI subclasses	(0)	1.3(1)	11.4(10)	6.6(11)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	11.7(9)	12.5(11)	12.0(20)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	2.6(2)	13.6(12)	8.4(14)
Resistance 7 CLSI subclasses	(1)	6.5(5)	2.3(2)	4.8(8)
Resistance 8 CLSI subclasses	(0)	15.6(12)	0(0)	7.2(12)
Resistance 9 CLSI subclasses	(0)	6.5(5)	0(0)	3.0(5)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

나. 수입 축산물 유래 *Salmonella* spp.

수입 축산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 7개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 98과 같다. 수입 축산물 유래 *Salmonella* spp.의 내성률은 분리된 균주 수가 적어 산출하지 않았다. 수입 돼지고기 유래 두 개 균주 중 한 개 균주는 모든 항생제에 감수성을 보였고, 다른 균주는 다제내성을 나타냈다. 닭고기 유래 균주는 모두 다제내성을 나타냈다.

Table 98. 수입 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성 패턴

Strain No.	Antimicrobial Resistance*	No. of resistance CLSI subclasses	Source
159	TET, NAL, FIS	3	Chicken(Brazil)
186	TET, NAL, AMP, FIS, STR	5	Pork(Canada)
192	-	0	Pork(Spain)
186	AmC, FOX, TET, AMP, CAZ, FIS, XNL	7	Chicken(Brazil)
400	TET, NAL, COL, STR	4	Chicken(Brazil)
186	CHL, CIP, GEN, NAL, AMP, FIS, STR	7	Chicken(Brazil)
565	TET, NAL, FIS	3	Chicken(Brazil)

* AMP, ampicillin; COL, colistin; CHL, chloramphenicol; CIP, ciprofloxacin; FIS, sulfisoxazole; STR, streptomycin; GEN, gentamicin; TET, tetracycline; AmC, amoxicillin/clavulanic acid; CAZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; NAL, nalidixic acid; XNL, ceftiofur

2. *Staphylococcus aureus*

가. 국내산 축산물 유래 *Staphylococcus aureus*

국내산 축산물에서 분리된 *S. aureus* 237개 균주의 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 99 및 Table 100과 같다. 국내산 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률은 penicillin(55.0%)에서 가장 높게 나타났으며, tetracycline(21.8%), ciprofloxacin(16.8%), erythromycin(15.1%) 순으로 높게 나타났다. 반면 모든 균주는 linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin에 대해 감수성을 나타냈다. 축종별 항생제 내성률 조사 결과, 돼지고기 유래 균은 penicillin(61.5%), tetracycline(40.4%), erythromycin(34.6%) 순으로 높았으며, 닭고기 유래 균은 penicillin(33.3%), tetracycline(21.3%), ciprofloxacin (19.4%) 순으로 높았다. 소고기 유래 균은 penicillin(76.7%) 이외에 다른 항생제에 대해서는 낮은 내성률을 보였다. *mecA* 유전자가 확인된 3개 균주는 돼지고기, 닭고기에서 각각 2개, 1개 균주씩 분리되었으며, 모두 penicillin과 cefoxitin에 공통적으로 내성을 나타냈다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 소고기 유래 균주에서 penicillin의 MIC_{50}은 4 ㎍/㎖로 돼지고기 및 닭고기 유래 균주의 0.125- 0.5 ㎍/㎖에 비해 높게 관찰되었다.

국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 32.4%가 검사한 모든 항생제(17종)에 감수성을 나타내었다(Table 101). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 19.3%, 소고기 유래 균주의 6.7%, 돼지고기 유래 균주의 38.5%, 닭고기 유래 균주의 22.2%로 관찰되었다. 2019년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 축산물 유래 다제내성 균주의 비율은 28.1%('19)에서 19.3%('20)로 감소하였다(P〈0.05)

Table 99. 국내산 축산물에서 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	≥1024
Cefoxitin	Beef	2-4	4	4								6.7	93.3								
	Pork	2-16	4	4								5.8	86.5	5.8	1.9						
	Chicken	2-32	4	4								6.5	88.9	2.8		1.9					
Chloramphenicol	Beef	4-8	8	8									5	95							
	Pork	4-64	8	64									1.9	65.4		15.4	17.3				
	Chicken	4-128	8	8									14.8	78.7		0.9	3.7	1.9			
Ciprofloxacin	Beef	0.25-4	0.5	0.5					21.7	68.3	5	1.7	3.3								
	Pork	0.25-16	0.5	8					46.2	17.3		3.8	3.8	21.2	7.7						
	Chicken	0.25-16	0.5	16					35.2	20.4	10.2	14.8		5.6	13.9						
Clindamycin	Beef	0.125-8	0.125	0.125				91.7	1.7	1.7	1.7	1.7		1.7							
	Pork	0.125-8	0.125	8				63.5	1.9	1.9		1.9		30.8							
	Chicken	0.125-8	0.125	8				84.3	1.9		1.9	0.9		11.1							
Erythromycin	Beef	0.25-16	0.5	0.5					6.7	90	1.7				1.7						
	Pork	0.25-16	0.5	16					21.2	42.3		1.9		1.9	32.7						
	Chicken	0.25-16	0.5	16					16.7	60.2	2.8	5.6		3.7	11.1						
Fusidate	Beef	0.5-8	0.5	0.5						95	1.7			3.3							
	Pork	0.5-8	0.5	1						88.5	1.9			9.6							
	Chicken	0.5-8	0.5	0.5						97.2		0.9	0.9	0.9							
Gentamicin	Beef	1-8	1	1							98.3			1.7							
	Pork	1-32	1	32							69.2		3.8	11.5	3.8	11.5					
	Chicken	1-32	1	4							88.9		2.8	4.6	0.9	2.8					
Kanamycin	Beef	4-64	4	4									98.3				1.7				
	Pork	4-128	4	128									65.4	3.8		7.7	11.5	11.5			
	Chicken	4-128	4	32									88		0.9	4.6	2.8	3.7			
Linezolid	Beef	1-2	2	2							3.3	96.7									
	Pork	1-4	2	2							30.8	67.3	1.9								
	Chicken	1-4	2	2							28.7	70.4	0.9								
Mupirocin	Beef	0.5-256	0.5	0.5						95									5		
	Pork	0.5-256	0.5	0.5						96.2									3.8		
	Chicken	0.5-256	0.5	0.5						92.6		1.9							5.6		
Penicillin	Beef	0.125-4	4	4				23.3	3.3	6.7	1.7	1.7	63.3								
	Pork	0.125-4	0.5	4				38.5	3.8	7.7	9.6	7.7	32.7								
	Chicken	0.125-4	0.125	4				66.7		3.7	2.8	5.6	21.3								
Quinupristin/dalfopristin	Beef	0.5-1	1	1						26.7	73.3										
	Pork	0.5-8	1	4						40.4	21.2	23.1	5.8	9.6							
	Chicken	0.5-8	0.5	1						61.1	34.3	3.7		0.9							
Rifampin	Beef	0.016-1	0.016	0.032	85	11.7					3.3										
	Pork	0.016-1	0.016	0.016	94.2	1.9					3.8										
	Chicken	0.016-1	0.016	0.125	86.1	2.8	0.9	0.9		0.9	8.3										
Streptomycin**	Beef	4-64	4	8									60	38.3			1.7				
	Pork	4-64	8	64									44.2	28.8	1.9		25				
	Chicken	4-64	4	8									64.8	25.9	1.9		7.4				
Sulfamethoxazole	Beef	64-128	64	64													93.3	6.7			
	Pork	64-128	64	64													92.3	7.7			
	Chicken	64-1024	64	64													93.5	3.7	0.9		1.9
Tetracycline	Beef	0.5-32	0.5	0.5						91.7						8.3					
	Pork	0.5-32	0.5	32						59.6						40.4					
	Chicken	0.5-32	0.5	32						75		1.9	0.9	0.9	0.9	20.4					
Tiamulin**	Beef	0.5-8	1	1					41.7	51.7			1.7	5							
	Pork	0.5-8	1	8					25	26.9				48.1							
	Chicken	0.5-8	0.5	1					50.9	40.7			0.9	7.4							
Trimethoprim	Beef	2-64	2	2								96.7				1.7	1.7				
	Pork	2-64	2	64								71.2					28.8				
	Chicken	2-64	2	2								96.3	2.8				0.9				
Vancomycin	Beef	1-4	1	2							75	23.3	1.7								
	Pork	1-4	1	1							92.3	5.8	1.9								
	Chicken	1-4	1	2							53.7	44.4	1.9								

