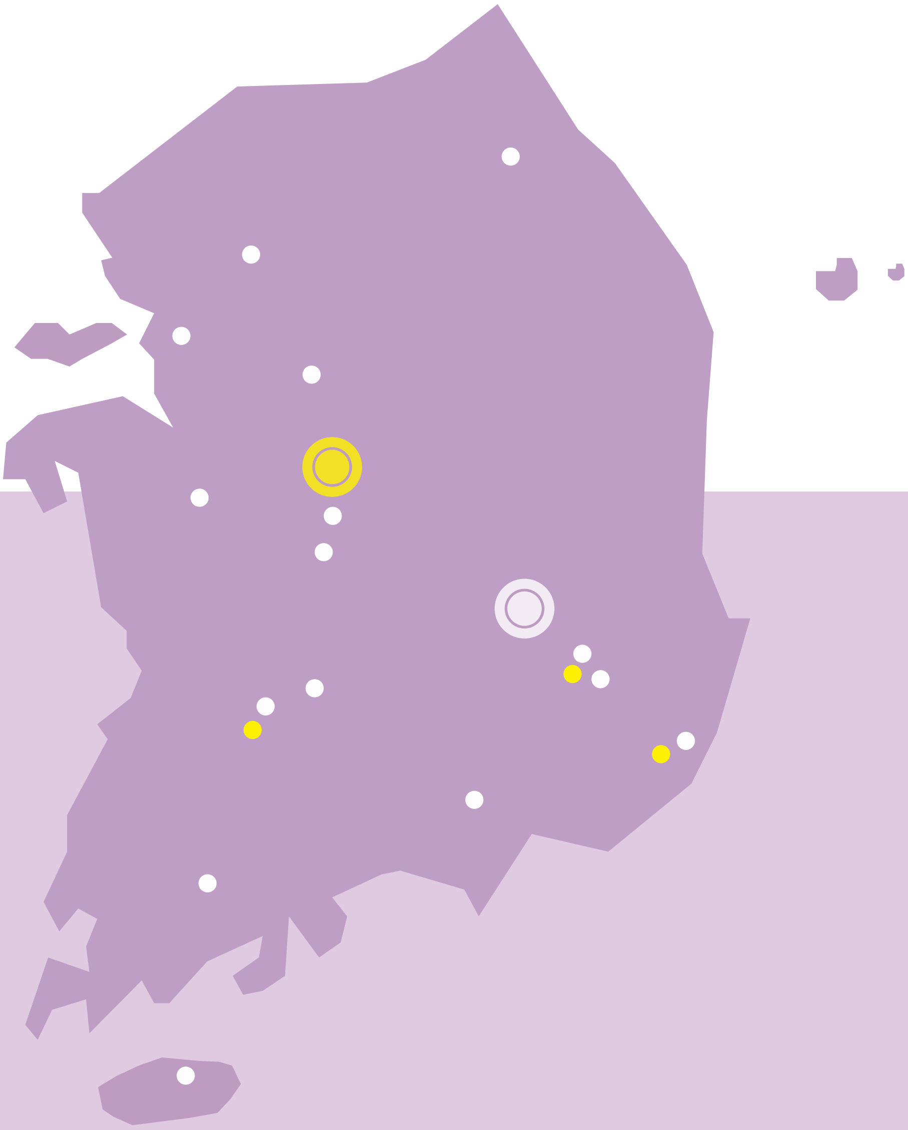
발 간 등 록 번 호
11-1543061-000088-10

2021 년도

『 국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 』

- 동물, 축산물 -



농림축산식품부 농림축산검역본부 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원

CONTENTS

CONTENTS

Ⅰ. 요약문

국문 요약문

농림축산검역본부와 식품의약품안전평가원은 2021년도 동물 및 유통 축산물에 대한 항생제 내성을 조사하였다. 가축(도체 포함) 및 반려동물에 대한 항생제 내성 조사는 농림축산검역본부와 16개 동물위생시험소·보건환경연구원이 참여하는 "축산 항생제 내성균 감시체계 구축"사업에서 수행하였다. 유통 축산물에 대한 항생제 내성 조사는 식품의약품안전평가원이 주관하고 3개 지방식품의약품안전청이 참여하는 "전국단위 수입, 국내산 축·수산물의 국가 항생제 내성 실태 조사" 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. 2021년도에 조사한 축·수산용 항생제 판매 현황과 가축, 반려동물, 유통 축산물에 대한 항생제 내성 현황은 다음과 같다.

1. 축·수산용 항생제 판매량(추정치)

2021년 항생제 및 항콕시듐 판매량은 총 1,062톤으로, 그룹별로는 항생제 1,036톤 및 항콕시듐제 26톤으로 조사되었다. 축종별로는 돼지, 수산, 닭, 소 순으로 판매되었으며 전체 판매량 중 돼지에서 52%(555톤), 수산에서 21%(226톤), 닭에서 17%(183톤), 소에서 9%(97톤) 판매되었다. 항생제계열별로는 penicillins계(305톤) 항생제가 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines계(211톤), phenicols계(137톤), macrolides(106톤) 순으로 판매되었으며, 이들 4개 계열 항생제가 전체 판매량의 약 70% 이상을 차지하였다. '20년 대비 항생제별 판매량은 polypeptides계 항생제는 약 10% 감소하였으나 phenicols, quinolones, tetracyclines계 항생제는 약 20% 이상 증가하였다.

2. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성

축산분야 항생제 내성 실태를 조사하기 위해 정상 가축의 분변 및 도체, 질병 이환 가축의 임상 시료에서 총 4,002균주를 분리하였다[지표세균 2,276균주(*Escherichia coli* 841, *Enterococcus faecium* 644, *Enterococcus faecalis* 791, 식중독세균 1,225균주(*Salmonella* spp. 514, *Campylobacter* spp. 356, *Staphylococcus aureus* 355), 가축병원성세균 501균주(*E. coli* 231, *Salmonella* spp. 123, *Pasteurella multocida* 57, *Actinobacillus pleuropneumoniae* 22, *Streptococcus suis* 68)]. 분리 세균에 대한 항생제감수성검사 결과 정상 가축 및 도체에서 분리한 지표세균 *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 나타났다. 특히 중요 항생제인 ciprofloxacin(72.5%)과 ceftiofur(10.1%) 내성이 닭(도체)에서 높았다. 그러나 meropenem 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았다. *E. faecium*/*E. faecalis* 내성률은 항생제별로 다소 차이가 있었으며 전반적으로 *E. faecalis*에서 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 tetracycline, erythromycin, florfenicol, ciprofloxacin 내성이 높았다. 사람에서 중요하게 사용되는 vancomycin 내성은 검출되지 않았으며 linezolid, daptomycin 내성은 낮게 유지되었다. 식중독세균인 *Salmonella* spp. 내성률은 축종 및 시료별로 다소 차이가 있었으며 중요항생제인 ceftiofur 내성은 닭 및 닭 도체에서 약 20%로 높게 검출되었다. *Campylobacter* spp.는 모든 축종(시료)에서 (fluoro)quinolones계 항생제(nalidixic acid, ciprofloxacin) 내성이 가장 높게 나타났으며 macrolides계 항생제 내성은 *C. coli*에서 높았다. *S. aureus* 검사 결과, 모든 가축 도체에서 penicillin 내성이 가장 높았으며, methicillin 내성 *S. aureus*는 15균주(4.2%) 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 2,252균주를 분리하였다[지표세균 453균주(*E. coli* 181, *E. faecium* 109, *E. faecalis* 163), 병원성세균 1,799균주(*E. coli* 475, *E. faecium/E. faecalis* 408, *Staphylococcus* spp. 744, *C. perfringens* 115, *C. difficile* 57)]. 분리 세균에 대한 항생제감수성검사 결과, 정상 반려동물 분변에서 분리한 지표세균인 *E. coli*와 *E. faecium/faecalis* 항생제 내성 양상은 개와 고양이에서 유사하게 나타났다. *E. coli*에서는 ampicillin과 cephalexin의 내성이 높았으며, *E. faecium/E. faecalis*에서는 tetracycline과 macrolides계(erythromycin, tylosin) 내성이 높았다. 임상 시료에서 분리한 병원성세균의 항생제 내성은 균종별, 시료별로 차이가 있었다. 임상 시료에서 분리한 *E. coli*는 cefalexin의 내성이 가장 높았으며 colistin(0.4%)과 imipenem 내성(1.3%)이 개 설사 분변 및 뇨 시료에서 확인 되었다. 개와 고양이 피부 병변에서 분리한 *Staphylococcus* spp. 3종에 대한 항생제감수성검사 결과 *S. pseudintermedius*의 내성이 전반적으로 높게 나타났다. 개와 고양이 피부에서 분리한 *S. pseudintermedius*에서는 penicillin, erythromycin, tetracyclines(doxycycline, minocycline, tetracycline) 내성이 70% 이상으로 높게 나타났다. 개 피부 병변에서 분리한 *S. schleiferi*는 oxacillin, penicillin, cefovecin, marbofloxacin, enrofloxacin, ampicillin 내성이 약 30.0% 이상으로 다른 항생제에 비해 높았다. 그러나 고양이 피부병변에서 분리한 *S. felis*는 penicillin(20.8%)을 제외한 모든 항생제 내성률이 5.0%로 낮았다. 반려동물 설사 시료에서 분리한 *Clostridium* spp. 2종에 대한 항생제 내성 조사 결과, *C. perfringens*는 tetracycline (61.7%), *C. difficile*은 cefoxitin(75.4%) 내성이 가장 높았다. 그 외 항생제 내성률은 낮았으며 metronidazole 내성은 검출되지 않았다.

4. 유통 축산물 유래 세균의 항생제 내성

축산물의 항생제 내성 실태조사를 위해 국내산 유통 축산물 1,354건으로부터 *E. coli* 725개 균주, *E. faecium/faecalis* 330개 균주, *Salmonella* spp. 248개 균주, *S. aureus* 219개 균주, *Campylobacter* spp. 22개 균주를 분리하였다. *E. coli*의 경우 ampicillin, tetracycline, nalidixic acid, 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 ciprofloxacin, erythromycin, chloramphenicol, florfenicol에 대한 내성률이 상대적으로 높았으며, *E. faecalis*는 tetracycline, tylosin, erythromycin, tigecycline에 대한 내성률이 높았다. *E. faecium*, *E. faecalis* 모두 vancomycin 내성 균주는 확인되지 않았다. *Salmonella* spp.는 주로 닭고기와 오리고기에서 주로 분리되었으며, nalidixic acid, ampicillin, tetracycline, sulfisoxazole, streptomycin의 내성률이 상대적으로 높았다. *Salmonella* spp.에서도 사람에게 중요 항생제인 carbapenem계 항생제에 대한 내성균은 검출되지 않았다. *S. aureus*의 경우 penicillin에서 가장 높게 나타났으며, ciprofloxacin, tetracycline, erythromycin에 대한 내성률이 상대적으로 높았다. 반면, *S. aureus*에서 linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin에 대한 내성은 확인되지 않았다. *Campylobacter* spp.의 경우 22개 균주 중 15개 균주에서 (fluoro)quinolone계 항생제인 ciprofloxacin과 nalidixic acid에 대한 내성이 동시에 확인되었다.

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

Summary

The Animal and Plant Quarantine Agency, and the National Institute of Food and Drug Safety Evaluation investigated the antimicrobial resistance of bacteria recovered from food animals and their products, and companion animals in the Republic of Korea in 2021. 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 1,062 tons (1,036 tons of antibiotics and 26 tons of ionophores) of active compounds were sold in 2021. The largest volume of antimicrobials was sold for use in pigs (52%, 555 tons), followed by fishery (21%, 226 tons), poultry (17%, 183 tons), and cattle (9%, 97 tons). Penicillins (305 tons), tetracyclines (211 tons), phenicols (137 tons) and macrolides (106 tons) were the top-selling antimicrobials that accounted for about 70% of the total sales. In 2021, sales of polypeptides decreased by about 10% compared to that in 2020. Whereas, sales of phenicols, quinolones, and tetracyclines increased by almost 20%.

2. Monitoring of antimicrobial resistance in food-producing animals

Antimicrobial resistance was investigated in a total of 4,002 bacteria; 2,276 indicator bacteria ((*Escherichia coli* 841, *Enterococcus faecium* 644, *Enterococcus faecalis* 791). 1,225 foodborne pathogens (*Salmonella* spp. 514, *Campylobacter* spp. 356, *Staphylococcus aureus* 355), isolated from fecal samples and carcasses of healthy animals, and 501 animal pathogens (*E. coli* 231, *Salmonella* spp. 123, *Pasteurella multocida* 57, *Actinobacillus pleuropneumoniae* 22, *Streptococcus suis* 68)] 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 (72.5%) and ceftiofur (10.1%) was high in chicken isolates. Meropenem resistance was not identified in *E. coli*. In the *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. However, the isolates exhibited a no or 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. Especially, resistance to ceftiofur was high in chicken isolates (23.3%). *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. A total of 15 (4.2%) 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.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 2,252 isolates (453 indicator isolates and 1,799 clinical isolates) recovered from dogs and cats. We observed similar resistance patterns in both dog and cat indicator *E. coli* and *Enterococcus* species. The investigation revealed high ampicillin and cephalexin resistance in *E. coli* isolates, tetracycline and macrolides (erythromycin, tylosin) resistance in *E. faecium/E. faecalis* isolates. Resistance varied by bacterial species and samples. *E. coli* from clinical samples showed high resistance to cefalexin in dogs and cats. Additionally, we observed colistin (0.5%) and imipenem (1.6%) resistance in *E. coli* isolated from feces and urine samples of dogs. *S. pseudintermedius* showed higher resistance compared to *S. schleiferi* and *S. felis*. In addition, multi-resistance was also common in *S. pseudintermedius*. Resistance to penicillin, erythromycin and tetracyclins (doxycycline, minocycline and tetracycline) showed high resistance more than 70% in *S. pseudintermedius*. *S. schleiferi* exhibited a moderate-to-low resistance rate to most of the tested antimicrobials: oxacillin, penicillin, cefovecin, marbofloxacin, enrofloxacin, and ampicillin. In addition, *S. felis* demonstrated very low resistance rates (<5.0%) to all of the tested antimicrobials except for penicillin (20.8%). *Clostridium* spp. showed a low resistant rate (< 20%) to most of the tested antimicrobials except tetracycline and cefoxitin. *C. perfringens* presented the highest resistance rate (61.7%) to tetracycline, whereas cefoxitin resistance (75.4%) was noted in *C. difficile* isolated from dogs and cats. Metronidazole resistance was not observed in both *Clostridium* spp.

4. Monitoring of antimicrobial resistance in retail meats

Antimicrobial resistance was investigated of 725 *E. coli*, 330 *E. faecium/faecalis*, 248 *Salmonella* spp., 219 *S. aureus* and 22 *Campylobacter* spp. isolated from 1,354 domestic retail meats. *E. coli* strains presented relatively higher resistance to ampicillin, tetracycline, nalidixic acid and sulfisoxazole. *E. coli* strains isolated from beef exhibited lower resistance to most of the tested antimicrobials than 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 ciprofloxacin, erythromycin, chloramphenicol and florfenicol. *E. faecalis* exhibited relatively higher resistance to tetracycline, tylosin, erythromycin and tigecycline. 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, tetracycline, sulfisoxazole and streptomycin. 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. Fifteen of 22 *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

국내 축산분야 항생제 내성 모니터링은 2003년부터 농림축산검역본부(검역본부)에서 “축산용 항생제 관리 시스템 구축”사업으로 추진해오다가 2008년부터는 농림축산식품부(농식품부)가 주관하는 “축산 항생제 내성균 감시체계 구축”사업으로 전환하여 전국적으로 수행하고 있다. 대상 축종은 본 사업을 시작한 2008년부터 2017년까지는 국내 주요 가축인 소, 돼지, 닭에 대해 실시해 오다가 2018년부터는 오리와 반려동물(개, 고양이)을 추가하여 실시해 오고 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 등에 활용되고 있다.

가축 및 반려동물에 대한 항생제 내성 조사는 농식품부, 검역본부, 16개 시·도 동물위생시험소(시험소) 및 보건환경연구원이 수행하였다(그림 1). 조사 대상 균주는 지표세균(대장균, 장알균), 식중독세균(살모넬라균, 캠필로박터균, 황색포도알균), 가축병원성세균(병원성대장균, 살모넬라균, 파스튜렐라균, 엑티노바실러스균, 사슬알균)이다. 반려동물에서는 지표세균(대장균, 장알균)과 반려동물 병원성세균(대장균, 클로스트리듐속 균, 살모넬라균, 포도알속 균, 슈도모나스속 균, 사슬알속 균, 프로테우스속 균, 보르데텔라속 균, 장내세균과, 파스튜렐라속 균, 클렙시엘라속 균)을 조사하였다. 시험소 및 보건환경연구원에서는 시료를 채취하여 대상 세균을 분리하였으며 검역본부에서는 분리 세균에 대해 항생제감수성검사를 실시하고 그 결과를 분석하였다(Fig.1).

유통 중인 축산물에 대해서는 식품의약품안전처에서 2003년부터 유통 축산물에서 분리된 세균에 대한 항생제 내성률 모니터링을 수행해 왔으며, 2013년 이후에는 수입 축산물에 대한 항생제 내성 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)을 분리하고 식품의약품안전평가원에서는 분리된 균주에 대해 항생제감수성검사를 수행하고 그 결과를 분석하고 있다. 유통 축산물의 항생제감수성검사는 가축 및 도체의 항생제감수성검사 방법과 통일하여 실시하고 있다(Fig.1).

본 보고서에서는 2021년 축·수산용 항생제 판매 실태조사 결과(추정치)와 가축, 도축장 도체, 유통단계의 축산물 등 축산물 생산단계부터 유통단계까지 전체 food chain과 반려동물에 대한 항생제 내성 조사 결과를 통합하여 기술하였다.

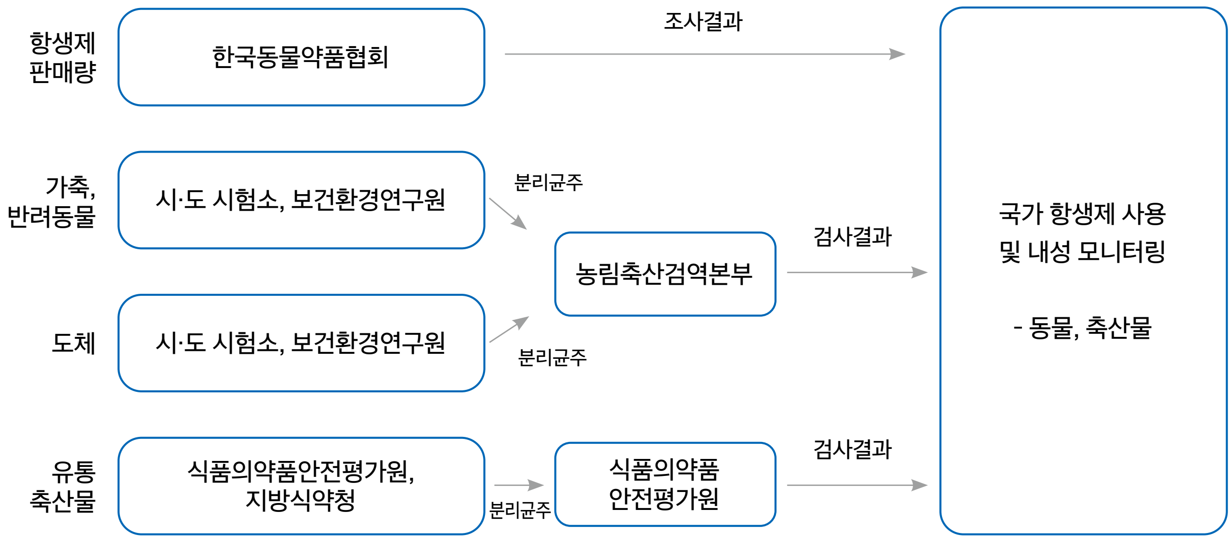


Fig. 1. 축산분야 항생제 사용 및 내성 모니터링 개요

Ⅲ. 축·수산용 항생제 판매량

제1장. 항생제 및 항콕시듐제 총 판매 실적(추정치)