* Beef(n=60), Pork(n=52), Chicken(n=108), Duck(n=18)

** 최소억제농도 breakpoint not determined

Table 100. 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=60)	Pork (n=52)	Chicken meat (n=108)	Duck meat** (n=18)	Total (n=238)
Cefoxitin	0(0)	7.7(4)	4.6(5)	(2)	4.6(11)
Chloramphenicol	0(0)	32.7(17)	6.5(7)	(2)	10.9(26)
Ciprofloxacin	3.3(2)	32.7(17)	19.4(21)	(0)	16.8(40)
Clindamycin	1.7(1)	30.8(16)	11.1(12)	(1)	12.6(30)
Erythromycin	1.7(1)	34.6(18)	14.8(16)	(1)	15.1(36)
Fusidate	3.3(2)	9.6(5)	2.8(3)	(1)	4.6(11)
Gentamicin	0(0)	15.4(8)	3.7(4)	(0)	5.0(12)
Kanamycin	1.7(1)	23.1(12)	6.5(7)	(1)	8.8(21)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	0(0)	0(0)	(0)	0(0)
Penicillin	76.7(46)	61.5(32)	33.3(36)	(17)	55.0(131)
Quinupristin/dalfopristin	0(0)	15.4(8)	0.9(1)	(1)	4.2(10)
Rifampin	0(0)	0(0)	0(0)	(0)	0(0)
Streptomycin	ND*	ND	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	0(0)	0(0)	1.9(2)	(1)	1.3(3)
Tetracycline	8.3(5)	40.4(21)	21.3(23)	(3)	21.8(52)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	3.3(2)	28.8(15)	0.9(1)	(1)	8.0(19)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	(0)	0(0)

* ND: Not determined
** 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 101. 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus* 다제내성

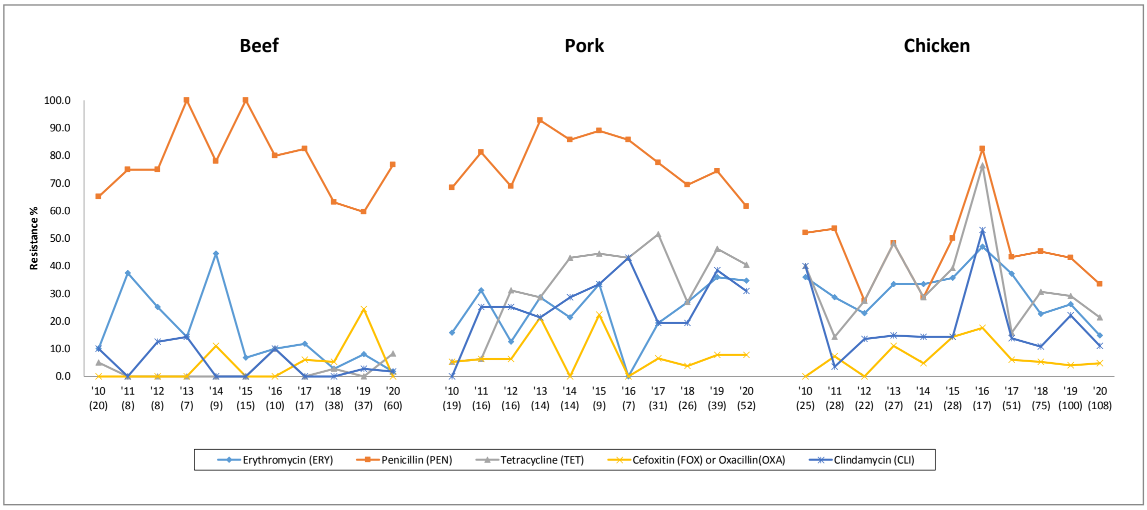
Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef (n=60)	Pork (n=52)	Chicken meat (n=108)	Duck meat** (n=18)	Total (n=238)
No resistance detected	23.3(14)	25(13)	45.4(49)	(1)	32.4(77)
Resistance 1 CLSI subclass	65(39)	15.4(8)	28.7(31)	(13)	38.2(91)
Resistance 2 CLSI subclasses	5(3)	21.2(11)	9.3(10)	(0)	10.1(24)
Resistance 3 CLSI subclasses	1.7(1)	3.8(2)	1.9(2)	(2)	2.9(7)
Resistance 4 CLSI subclasses	5(3)	5.8(3)	5.6(6)	(0)	5.0(12)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	5.6(6)	(1)	2.9(7)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	3.8(2)	1.9(2)	(0)	1.7(4)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	1.9(1)	0.9(1)	(1)	1.3(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	9.6(5)	0.9(1)	(0)	2.5(6)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	7.7(4)	0(0)	(0)	1.7(4)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	5.8(3)	0(0)	(0)	1.3(3)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

【국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2010-2020)】

’10년부터 ’20년까지 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성을 분석한 결과, 축종에 따라 내성 추이는 다소 차이가 있었으나, 모든 축종에서 penicillin에 대한 내성률이 다른 항생제에 비해 가장 높게 나타났다. ’20년도 소고기 유래 *S. aureus*의 내성률은 전년도(’19년)에 비해 cefoxitin(24%→0%, p=0.0003)을 제외하고 통계적으로 유의적인 차이가 확인되지 않았다. 돼지고기 유래 균의 내성률은 전년도에 비해 gentamicin(41%→15%, p=0.0122)을 제외하고 통계적으로 유의적인 차이가 확인되지 않았으며, 닭고기 유래 균의 내성률은 ciprofloxacin(41%→19%, p=0.0012)을 제외하고 통계적으로 유의적인 차이가 확인되지 않았다.

〈국내산 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률〉



나. 수입 축산물 유래 *Staphylococcus aureus*

수입 축산물에서 분리된 *S. aureus* 131개 균주의 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 102 및 Table 103과 같다. 수입 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률은 penicillin(47.3%)에서 가장 높게 나타났으며, tetracycline(22.9%), erythromycin(20.6%), clindamycin (14.5%) 순으로 나타났다. 모든 균주는 linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin 항생제에 대해 100% 감수성을 나타내었다. 축종별 항생제 내성률 조사 결과, 닭고기 유래 균은 penicillin(48.6%), tetracycline(27.0%), erythromycin (27.0%) 순으로 높았으며, 돼지고기 유래 균은 penicillin(47%), tetracycline(22.7%), erythromycin(18.2%) 순으로 높았다. 소고기 유래 균은 penicillin(60.7%), tetracycline(17.9%), erythromycin(17.9%) 순으로 높았다. 돼지고기 유래 균주 중 4개 균주에서 *mecA* 유전자가 확인되었다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 닭고기 유래 균주에서 ciprofloxacin의 MIC_{50}은 1 ㎍/㎖로 소고기 및 돼지고기 유래 균주의 0.25-0.5 ㎍/㎖에 비해 높게 관찰되었다. 소고기 유래 균주에서 penicillin의 MIC_{50}은 0.5 ㎍/㎖로 돼지고기 및 닭고기 유래 균주의 0.125 ㎍/㎖에 비해 높았다.

수입 축산물에서 분리한 *S. aureus*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 43.5%가 검사한 모든 항생제(17종)에 감수성을 나타내었다(Table 104). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 22.9%, 소고기 유래 균주의 17.9%, 돼지고기 유래 균주의 25.8%, 닭고기 유래 균주의 21.6%로 관찰되었다. 2019년 결과와 비교했을 때 수입 축산물 유래 균주의 다제내성 비율은 8.5%('19)에서 22.9%('20)로 증가하였다($P<0.05$).

Table 102. 수입 축산물에서 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	≥1024
Cefoxitin	Beef	2-4	4	4								14.3	85.7								
	Pork	2-16	4	8								12.1	77.3	9.1	1.5						
	Chicken	2-32	4	4								10.8	83.8	2.7		2.7					
Chloramphenicol	Beef	4-32	8	8									3.6	92.9		3.6					
	Pork	4-64	8	8									10.6	80.3	1.5	1.5	6.1				
	Chicken	4-16	8	8									10.8	86.5	2.7						
Ciprofloxacin	Beef	0.25-8	0.5	1					46.4	32.1	14.3			7.1							
	Pork	0.25-16	0.25	8					53	22.7	7.6	4.5	1.5	7.6	3						
	Chicken	0.25-16	1	8					35.1	13.5	21.6	16.2	2.7	2.7	8.1						
Clindamycin	Beef	0.125-8	0.125	8				85.7	3.6					10.7							
	Pork	0.125-8	0.125	8				68.2	6.1	6.1	4.5	1.5	3	10.6							
	Chicken	0.125-8	0.125	8				78.4				2.7	2.7	16.2							
Erythromycin	Beef	0.25-16	0.5	16					10.7	67.9			3.6		17.9						
	Pork	0.25-16	0.5	16					18.2	65.2	1.5				15.2						
	Chicken	0.25-16	0.5	16					18.9	45.9		2.7			32.4						
Fusidate	Beef	0.5	0.5	0.5						100											
	Pork	0.5-4	0.5	0.5						97	1.5		1.5								
	Chicken	0.5-4	0.5	0.5						97.3			2.7								
Gentamicin	Beef	1-8	1	2							89.3	3.6		7.1							
	Pork	1-8	1	1							92.4		3	4.5							
	Chicken	1-8	1	2							89.2	2.7	2.7	5.4							
Kanamycin	Beef	4-128	4	32									82.1		3.6	7.1		7.1			
	Pork	4-64	4	8									89.4	1.5	6.1	1.5	1.5				
	Chicken	4-128	4	32									86.5		2.7	5.4		5.4			
Linezolid	Beef	1-2	2	2							14.3	85.7									
	Pork	1-2	2	2							18.2	81.8									
	Chicken	1-4	2	2							18.9	78.4	2.7								
Mupirocin	Beef	0.5-256	0.5	1						89.3	3.6	3.6							3.6		
	Pork	0.5-256	0.5	0.5						92.4	1.5								6.1		
	Chicken	0.5-256	0.5	1						86.5	5.4								8.1		
Penicillin	Beef	0.125-4	0.5	4				39.3	3.6	10.7	14.3	10.7	21.4								
	Pork	0.125-4	0.125	4				50	3	4.5	1.5	9.1	31.8								
	Chicken	0.125-4	0.125	4				67.6	2.7	5.4	5.4	2.7	16.2								
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	0.5-8	0.5	1						53.6	39.3		3.6	3.6							
	Pork	0.5-8	1	1						40.9	45.5	9.1		4.5							
	Chicken	0.5-8	0.5	1						70.3	24.3		2.7	2.7							
Rifampin	Beef	0.016-1	0.032	0.032	46.4	46.4	3.6				3.6										
	Pork	0.016-1	0.016	0.032	63.6	27.3	1.5	1.5	1.5		4.5										
	Chicken	0.016-1	0.016	0.125	73	16.2		2.7	2.7		5.4										
Streptomycin**	Beef	4-64	4	16									50	39.3	3.6		7.1				
	Pork	4-64	4	16									57.6	31.8	1.5	3	6.1				
	Chicken	4-64	8	8									32.4	59.5		2.7	5.4				
Sulfamethoxazole	Beef	64-128	64	128													82.1	17.9			
	Pork	64-1024	64	64													90.9	4.5	3		1.5
	Chicken	64-1024	64	128													86.5	5.4		5.4	2.7
Tetracycline	Beef	0.5-32	0.5	32						82.1						17.9					
	Pork	0.5-32	0.5	32						66.7	1.5				3	28.8					
	Chicken	0.5-32	0.5	16						83.8	2.7			2.7	2.7	8.1					
Tiamulin**	Beef	0.5-8	1	4						28.6	60.7		3.6	7.1							
	Pork	0.5-8	1	8						34.8	37.9	1.5	1.5	24.2							
	Chicken	0.5-8	0.5	8						81.1	5.4			13.5							
Trimethoprim	Beef	2-64	2	2								96.4					3.6				
	Pork	2-64	2	64								81.8	4.5				13.6				
	Chicken	2-64	2	2								94.6	2.7				2.7				
Vancomycin	Beef	1-2	1	2							85.7	14.3									
	Pork	1-4	1	2							81.8	15.2	3								
	Chicken	1-2	1	1							91.9	8.1									

* Beef(n=28), Pork(n=66), Chicken(n=37)