2021년 가축 및 수산에 판매된 항생제 및 항콕시듐제 총량은 약 1,062톤으로, 이 중 항생제는 약 1,036톤, 항콕시듐제는 약 26톤으로 조사되었다. 연도별 항생제 판매량은 2017년을 제외하고 2012년부터 2020년까지 1,000톤 이하로 판매되었다. 그러나 2013년 판매량이 약 820톤으로 가장 적게 판매된 이후 점차 증가 추세를 나타내었다. 그룹별로는 항콕시듐제는 2012년에 약 81톤으로 가장 많이 판매되었으며 지속적으로 감소하여 2021년에는 약 26톤으로, 2012년에 비해 크게 감소하였다. 항생제는 2013년 약 765톤으로 가장 적게 판매되었으나 점차 증가하여 2021년에는 약 1,036톤으로 2013년에 비해 약 35% 증가하였다(Table 1).

일반적으로 항생제 판매량은 그 해 가축 사육두수, 질병 발생 등에 따라 변동될 수 있다. 국내 가축 사육 두수는 지속적으로 증가하여 2021년에는 2012년에 비해 모든 축종이 약 10% 증가하였으며 항생제 판매량도 동시에 증가하여 실제 농가에서 사용된 항생제 증가 또는 감소 여부는 좀 더 분석이 필요 하다(Fig. 2).

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

구분	항생제 판매량									
	2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도	2020년도	2021년도
항생제	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476	894,999	1,035,850
항콕시듐제	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996	25,679
합 계	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**	**1,061,529**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

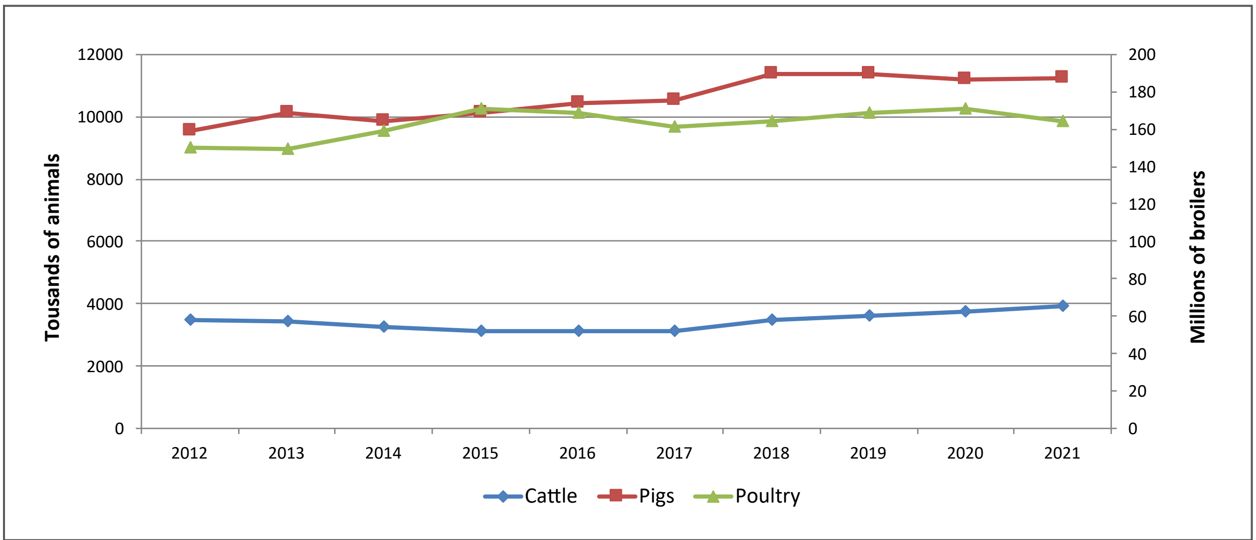


Fig. 2. 가축 사육 두수 동향(2012~2021년)

〈자료출처: 통계청 가축통계〉

제2장. 축종별 판매 실적(추정치)

2021년 축종별 판매량은 돼지에서 555톤(52%)으로 가장 많았으며 수산 226톤(21%), 닭 182톤(17%), 소 97톤(9%)이었다. 2012년부터 2021년까지 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 살펴보면, 2021년 돼지에 판매된 항생제 및 항콕시듐은 약 555톤으로, 가장 적게 판매된 2013년 384톤에 비해 약 44% 증가하였다. 닭은 2013년부터 2020년까지 약 150톤이었으나 2021년에는 약 183톤으로 가장 적게 사용한 2014년에 비해 약 20% 증가하였다. 소는 2021년 97톤으로, 2013년 약 64톤이 판매된 이후 지속적으로 증가하여 2018년부터는 90톤 이상 판매되었다. 전체 판매량 중 소에 판매된 항생제 판매 비중도 2012년 7%에서 2021년 9%로 증가하였다. 수산용으로 판매된 항생제는 2021년 226톤으로 2019년과 2020년 159톤에 비해 약 40% 이상 증가하였다.