** 최소억제농도 breakpoint not determined

Table 103. 수입 축산물에서 분리한 *S. aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Beef (n=28)	Pork (n=66)	Chicken (n=37)	Total (n=131)
Cefoxitin	0(0)	9.1(6)	10.8(4)	6.9(9)
Chloramphenicol	3.6(1)	7.6(5)	2.7(1)	4.6(6)
Ciprofloxacin	7.1(2)	10.6(7)	16.2(6)	11.5(15)
Clindamycin	10.7(3)	10.6(7)	16.2(6)	14.5(19)
Erythromycin	17.9(5)	18.2(12)	27(10)	20.6(27)
Fusidate	0(0)	3(2)	0(0)	1.5(2)
Gentamicin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Kanamycin	7.1(2)	1.5(1)	0(0)	3.8(5)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	1.5(1)	0(0)	0(0)
Penicillin	60.7(17)	47(31)	48.6(18)	47.3(62)
Quinupristin/dalfopristin	7.1(2)	6.1(4)	2.7(1)	5.3(7)
Rifampin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	ND*	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	0(0)	3(2)	2.7(1)	3.1(4)
Tetracycline	17.9(5)	22.7(15)	27(10)	22.9(30)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	3.6(1)	9.1(6)	0(0)	8.4(11)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

*ND: Not determined

Table 104. 수입 축산물에서 분리한 *S. aureus* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Beef (n=28)	Pork (n=66)	Chicken (n=37)	Total (n=131)
No resistance detected	35.7(10)	40.9(27)	54.1(20)	43.5(57)
Resistance 1 CLSI subclass	39.3(11)	24.2(16)	5.4(2)	22.1(29)
Resistance 2 CLSI subclasses	7.1(2)	9.1(6)	18.9(7)	11.5(15)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.1(2)	7.6(5)	10.8(4)	8.4(11)
Resistance 4 CLSI subclasses	3.6(1)	6.1(4)	2.7(1)	4.6(6)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.6(1)	3(2)	5.4(2)	3.8(5)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	6.1(4)	0(0)	3.1(4)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	1.5(1)	0(0)	0.8(1)
Resistance 8 CLSI subclasses	3.6(1)	1.5(1)	0(0)	1.5(2)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	2.7(1)	0.8(1)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

3. *Campylobacter* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

국내산 축산물 시료에서 분리된 *C. jejuni* 4개 균주 및 *C. coli* 6개 균주 등 총 10개 균주에 대한 주요 항생제 내성률은 Table 105와 같다. 10개 균주 중 닭고기 유래 2개 균주를 제외한 8개 균주가 오리고기에서 분리되었다. 10개 균주 중 8개 균주에서 ciprofloxacin과 nalidixic acid에 대한 내성이 공통적으로 나타났다. 10개 균주 중 6개 균주가 3개 이상의 항생제 계열에 내성을 보였으며, 최대 6개 subclass에 내성을 나타냈다.

Table 105. 국내산 축산물에서 분리한 *C. jejuni* / *C. coli*의 항생제 내성 패턴

Strain No.	Species	Antimicrobial resistance	No. of resistance CLSI subclasses	Source
268	*C. jejuni*	CIP, NAL	2	Duck
288	*C. jejuni*	CIP, NAL	2	Duck
479	*C. jejuni*	CIP, TET, NAL	3	Duck
482	*C. jejuni*	AZM, CIP	2	Duck
488	*C. coli*	-	0	Duck
623	*C. coli*	CIP, TET, NAL	3	Chicken
636	*C. coli*	CIP, TET, NAL	3	Duck
727	*C. coli*	AZM, CIP, ERY, TET, FFC, NAL, CLI	6	Chicken
857	*C. coli*	CIP, TET, NAL	3	Duck
858	*C. coli*	CIP, TET, NAL	3	Duck

* CIP, ciprofloxacin; NAL, nalidixic acid; TET, tetracycline; AZM, azithromycin; ERY, erythromycin; CLI, clindamycin; FFC, florfenicol

나. 수입 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

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

【 2019년 보고서 수정】

1. Table 1. 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적 (2019년 보고서 p7)

<당초>

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	921,268
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**	**944,950**

<변경>

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**

【 2019년 보고서 수정】

2. Table 2. 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적 (2019년 보고서 p8)

<당초>

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	97,458
	항콕시듐제	3,535	2,665	2,617	2,256	3,775	2,972	2,751	2,291	894	1,317
	소 계	**57,458**	**57,739**	**65,469**	**63,550**	**72,423**	**71,159**	**69,456**	**88,791**	**91,948**	**98,776**
돼지	항생제	574,197	452,791	441,036	372,010	423,547	474,624	496,240	531,317	487,397	519,855
	항콕시듐제	7,329	6,545	7,656	12,301	4,748	6,120	5,871	5,152	4,669	4,514
	소 계	**581,526**	**459,336**	**448,692**	**384,311**	**428,295**	**480,744**	**502,111**	**536,469**	**492,066**	**524,369**
닭	항생제	147,008	131,072	123,862	118,580	106,491	122,667	122,142	138,020	140,200	145,621
	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**	**163,471**
수산용	항생제	203,490	239,316	227,928	213,235	241,855	200,933	235,776	247,841	242,013	158,334
	항콕시듐제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소 계	**203,490**	**239,316**	**227,928**	**213,235**	**241,855**	**200,933**	**235,776**	**247,841**	**242,013**	**158,334**
계	항생제	978,619	878,252	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	921,268
	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**	**944,950**

<변경>

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**

【 2019년 보고서 수정】

3. Table 3. 성분별(계열) 항생제·항콕시듐제 판매 실적 (2019년 보고서 p9)

<당초>

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	165,923
Sulfonamides	116,797	100,334	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,266
Penicillins	145,466	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	264,249
Aminoglycosides	58,975	46,185	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,969
Macrolides	90,741	60,392	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,229	96,552
Quinolones	46,102	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	46,098
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	25,576
Phenicols	63,882	59,238	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,838
Pleuromutilins	34,578	22,426	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396
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	30,742
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	89
Total	**1,046,951**	**956,322**	**936,401**	**820,390**	**893,155**	**909,742**	**963,901**	**1,026,664**	**983,843**	**944,950**

<변경>

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

【 2019년 보고서 수정】

4. Table 4. 성분별(제제) 항생제·항콕시듐제 판매 실적 (2019년 보고서 p10-p12)

<당초>

항생제계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Penicillins	Penicillin	27,082	24,984	26,621	37,863	24,266	26,670	26,364	22,707	28,122	21,550
	소계	145,466	154,724	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	264,249
Cephems	Ceftiofur	4,119	4,743	6,784	7,308	9,397	9,300	8,547	10,350	6,434	29,823
	소계	4,980	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	30,742
Quinolones	Marbofloxacin	-	-	-	-	2,233	3,494	1,866	2,055	2,579	2,660
	소계	46,102	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	46,098
Polypeptides	Bacitracin	100,775	36,651	1,133	2,218	1,663	2,587	6,236	6,990	12,495	14,363
	소계	117,010	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,576
합 계		1,046,947	956,319	936,398	820,387	893,153	909,739	963,896	1,026,664	983,843	944,950

<변경>

항생제계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년
Penicillins	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	Ceftiofur	4,119	4,743	6,784	7,308	9,397	9,300	8,547	10,350	6,434	12,690
	소계	4,980	5,650	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610
Quinolones	Marbofloxacin	-	-	-	-	2,233	3,494	1,866	2,055	2,579	2,480
	소계	46,102	51,066	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,919
Polypeptides	Bacitracin	100,775	36,651	1,133	2,218	1,663	2,587	6,236	6,990	12,495	14,445
	소계	117,010	56,776	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,658
합 계		1,046,947	956,319	936,398	820,387	893,153	909,739	963,896	1,026,664	983,843	927,158

【 2019년 보고서 수정】

5. Table 5. 용도 및 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적(2019년) (2019년 보고서 p13-p17)

<당초>

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Bacitracin zinc	-	-	-	-	147	555	408	-	1,026	3,181	1,092	-
Ceftiofur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	327	-	-
Ceftiofur crystalline free acid	-	-	-	-	-	22	-	-	-	300	-	-
Ceftiofur sodium	-	-	-	-	2,092	778	-	-	3,900	22,066	-	3
Cefuroxime sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	7	-	-	-
Marbofloxacine	-	-	-	-	24	37	-	-	981	1,618	-	-
Penicillin G procaine	-	-	-	-	29	77	-	-	2,744	11,580	111	-
TOTAL	0	213	175	0	4,866	27,161	14,986	21,009	93,909	496,998	148,313	137,328

<변경>

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Bacitracin zinc	-	-	-	-	147	555	408	-	1,026	3,247	1,108	-
Ceftiofur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189	-	-
Ceftiofur crystalline free acid	-	-	-	-	-	22	-	-	-	438	-	-
Ceftiofur sodium	-	-	-	-	2,092	778	-	-	3,900	4,933	-	3
Cefuroxime sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	7	-	-	-
Marbofloxacine	-	-	-	-	24	37	-	-	927	1,492	-	-
Penicillin G procaine	-	-	-	-	29	77	-	-	2,740	11,568	111	-
TOTAL	0	213	175	0	4,866	27,161	14,986	21,009	93,851	479,242	148,329	137,328

【 2019년 보고서 수정】

6. Table 7. 가축 분변 및 도체로부터 분리한 식중독세균 (2019년 보고서 p19)

<당초>

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	
Staphylococcus aureus	No. of farms	305	204	220	687	1,416	1,268	998	1,089	923	4,278	5,694
	No. of samples	305	204	220	687	1,416	1,565	1,614	1,834	1,071	6,084	7,500
	No. of isolates	0	0	0	0	0	14	90	214	22	340	340

<변경>

Bacterial species		Animal faeces					Carcasses					Total
		Cattle	Pigs	Poultry	Ducks	Subtotal	Cattle	Pigs	Chicken	Ducks	Subtotal	
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

7. Table 24. 가축 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성 (2019년 보고서 p38)

<당초>

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)

<변경>

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	6.3(5)	5.7(6)	12.7(17)	20.3(13)	11.2(43)
Resistance 3 CLSI subclasses	5.0(4)	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)

【 2019년 보고서 수정】

8. Table 37. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 최소억제농도(MICs) 분포도 (2019년 보고서 p55)

<당초>

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
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 - 32	8	16				5.7				2.9	20.0	42.9	22.9	5.7	
Clindamycin	Cattle	0.12 - 16	0.5	8				2.9	42.9	17.1	5.7	8.6	11.4	8.6	2.9		
Erythromycin	Cattle	0.25 - 64	1	64					2.9	11.4	45.7	11.4					28.6
Florfenicol	Cattle	0.5 - 32	1	4						8.6	51.4	25.7	8.6	2.9		2.9	
Gentamicin	Cattle	0.12 - 32	0.125	1				62.9	17.1	8.6	5.7	2.9				2.9	
Nalidixic acid	Cattle	4 - 64	64	64									5.7			8.6	85.7
Telithromycin	Cattle	0.5 - 8	2	8						17.1	28.6	28.6	5.7	20.0			
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

<변경>

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	Pigs	0.03 - 64	0.125	64		2.9	34.3	20.0	11.4	2.9						2.9	25.7
Ciprofloxacin	Pigs	0.12 - 32	8	16				5.7				2.9	20.0	42.9	22.9	5.7	
Clindamycin	Pigs	0.12 - 16	0.5	8				2.9	42.9	17.1	5.7	8.6	11.4	8.6	2.9		
Erythromycin	Pigs	0.25 - 64	1	64					2.9	11.4	45.7	11.4					28.6
Florfenicol	Pigs	0.5 - 32	1	4						8.6	51.4	25.7	8.6	2.9		2.9	
Gentamicin	Pigs	0.12 - 32	0.125	1				62.9	17.1	8.6	5.7	2.9				2.9	
Nalidixic acid	Pigs	4 - 64	64	64									5.7			8.6	85.7
Telithromycin	Pigs	0.5 - 8	2	8						17.1	28.6	28.6	5.7	20.0			
Tetracycline	Pigs	0.25 - 64	16	64					25.7	5.7	5.7	2.9	2.9	2.9	22.9	14.3	17.1

【 2019년 보고서 수정】

9. Table 38. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 항생제 내성률 (2019년 보고서 p56)

<당초>

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)

<변경>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=154)
	Pigs (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)

【 2019년 보고서 수정】

10. Table 39. 가축 분변 및 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성 (2019년 보고서 p56)

<당초>

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)

<변경>

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates							
	Animals				Carcasses			Total (n=154)
	Pigs (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)

【 2019년 보고서 수정】

11. Table 50. 질병 이환 돼지에서 분리된 *S. suis*(n=84) 최소억제농도(MICs) 분포도 (2019년 보고서 p69)

<당초>

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				

<변경>

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		81.0	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				

Ⅶ. 부록

제1장. 축·수산용 항생제 판매량 조사 방법

2001년 한국동물약품협회에서 개발한 종합관리시스템인 성분통계 프로그램(http://www.kahpa.or.kr/main.asp)을 이용하여 2011년부터 2020년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 조사하였다.

1. 자료입력

동물용 항생제 판매실적이 있는 국내 총 188업체(59개 제조업체, 129개의 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 판매 업체에서 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

2020년 1월부터 12월까지 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성 조사를 위하여 도축장에서 소, 돼지, 닭의 분변시료와 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 : 도체 표면을 swab 한 멸균 거즈를 넣은 멸균 백에 일정량의 Buffered Peptone Water에 넣고 stomacher로 약 60초 진탕하여 현탁액을 시험용액으로 사용하였다. 가축의 분변시료는 증균과정 없이 직접 선택배지에서 분리하였다.

(나) 분리배양 : 분변 시료 면봉 또는 도체 현탁액을 Chromogenic *E. coli*/Coliform medium에 도말하여 37℃에서 18～24시간 배양한 후 보라색 집락을 시료 당 3개의 집락을 선택하여 EMB(Eosin Methylene Blue) agar에 도말하였다. EMB agar는 37℃에서 18～24시간 배양한 후 금속성 광택을 나타내는 3개의 집락을 선택하여 MacConkey agar(MA)에 도말하여 37℃, 18～24시간 배양하였다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 Tryptic soy agar(TSA)에 도말하여 37℃ 18～24시간 배양하여 MALDI-TOF MS(Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization Time of Flight Mass Spectrometry)를 이용하여 최종 동정하였다.