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

구분		항생제 판매량									
		2012년도	2013년도	2014년도	2015년도	2016년도	2017년도	2018년도	2019년도	2020년도	2021년도
소	항생제	62,852	61,294	68,648	68,187	66,705	86,500	91,054	97,399	96,391	95,160
	항콕시듐제	2,617	2,256	3,775	2,972	2,751	2,291	894	1,318	2,230	2,253
	소 계	**65,469**	**63,550**	**72,423**	**71,159**	**69,456**	**88,791**	**91,948**	**98,717**	**98,621**	**97,413**
돼지	항생제	441,036	372,010	423,547	474,624	496,240	531,317	487,397	502,103	500,957	549,973
	항콕시듐제	7,656	12,301	4,748	6,120	5,871	5,152	4,669	4,513	6,051	5,025
	소 계	**448,692**	**384,311**	**428,295**	**480,744**	**502,111**	**536,469**	**492,066**	**506,616**	**507,008**	**554,998**
닭	항생제	123,862	118,580	106,491	122,667	122,142	138,020	140,200	145,637	138,855	164,438
	항콕시듐제	70,447	40,710	44,089	34,236	34,412	15,543	17,616	17,851	15,715	18,401
	소 계	**194,309**	**159,290**	**150,580**	**156,903**	**156,554**	**153,563**	**157,816**	**163,488**	**154,570**	**182,839**
수산용	항생제	227,928	213,235	241,855	200,933	235,776	247,841	242,013	158,337	158,796	226,279
	항콕시듐제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소 계	**227,928**	**213,235**	**241,855**	**200,933**	**235,776**	**247,841**	**242,013**	**158,337**	**158,796**	**226,279**
계	항생제	855,678	765,120	840,541	866,411	920,862	1,003,678	960,664	903,476	894,999	1,035,850
	항콕시듐제	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996	25,679
	소 계	**936,398**	**820,387**	**893,153**	**909,739**	**963,896**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**	**1,061,529**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

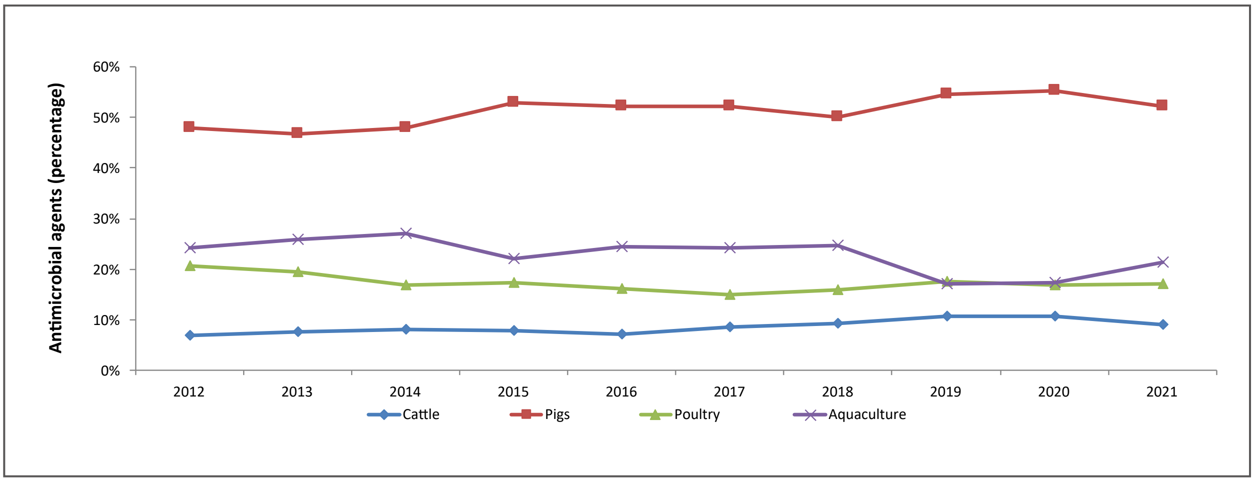


Fig. 3. 축종별(가축 및 수산) 항생제 및 항콕시듐제 판매 추이 비교(2012~2021년)

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

제3장. 성분별 판매 실적(추정치)

2021년 판매된 항생제의 성분별 조사 결과, penicillins 계열 항생제가 305톤으로 가장 많이 판매되었으며 tetracyclines 계열(211톤), phenicols계열(137톤), macrolides계열(106톤) 순으로 판매되었고, 이들 4개 계열 항생제 판매량은 전체 판매량의 약 71%를 차지하였다. Penicillins계열은 2012년 약 190톤 판매되었으나 점차 증가하여 2021년에는 300톤 이상 판매되었다. Tetracyclines계열 항생제는 2012년에 약 280톤 판매되었으나 이후 점차 감소하여 2019년과 2020년에는 약 200톤 이하로 감소하였으나 2021년에 다시 약 200톤 이상 판매되었다. Phenicols계 항생제는 지속적으로 판매량이 증가하여 2013년 65톤에서 2021년에는 137톤으로 약 2배 이상 증가하였다. Aminoglycosides, polypeptides, lincosamides 계열 항생제 판매량도 2013년 이후 지속적으로 증가 추세를 나타내었다. 중요항생제의 판매량도 전반적으로 증가하였으며 2013년 대비 2021년에는 cephalosporins계열은 약 5톤(8→13), macrolides계열은 약 65톤(41→106), polypeptides계열은 약 16톤(10→26), quinolones계열은 약 16톤(50→66) 증가하였다(Table 3).

항생제 성분별 판매량은 amoxicillin이 211톤으로 가장 많이 판매되었으며, florfenicol과 oxytetracycline이 136톤으로 100톤 이상 판매되었다. 그 외 ampicillin, enrofloxacin, chlortetracycline, tylosin이 50톤 이상 판매되었다(Table 3). 중요 항생제 판매량은 fluoroquinolones계 항생제인 enrofloxacin이 58톤으로 2012년 이래 가장 많이 판매되었으며, 제3세대인 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur와 polypeptides계인 colistin이 약 10톤 판매되었다(Table 4).

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

항생제(계열)	항생제 판매량									
	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
Aminoglycosides	46,071	36,945	45,781	47,821	48,218	50,503	57,850	51,972	53,697	54,809
Cephalosporins	7,759	8,065	10,293	10,082	9,623	11,312	7,176	13,610	14,411	13,145
Glycolipid	459	319	271	243	409	265	113	-	-	-
Lincosamides	9,172	7,900	10,168	9,306	10,072	13,562	16,030	15,713	17,146	17,042
Macrolides	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,229	96,556	93,093	105,951
Orthosomycins	143	111	88	13	40	-	80	212	264	25
Penicillins	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,687	255,941	304,775
Phenicols	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,837	113,195	136,602
Pleuromutilins	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,395	31,490	34,011
Polypeptides	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,657	29,717	26,540
Quinolones	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,918	44,380	66,480
Streptogramins	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952	1,505
Sulfonamides	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,267	69,087	63,769
Tetracyclines	282,003	268,815	229,766	237,100	249,440	254,541	248,948	165,922	171,484	211,063
Ionophores	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,682	23,996	25,679
Others	533	975	153	167	257	149	215	86	142	133
Total	**936,378**	**820,387**	**893,153**	**909,742**	**963,901**	**1,026,664**	**983,843**	**927,158**	**918,995**	**1,061,529**