2) *Enterococcus* spp.

(가) 증균배양 : 분변 시료 면봉 또는 도체 현탁액을 9㎖ BHI(Brain Heart Infusion) broth 증균배지에 넣고 적당히 넣어 균질화한 후 각각 37℃와 45℃에서 18~24시간 배양하였다. 배양한 균액 100㎕를 m Enterococcus (mE) agar plate에 도말하여 각각 37℃와 45℃에서 48시간 배양한 후 핑크 집락을 3~5개를 선발하였다.

(나) 분리배양 : 37℃에서 배양한 mE agar에서 선별한 *E. faecalis*의 전형적인 집락(진한 pink)을 다시 mE agar에 도말하여 37℃에서 48시간 배양하였다. 45℃에서 배양한 mE agar에서 선별한 *E. faecium* 전형적인 집락(연한 pink)을 다시 mE agar에 도말하여 45℃에서 48시간 배양하였다.

(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-TOF MS로 확인하였다.

나. 식중독세균

1) *Salmonella* spp.

(가) 증균배양 : 분변(5g) 및 도체(25g) 시료를 Buffered Peptone Water 225㎖에 넣어 균질화한 후 37℃에서 16~20시간 배양하였다.

(나) 선택배양 : 증균액 0.1㎖를 10㎖의 Rappaport-Vassiliadis R10 Broth 또는 Modified Semi-solid Rappaport-Vassiliadis R10 (MSRV)에 접종 후 42℃에서 18~24시간 배양하였다(양성은 파란색에서 무색 또는 옅은 초록색으로 변한다). 살모넬라균 선택배지(Xylose-Lysine Desoxychloate agar, CHROMagar Salmonella, SALMA)에 도말한 후 37℃에서 18~24시간 배양하였다.

(다) 확인시험 : 살모넬라균 의심 집락은 PCR 법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 동정하고 살모넬라균 항혈청을 이용하여 혈청형을 동정하였다.

2) *Staphylococcus aureus*

(가) 증균배양 : 도체현탁액 BPW 1㎖를 6.5% NaCl을 첨가한 Tryptic soy broth, Brain heart infusion broth 또는 Staphylococcus enrichment broth에서 37℃, 16시간 배양하였다.

(나) 분리배양 : 배양액 50㎕를 CHROMagar-Staph. aureus, Baird Parker+RPF(Rabbit plasma fibrinogen) 또는 Baird Parker Medium, Mannitol salt agar (with egg york)에 접종 후 37℃, 16시간 배양하였다.

(다) 확인시험 : *S. aureus* 의심 집락은 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종적으로 동정하였다.

3) *Campylobacter jejuni/coli*

(가) 증균배양 : 검체 25g(또는 도체현탁액 25㎖)을 Bolton selective enrichment broth에 넣고 균질화 한 다음 42℃, 48~72시간 배양하였다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber /or Anaerobic Jar나 Campylobacter 가스팩을 이용한다

(나) 분리배양 : Charcoal Cefoperozone Deoxycholate agar(CCDA) 에서 42℃, 미호기적 조건에서 48~72시간 동안 미호기 조건에서 배양하였다.

(다) 확인시험 : Campylobacter 의심 집락은 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

다. 가축병원성세균

1) *Pasteurella multocida*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 혈액배지(Blood agar)에 도말한 후 37℃, 호기조건으로 18~24시간 배양하였다. 의심 집락은 혈액배지에서 다시 계대하여 순수 분리하였다.

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

2) *Actinobacillus pleuropneumoniae*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 초코배지(Chocolate agar)에 도말한 후, 37℃ 혐기조건으로 48시간 배양하였다. 의심 집락은 혈액배지에서 다시 계대하여 순수 분리하였다.

(나) 확인시험 : *A. pleuropneumoniae* 최종 확인은 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

3) *Streptococcus suis*

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

(다) 확인시험 : *S. suis*는 최종 확인은 PCR법 또는 MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 확인하였다.

4) *Bordetella bronchiseptica*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 혈액배지(Blood agar)에 도말한 후 37℃, 호기조건으로 18~24시간 배양하였다. 의심 집락은 혈액배지에서 다시 계대하여 순수 분리하였다.

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

5) *Glasserella parasuis*

(가) 분리배양 : 가검물로부터 초코배지(Chocolate agar)에 도말한 후, 37℃ 혐기조건으로 48시간 배양하였다. 의심 집락은 혈액배지에서 다시 계대하여 순수 분리하였다.

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

제3장. 반려동물에서 대상세균 분리 방법

1. 공시 시료

2020년 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 배양하였다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 Tryptic soy agar(TSA)에 도말하여 37℃ 18~24시간 배양하여 자동화킷트 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 동정하였다.

(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 배양하였다. 배양한 균액 100㎕를 mE agar plate에 도말하여 각각 37℃와 45℃에서 48시간 배양하였다. 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 선발하였다.

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

(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 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS로 확인하였다.

나. 설사분변시료

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

(1) *Clostridium* spp.

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

(나) 확인시험 : 혈액배지의 의심집락을 선발하여 최종적으로 PCR법 또는 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS로 확인하였다. PCR법 또는 MALDI-TOF MS에서 *Clostridium* spp.로 동정된 균주는 축산물안전시스템에 입력한 후 검역본부로 송부하였다.

(2) *Campylobacter jejuni/coli*

(가) 증균배양 : 분변시료를 10㎖의 Bolton selective enrichment broth에 넣고 균질화 한 다음 42℃, 48시간 배양하였다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber /or Anaerobic Jar나 Campylobacter 가스팩을 이용하였다.

(나) 분리배양 : 시료를 배양한 증균액을 선택배지 Charcoal Cefoperozone Deoxycholate agar (CCDA)에서 42℃, 미호기적 조건에서 48-72시간 동안 배양하였다. 배양 조건은 미호기 조건이 가능한 Chamber /or Anaerobic Jar나 Campylobacter 가스팩을 이용하였다.

(다) 확인시험 : 선택배지에서 배양한 후 캠필로박터균으로 의심되는 집락은 Blood agar(BA)에 도말한 후 42℃, 미호기적 조건에서 48시간 배양한 후 최종적으로 PCR법 또는 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS로 확인하였다. *C. jejuni*와 *C. coli*로 동정되지 않는 *Campylobacter* spp. 균주도 모두 축산물안전시스템에 입력한 후 검역본부로 송부하였다.

(3) *Salmonella* spp.

(가) 증균배양 : 분변시료는 9㎖의 Buffered Peptone Water(BPW)에 시료를 약 5g 넣어 균질화한 후 37℃에서 16~20시간 배양하였다.

(나) 선택배양 : BPW 증균액은 Semi-solid Rappaport-Vassiliadis R10 (MSRV)에 약 30㎕씩 petridish 3-4곳에 접종한 후 42℃에서 18~48시간 배양한다. 양성일 경우 접종 부위가 파란색에서 무색 또는 옅은 초록색으로 퍼져나가는 것을 확인하였다.