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 4. 성분별(제제) 항생제·항콕시듐제 판매 실적

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
Amino-glycosides	Amikacin	50	36	51	143	40	39	38	35	39	31
	Aminosidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Apramycin	1,725	829	1,324	1,615	2,194	2,076	1,236	1,002	1,006	1,212
	Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dihydrostreptomycin	9,886	8,283	9,609	11,826	10,633	10,035	13,861	9,883	10,176	10,456
	Gentamicin	3,900	2,367	2,763	2,624	2,458	2,606	2,228	1,954	1,813	1,585
	Kanamycin	2,786	2,412	2,730	2,810	2,887	2,911	2,678	2,823	2,606	2,563
	Neomycine	13,972	10,889	14,173	13,368	15,585	17,687	23,117	21,808	21,489	22,808
	Spectinomycin	8,269	6,718	8,347	9,814	10,417	10,312	10,061	9,116	10,622	10,023
	Streptomycin	5,483	5,444	6,784	5,621	4,004	4,828	4,632	5,350	5,946	6,131
	소계	46,071	36,978	45,781	47,821	48,218	50,494	57,850	51,969	53,697	54,809
Cephalosporins	Cefacetril	2	4	2	2	4	3	6	10	-	-
	Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefazolin	88	92	68	-	96	4	3	3	1,298	1,969
	Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefuroxime	3	2	2	-	3	33	33	7	6	11
	Cephalexin	845	656	799	577	962	894	680	853	406	446
	Cephalonium	73	48	36	118	56	48	49	29	41	25
	Cephaloridine	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-
	Cephapirin	14	10	-	-	-	-	4	4	4	3
	Cefovecin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cefquinome	56	41	43	35	62	64	59	64	74	70
	Ceftiofur	6,784	7,308	9,397	9,300	8,547	10,350	6,434	12,690	12,633	10,660
	소계	7,865	8,161	10,347	10,080	9,730	11,396	7,267	13,661	14,462	13,183
Glycolipid	Bambermycin	459	319	271	243	409	265	113	-	-	-
	소계	459	319	271	243	409	265	113	-	-	-
Lincosamides	Clindamycin	919	600	707	342	265	384	451	605	424	383
	Lincomycin	8,253	7,300	9,461	8,964	9,807	13,178	15,580	15,108	16,722	16,659
	소계	9,172	7,900	10,168	9,306	10,072	13,562	16,031	15,713	17,146	17,042
Macrolides	Erythromycin	11,942	6,671	8,520	10,185	12,843	12,937	12,228	13,627	9,849	12,448
	Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kitasamycin	1,484	572	942	614	544	1,169	960	690	804	588
	Oleandomycin	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Roxithromycine	30	38	30	23	37	33	25	26	25	14
	Spiramycine	2,119	1,322	1,768	1,556	1,557	1,716	1,580	1,470	1,533	1,387
	Tildipirosin	-	-	-	22	40	49	81	80	86	78
	Tilmicosin	9,564	5,768	8,651	14,639	17,343	27,031	21,770	22,261	20,561	23,607
	Tylosin	30,784	26,563	38,278	38,892	40,984	50,613	53,363	58,110	59,686	67,122
	Tulathromycin	156	91	156	167	256	401	223	289	549	708
	소계	56,080	41,025	58,345	66,098	73,604	93,949	90,230	96,553	93,093	105,951
Orthosomycins	Avilamycin	143	111	88	13	40	-	80	212	264	25
	소계	143	111	88	13	40	-	80	212	264	25

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
Penicillins	Amoxycillin	128,412	112,021	178,824	139,676	159,854	190,090	171,106	177,712	171,615	210,781
	Ampicillin	34,591	37,359	49,430	56,766	59,421	67,567	59,439	64,414	67,824	78,179
	Cloxacillin	88	45	67	44	435	424	406	443	187	7
	Dicloxacillin	36	32	141	198	121	108	120	130	143	196
	Penicillin	26,621	37,863	24,266	26,670	26,364	22,707	28,122	20,986	16,172	15,613
	소계	189,748	187,320	252,728	223,354	246,195	280,896	259,193	263,685	255,941	304,775
Phenicols	Chloramphenicol	1,305	1,149	1,248	1,544	-	-	-	-	-	-
	Florfenicol	82,023	63,815	76,495	91,727	98,760	114,565	99,564	109,783	113,171	136,582
	Thiamphenicol	95	82	47	50	34	151	28	54	24	21
	소계	83,423	65,046	77,790	93,321	98,794	114,716	99,592	109,838	113,195	136,602
Pleuromutilins	Tiamulin	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396	31,490	34,011
	Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	17,740	13,598	19,425	18,252	21,985	24,381	28,130	29,396	31,490	34,011
Polypeptides	Bacitracin	1,133	2,218	1,663	2,587	6,236	6,990	12,495	14,445	17,793	15,483
	Colistin	8,909	7,648	9,183	9,331	10,311	15,232	11,604	10,535	11,135	10,337
	Enramycin	194	195	272	540	818	765	560	678	789	721
	소계	10,236	10,061	11,118	12,458	17,365	22,987	24,659	25,658	29,717	26,540
Quinolones	Cenfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Danofloxacine	-	4	4	6	8	8	6	5	6	4
	Enrofloxacin	41,340	40,668	32,813	36,592	34,437	35,850	31,465	35,896	36,185	58,003
	Flumequine	2,586	2,704	2,383	3,012	3,465	3,269	2,871	2,615	1,686	1,746
	Marbofloxacin	-	-	2,233	3,494	1,866	2,055	2,579	2,480	2,341	2,270
	Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nitroxoline	29	2	13	-	-	-	-	-	-	-
	Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Orbifloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oxolinic acid	5,194	6,349	6,155	6,057	6,523	6,290	5,665	4,923	4,162	4,457
	Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sarafloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	49,149	49,727	43,601	49,161	46,299	47,472	42,585	45,919	44,380	66,480
Streptogramins	Virginiamycin	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952	1,505
	소계	889	626	1,290	190	80	266	337	644	952	1,505
Sulfonamides	Formosulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Silver sulfadiazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfachloropyridazine	1,555	873	1,000	782	625	938	874	1,141	1,185	1,119
	Sulfaclozine	417	234	5	6	-	-	-	-	-	-
	Sulfadiazine	15,645	8,487	10,866	12,182	13,842	12,960	12,078	13,504	10,603	11,039
	Sulfadimethoxine	2,679	1,606	2,569	2,121	2,316	3,465	2,976	2,400	1,386	2,148
	Sulfadoxine	804	332	375	442	477	528	574	462	542	666
	Sulfaguanidine	42	38	50	70	124	36	173	21	132	131

(*continued*)

항생제 계열	항생제 성분	항생제 판매량(kg)									
		2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
Sulfonamides	Sulfamerazine	199	219	240	256	232	236	238	154	10	73
	Sulfamethazine	13,771	10,269	12,987	13,068	9,932	10,444	10,805	13,257	13,492	14,607
	Sulfamethoxazole	27,407	21,816	20,975	27,677	26,142	24,068	22,941	23,239	21,615	21,047
	Sulfamethoypyridazine	426	219	377	166	152	248	198	258	314	173
	Sulfamonmethoxine	1,110	198	374	261	184	204	112	-	-	-
	Sulfanilamide	32	-	8	18	11	11	11	14	12	13
	Sulfaphenazole	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	Sulfaquinoxaline	1,834	780	977	1,102	1,310	946	479	631	472	336
	Sulfathiazole	26,543	22,902	22,035	32,269	34,650	26,661	26,559	21,368	12,342	5,430
	Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Trimethoprim	9,809	6,614	6,886	8,425	8,485	7,934	7,507	7,817	6,982	6,988
	소계	102,273	74,587	79,724	98,845	98,482	88,679	85,526	84,266	69,087	63,769
Tetracyclines	Chlortetracycline	92,327	75,454	74,390	76,306	79,573	67,000	77,278	69,414	75,406	75,130
	Doxycycline	1,900	1,553	1,404	1,633	1,287	1,251	1,679	1,763	1,127	854
	Minocycline	29	28	21	30	40	39	37	43	48	42
	Oxytetracycline	187,747	191,780	153,951	159,131	168,540	186,251	169,954	94,704	94,903	135,036
	Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	282,003	268,815	229,766	237,100	249,440	254,541	248,948	165,923	171,484	211,063
Ionophores	Clopidol	25,338	10,631	11,514	11,581	13,231	12,236	9,257	12,218	13,748	16,300
	Diclazuril	411	386	450	549	640	712	719	882	876	1,280
	Fenbendazol	7,353	12,177	4,928	5,672	6,059	5,279	4,342	4,577	6,141	5,100
	Lasalocid	8,702	6,506	2,576	1,102	3,201	1,697	1,929	110	-	-
	Madurmycin	1,135	1,280	667	1,635	865	831	429	273	42	19
	Monensin	5,782	2,218	5,335	5,047	2,348	1,919	934	1,346	2,997	2,856
	Narasin	1,288	3,588	88	883	50	13	-	-	-	-
	Salinomycin	30,711	18,481	27,054	16,859	16,640	299	5,570	4,278	192	124
	Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	소계	80,720	55,267	52,612	43,328	43,034	22,986	23,179	23,684	23,996	25,679
Others	Novobiocin	13	14	13	10	14	9	14	14	11	9
	Others	520	961	140	157	243	140	201	75	131	85
	소계	533	975	153	167	257	149	215	89	142	94
합 계		936,398	820,387	893,153	909,739	963,896	1,026,664	983,843	927,158	918,995	1,061,529