(다) 분리배양 : MSRV에서 양성인 집락(가장 바깥쪽)을 선택하여 CHROMagar Salmonella 배지에 도말한 후 37℃에서 18~24시간 배양하였다. CHROMagar Salmonella에서 빨간색(핑크색) 집락을 선택하여 MacConkey(무색)에서 도말하여 37℃에서 18~24시간 배양하고 최종적으로 PCR법 또는 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS로 확인하였다.

(4) *Escherichia coli*

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

(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 배양하였다.

(다) 확인시험 : MA에서 분홍색 집락을 선택하여 Tryptic soy agar(TSA)에 도말하여 37℃ 18～24시간 배양하여 그람염색한 후 Vitek (GN card), MALDI-TOF MS를 이용하여 최종 동정하였다.

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 분리하였다.

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

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

라. 뇨

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

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

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

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 분리하였다.

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

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 MALDI-TOF)를 이용하여 균을 동정한다. 동정결과 호흡기 질병 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력하였다. (단, 실적에는 주요 균종 외에는 기타 항목으로 입력하였다.)

바. 생식기계 병변

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

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

(나) 균종확인 : 배양된 균은 자동화장비(VITEK 또는 MALDI-TOF)를 이용하여 균을 동정하였다. 동정결과 생식기질병 주요 병원성세균으로 알려진 균종은 축산물안전관리시스템에 입력하였다. (단, 실적에는 선정된 주요 균종 외에는 기타 항목으로 입력하였다.)

제4장. 축산물에서 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 백금이를 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 agar배지에서 35℃로 24~48시간 배양한 후 검은색 colony를 선택하여 Blood agar plate에서 다시 35℃에서 24시간동안 배양하였다. 최종동정은 자동화장비(Vitek 2 또는 Vitek-MS 등)를 통해 실시하였다.

제5장. 항생제 감수성 검사 방법

가. 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
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations		Ampicillin/sulbactam (AMS)	CIA	VCIA	반려동물
		Amoxicillin/clavulanic acid (AMC)	CIA	VCIA	가축/반려동물
		Piperacillin/tazobactam (PTZ)	CIA	-	반려동물
Cephems	Cephamycin	Cefoxitin (FOX)	HIA	-	가축/반려동물
		Cefazolin (CFZ)	HIA	VHIA	반려동물
	Cephalosporin Ⅰ	Cephalexin (LEX)	HIA	VHIA	반려동물
		Cephalothin (CEP)	HIA	VHIA	반려동물
	Cephalosporin Ⅱ	Cefotetan (CTN)	HIA	-	반려동물
	Cephalosporin Ⅲ	Cefovecin (VEC)	CIA	-	반려동물
		Cefpodoxime (CPD)	CIA	-	반려동물
		Ceftiofur (XNL)	CIA	VCIA	가축
		Ceftazidime (CAZ)	CIA	-	가축/반려동물
	Cephalosporin Ⅳ	Cefepime (FEP)	CIA	-	가축
Penems	Carbapenem	Meropenem (MEM)	CIA	-	가축/반려동물
		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

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

CLSI class	CLSI subclass	Antimicrobial agents (abbreviation)	categorization of antimicrobials		비고
			WHO[1)]	OIE[2)]	
Nitrofurans		Nitrofurantoin (NIT)	IA	-	반려동물
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	반려동물
		Orbifloxacin (ORB)	-	VCIA	반려동물
		Pradofloxaxin (PRA)	-	-	반려동물
	Quinolone	Nalidixic acid (NAL)	CIA	VHIA	가축
Tetracyclines	Glycylcyclines	Tigecycline (TGC)	CIA	-	가축/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
		Minocycline (MIN)	HIA	-	반려동물
		Oxytetracycline (OTC)	HIA	VCIA	가축
		Tetracycline (TET)	HIA	VCIA	가축/반려동물
Others		Fusidic acid (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 6th revision(2018), 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 축산물 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[3]	EUCAST
Quinolone	Nalidixic acid (NAL)	2~128	≥32[1]	CLSI
Tetracyclines	Tetracycline (TET)	2~128	≥16[1]	CLSI

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2020
2) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2021
3) European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, 2019

Table A.3. 가축 및 축산물 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[6]	NARMS
	Kanamycin (KAN)	128~2,048	≥1,024[2]	NARMS
	Streptomycin (STR)	128~2,048	≥1,024[6]	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)	0.12~2	≥0.5[6]	DANMAP
Lipopeptides	Daptomycin (DAP)	0.5~32	≥8[1]	CLSI
Macrolides	Erythromycin (ERY)	1~64	≥8[1]	CLSI
	Tylosin (TYL)	1~64	≥32[2]	NARMS
Oxazolidinones	Linezolid (LNZ)	0.5~16	≥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, 2020
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
6) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2021

TableA.4. 가축 및 축산물 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
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, 2021

Table A.5. 가축 및 축산물 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	≥512[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, 2020

2) The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing 2019

3) ND, Not determined

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

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (μg/mℓ)	Breakpoints(μg/mℓ)			
			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)	256～256	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Trimethoprim /Sulfamethoxazole (SXT)	2/38～2/38	≥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, 2020

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 breakpoints

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested	faeces		Urine	
			Breakpoints	References	Breakpoints	References
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	4~32	≥64	CLSI[1]	≥16	CLSI VET01S
	Gentamicin (GEN)	0.25~8	≥16	CLSI	≥8	CLSI VET01S
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/ clavulanic acid (AMC)	0.25/0.12~8/4	≥32/16	CLSI	≥16/8	CLSI VET01S
	Piperacillin/ tazobactam (PTZ)	8/0.12~64/2	≥128/4	CLSI	≥32/4	CLSI VET01S
Carbapenem	Imipenem (IPM)	1~8	≥4	CLSI	≥4	CLSI
Cephalosporin I	Cephalexin (LEX)	0.5~16	≥8	CLSI VET01S[2]	≥32	CLSI VET01S
	Cefazolin (CFZ)	1~32	≥8	CLSI	≥32	CLSI VET01S
Cephalosporin III	Cefovecin (VEC)	0.25~8	≥8	CLSI VET01S	≥8	CLSI VET01S
	Cefpodoxime (POD)	1~8	≥8	CLSI	≥8	CLSI VET01S
	Ceftazidime (CAZ)	4~16	≥16	CLSI	≥16	CLSI
Fluoroquinolone	Enrofloxacin (ENO)	0.12~4	≥4	CLSI VET01S	≥4	CLSI VET01S
	Marbofloxacin (MAR)	0.12~4	≥4	CLSI VET01S	≥4	CLSI VET01S
	Orbifloxacin (ORB)	1~8	≥8	CLSI VET01S	≥8	CLSI VET01S
	Pradofloxacin (PRA)	0.25~2	≥2	CLSI VET01S	≥2	CLSI VET01S
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/ Sulfamethoxazole (SXT)	0.5/9.5~4/76	≥4/76	CLSI	≥4/76	CLSI
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.25~8	≥32	CLSI	≥16	CLSI VET01S
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2~32	≥32	CLSI	≥32	CLSI
Polymyxins	Colistin (COL)	1~16	≥4	CLSI	≥4	CLSI
Tetracyclines	Doxycycline (DOX)	0.25~8	≥16	CLSI	≥16	CLSI
	Tetracycline (TET)	4~16	≥16	CLSI	≥16	CLSI

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2020

2) Clinical Laboratory Standards Institute, VET01S, 2020

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

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2020

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

6) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2021

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[1)]	CLSI
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)]	CLSI
	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, 2020

2) ND, Not determined

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

Antimicrobial subclass	Antimicrobial Agents (Abbreviation)	Range tested (㎍/㎖)	Breakpoints (㎍/㎖)		References
			Dog	Cat	
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	16~32	≥16[1]	≥16[1]	CLSI VET01S
	Gentamicin (GEN)	4~16	≥16[2]	≥16[2]	CLSI
Ansamycins	Rifampin (RIF)	1~2	≥4	≥4	CLSI
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/clavulanic acid (AMC)	0.25/0.12~8/4	≥1/0.5	≥1/0.5	CLSI VET01S
Cephalosporin I	Cefazolin (CFZ)	2~4	≥8	≥8	CLSI VET01S
	Cephalothin (CEP)	2~4	≥8	≥8	CLSI VET01S
Cephalosporin III	Cefovecin (VEC)	0.06~8	≥2	≥2	CLSI VET01S
	Cefpodoxime (CPD)	2~8	≥8	≥8	CLSI VET01S
Fluoroquinolone	Enrofloxacin (ENO)	0.25~4	≥4	≥4	CLSI VET01S
	Marbofloxacin (MAR)	1~4	≥4	≥4	CLSI VET01S
	Pradofloxacin (PRA)	0.25~2	≥2	≥2	CLSI VET01S
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/ Sulfamethoxazole (SXT)	2/38~4/76	≥4/76	≥4/76	CLSI
Glycopeptide	Vancomycin (VAN)	1~16	≥32	≥32	CLSI
Lincosamides	Clindamycin (CLI)	0.5~4	≥4	≥4	CLSI VET01S
Macrolides	Erythromycin (ERY)	0.25~4	≥8	≥8	CLSI
Nitrofurans	Nitrofurantoin (NIT)	16~64	ND[3]	ND[3]	-
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.25~8	≥0.5	≥1	CLSI VET01S
	Penicillin (PEN)	0.06~8	≥0.25	≥0.25	CLSI
Penicillinase-stable penicillins	Oxacillin (OXA)	0.25~2	≥0.5	≥0.5	CLSI
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	8~32	≥32	≥32	CLSI
Tetracyclines	Doxycycline (DOX)	0.12~0.5	≥0.5	≥0.5	CLSI VET01S
	Minocycline (MIN)	0.5~2	≥2	≥2	CLSI VET01S
	Tetracycline (TET)	0.25~1	≥1	≥1	CLSI VET01S

1) Clinical Laboratory Standards Institute, VET01S, 2020

2) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2020

3) ND, Not determined

나. 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 CAMPY2 plate(Thermo Trek Diagnostics), 가축의 호흡기 병원성세균은 Bovine/Porcine with tulathromycin BOPO6F(Thermo Trek Diagnostics)을 이용하였다. 반려동물에서 분리한 대장균은 COMPGN1F, 포도알균은 COMPGP1F(Thermo Trek Diagnostics), 장알균은 KRVP2F, 클로스트리듐은 ANO2B(Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 검사하였다.

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

2) 탁도 조정 : *E. coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp., *S. aureus*, *P. multocida* 는 증균배지 집락을 5mℓ 멸균 증류수에 현탁하여 0.5 McFarland로 조정하였다. *Campylobacter* spp., *A. pleuropneumoniae*, *S. suis*, *G. parasuis*, *Clostridium* spp.는 5mℓ CAMHBT(cation adjusted Mueller-Hinton broth with TES) broth에 현탁하여 0.5 McFarland로 조정하였다. *E. coli*, *Salmonella* spp., *Enterococcus* spp., *S. aureus*, *P. multocida*는 조정된 균액 10μℓ를 11mℓ의 CAMHBT(cation adjusted Mueller-Hinton broth with TES) broth에, *Campylobacter* spp.와 *S. suis*는 조정된 균액 100μℓ를 11mℓ의 MHB+lysed horse blood(5%). *A. pleuropneumoniae*와 *G. parasuis*는 조정된 균액 50μℓ를 11mℓ VFM(Veterinary Fastidious Medium), *Clostridium* spp.는 조정된 균액 100μℓ를 11mℓ의 brucella broth에 접종하였다.

3) 균 접종 및 배양 : 검사 항생제가 농도별로 coating된 MIC용 plate에 농도를 조정한 접종액을 자동분주기(Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 50μℓ씩 분주하였다. 단 *Campylobacter* spp., *S. suis*, *Clostridium* spp.는 100μℓ씩 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. KRNV5F, KRVP2F, BOPO6F, COMPGN1F, COMPGP1F MIC plate는 Autoreader(Thermo Trek Diagnostics)를 이용하여 판독하였으며 CAMPY2, 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 25923, *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 (5mℓ)	Inoculum transfer	Final inoculum	Broth (11mℓ)	Plate reconstitution	Incubation conditions	Sealing	APQA****	Incubator hours
E. coli, Salmonella spp.	KRNV5F	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H	18~24h
E.faecium/E. faecalis	KRVP2F	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	20H (VA:24h)	18~24h
Campylobacter spp.	CAMPY2	CAMHB*	100ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB+ LHB(5%)**	100ul	42℃, Campypak	perforate seal	24H	24h
A.pleuropneumoniae	BOPO6F	CAMHB	50ul	$5x10^5$ cfu/ml	VFM	50ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20~24h
B.bronchiseptica	BOPO6F	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	20H	18~24h
S. suis	BOPO6F	CAMHB	100ul	$5x10^5$ cfu/ml	MHB+ LHB(5%)	100ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20~24h
G.parasuis	BOPO6F	CAMHB	50ul	$5x10^5$ cfu/ml	VFM***	50ul	35℃, CO_2	perforate seal	22H	20~24h
P.multocida	BOPO6F	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	COMPGN1F	Water	10ul	$1x10^5$ cfu/ml	MHB	50ul	35℃, O_2	adhesive seal	18H	18~24h
Staphylococcus spp.from companion animals	COMPGP1F	Water	10ul	$1x10^5$ 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】

식 품 의 약 품 안 전 처	식 품 의 약 품 안 전 평 가 원
농 림 축 산 식 품 부	농 림 축 산 검 역 본 부
부산지방식품의약품안전청	대구지방식품의약품안전청
광주지방식품의약품안전청	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	한 국 동 물 약 품 협 회

2020년도「국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 - 동물, 축산물 -」 보고서

2021년 9월　인쇄

2021년 9월　발행

발 행 처 : 식품의약품안전평가원 미 생 물 과　Tel) 043-719-4304

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

한 국 동 물 약 품 협 회　Tel) 031-707-2470

인 쇄 처 : 마마커뮤니케이션　Tel) 031-442-1395