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

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Table 5. 용도 및 축종별 항생제·항콕시듐제 판매 실적(2021년) (단위: kg)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Amikacin sulfate	-	-	-	-	0	2	-	-	8	21	-	-
Aminosidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amoxicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	1,170
Amoxicillin hydrate	-	-	-	-	914	9,925	425	2,092	34,322	115,899	4,943	22,252
Amoxicillin sodium	-	-	-	-	-1	-	-	59	1,154	692	-	4,472
Amoxicillin trihydrate	-	-	-	-	60	80	60	50	1,329	5,539	850	4,493
Ampicillin	-	-	-	-	-	-	-	-	12	58	9	-
Ampicillin hydrate	-	-	-	-	2,048	5,188	6,332	453	11,799	21,739	24,086	3,096
Ampicillin sodium	-	-	-	-	28	43	-	-	462	797	-	632
Ampicillin trihydrate	-	-	-	-	0	-	118	-	58	483	739	-
Apitol-R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apramycin sulfate	-	-	-	-	-	238	-	-	59	915	-	-
Avilamycin					-	-	-	-	-	25	-	-
Avoparcin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacitracin methylene disalicylate	-	-	-	-	-	-	-	-	2,130	3,011	3,979	-
Bacitracin zinc	-	-	-	-	75	564	489	-	874	3,086	1,274	-
Bambermycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromopropylate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbadox	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefacetril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefadroxil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefoperazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefovecin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefquinome	-	-	-	-	-	-	-	-	41	29	-	-
Ceftiofur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	238	-	-
Ceftiofur crystalline free acid	-	-	-	-	-	18	-	-	-	512	-	-
Ceftiofur HCl	-	-	-	-	39	5	-	-	289	261	-	-
Ceftiofur sodium	-	-	-	-	527	422	-	-	3,202	4,982	-	166
Cefuroxime	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cefuroxime sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	11	-	-	-
Cenfloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephalexin	-	-	-	-	0	-	-	109	242	-	-	11
Cephalexin monohydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	42	42	-	-
Cephalonium	-	-	-	-	0	-	-	-	24	-	-	-
Cephaloridine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cephapirin	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Cephazolin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	985	985	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,199	1,199	-
Chlortetracycline HCl	-	-	-	-	147	1,372	816	-	3,440	38,025	8,552	-
Chlortetracycline hydrochloride calcium	-	-	-	-	-	1,220	-	-	-	15,523	3,638	-
Ciprofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ciprofloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clindamycin	-	-	-	-	-	-	-	29	-	-	-	122
Clindamycin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	232
Clopidol	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	16,250	-
Cloxacillin		-			-	-	-	-	-	-	-	-
Cloxacillin benzathine	-	-	-	-	0	-	-	-	7	-	-	-
Cloxacillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colistin sulfate	-	-	-	-	108	264	312	-	1,239	4,590	3,825	-
Cymiazole HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Danofloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
Destomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dextromethorphane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diclazuril	-	-	-	-	-	29	198	-	1	6	1,046	-
Dicloxacillin sodium	-	-	-	-	3	-	-	-	193	-	-	-
Difuran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dihydrostreptomycin	-	-	-	-	1	2	-	-	43	2,350	-	-
Dihydrostreptomycin sulfate	-	-	-	-	45	51	-	-	2,373	5,592	-	-
Dimetridazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Doxycycline hyclate	-	-	-	-	-	-	82	-	-	141	631	-
Efrotomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enramycin	-	-	-	-	-	49	49	-	-	346	276	-
Enrofloxacin	-	-	-	-	164	499	3,505	2,088	1,406	6,119	32,313	11,856
Enrofloxacin-Na	-	-	-	-	-	-	-	-	11	42	-	-
Erythromycin	-	-	-	-	-	-	-	268	-	-	-	1,283
Erythromycin estolate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erythromycin thiocyanate	-	-	-	-	-	-	-	3,247	0	-	83	7,567
Fenbendazole	-	83	-	-	5	173	-	-	105	4,734	-	-
Florfenicol	-	-	-	-	121	6,697	1,957	1,143	3,087	91,363	24,038	8,176
Floxazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flumequine	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-25	-25	1,756
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	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0	-	-
Gentamycin sulfate	-	-	-	-	4	11	1	-	307	978	279	-
Glydent antimicrobial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iodochlor ydroxyquinoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isoeugenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Josamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanamycin sulfate	-	-	-	-	58	126	-	-	46	2,332	-	-
Kitasamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588	-	-
Kitasamycin tartrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lasalocid sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lincomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,988	221	-
Lincomycin HCl	-	-	-	-	1	696	654	-	323	6,539	6,237	-
Maduramycin ammonium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-
Marbofloxacine	-	-	-	-	30	38	-	-	786	1,416	-	-
Methenamine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minocycline	-	-	-	-	-	-	-	-	19	23	-	-
Monensin sodium	-	-	-	-	3	-	-	-	2,110	-	744	-
Nafcillin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nafcillin sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nalidixic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Narasin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neomycine	-	-	-	-	0	-	-	-	39	182	-	-
Neomycine sulfate	-	-	-	-	139	0	-	1,261	3,011	5,729	1,831	10,615
Nicarbazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nidroxyzone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nisin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrofurazone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrovin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitroxoline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norfloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nosiheptide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novobiocin sodium	-	-	-	-	0	-	-	-	9	-	-	-
Ofloxacin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-	898	-	-	-	2,760
Oxolinic acid sodium	-	-	-	-	-	-	-	86	-	-	-	714
Oxytetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,157
Oxytetracycline dihydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	73	98	-	-
Oxytetracycline HCl	-	-	-	-	172	82	28	16,183	2,654	3,679	2,749	95,201
Oxytetracycline quaterary ammonium salt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	960	-	-
Pefloxacine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Penicillin G benzathine	-	-	-	-	6	9	-	-	722	1,778	-	-
Penicillin G clemizole	-	-	-	-	-	-	-	-	171	1,418	-	-
Penicillin G potassium	-	-	-	-	0	60	59	-	152	875	784	-
Penicillin G procaine	-	-	-	-	27	32	-	-	2,491	6,631	-	-
Penicillin G sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	103	293	-	-
Phthalylsulfathiazole	-	-	-	-	-	-	-	-	39	39	-	-
Piromidic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polymixin-B sulfate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifampicin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rifaximin	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Robenidine HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxarsone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Roxithromycine	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	10	-
Salinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salinomysin sodium	-	-	-	-	7	-	61	-	22	-	34	-
Sarafloxacin HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sedecamycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Semduramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silver sulfadiazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium nifurstylenate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium sulfachloropyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spectinomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,281	221	-
Spectinomycin HCl	-	-	-	-	1	1	-	-	-	13	-	-
Spectinomycin sulfate	-	-	-	-	-	188	99	-	569	3,025	1,624	-
Spectinomycin sulfate tetrahydrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Spiramycin	-	-	-	-	-	-	-	-	37	249	-	-
Spiramycin adipate	-	-	-	-	-	-	-	-	83	101	-	-
Spiramycin embonate	-	-	-	-	-	317	-	-	-	599	-	-
Streptomycin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Streptomycin sulfate	-	-	-	-	2	136	132	-	76	3,493	2,289	-
Sulfacetamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfachloropyridazine sodium	-	-	-	-	-	162	81	-	162	430	284	-

(*continued*)

구 분	사 료				병 원				필드 기타			
	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용	소	돼지	닭	수산용
Sulfachlorpyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaclozine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadiazine	-	-	-	-	3	3	-	1,860	18	3,888	7	3,573
Sulfadiazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	507	-	-	-	1,181
Sulfadimethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfadimethoxine sodium	-	-	-	-	0	0	0	-	278	1,758	112	-
Sulfadoxine	-	-	-	-	1	2	-	-	393	271	-	-
Sulfaguanidine	-	-	-	-	-	-	-	-	66	66	-	-
Sulfamerazine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamerazine sodium	-	-	-	-	5	5	-	-	32	32	-	-
Sulfamethazine	-	-	-	-	-	626	-	-	311	13,508	-	-
Sulfamethazine sodium	-	-	-	-	55	55	-	-	26	26	-	-
Sulfamethoxazole	-	-	-	-	106	1,249	438	-	1,221	11,074	5,242	-
Sulfamethoxazole sodium	-	-	-	-	0	56	56	-	90	1,267	246	-
Sulfamethoypyridazine	-	-	-	-	-	-	-	-	87	87	-	-
Sulfamethoypyridazine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfamonomethoxine sodium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfanilamide	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	-	-
Sulfaphenazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfaquinoxaline	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	332	-
Sulfathiazole	-	-	-	-	2	148	-	-	12	5,055	-	-
Sulfathiazole sodium	-	-	-	-	55	55	-	-	78	26	-	-
Sulfatolamide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisomidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfisoxazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetracycline HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiamphenicol	-	-	-	-	1	1	-	-	4	15	-	-
Thiamphenicol glycinate HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thiopeptin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiaclaton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tiamulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	433	-	-
Tiamulin hydrogen fumarate	-	-	-	-	-	1,653	331	-	51	27,043	4,499	-
Tildipirosin	-	-	-	-	-	-	-	-	68	10	-	-
Tilmicosin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tilmicosin phosphate	-	-	-	-	28	1,707	696	-	231	15,529	5,416	-
Trimethoprim	-	-	-	-	45	319	116	473	457	3,408	1,219	951
Tulathromycin	-	-	-	-	7	17	-	-	218	465	-	-
Tylosin	-	-	-	-	0	1	-	-	132	449	-	-
Tylosin phosphate	-	-	-	-	239	2,325	-	-	4,852	53,105	502	-
Tylosin tartrate	-	-	-	-	13	124	409	-	236	2,943	1,791	-
Valnemulin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Virginiamycin	-	-	-	-	-	20	9	-	285	322	870	-
Total	0	83	0	0	5,296	37,066	17,571	30,844	92,116	517,849	165,268	195,435

〈자료출처 : 한국동물약품협회〉

Ⅳ. 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성(2021)

제1장. 대상세균의 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

가축 및 도체로부터 지표세균을 분리하기 위해 2021년 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 6683 농가의 11265 분변 및 도체 시료로부터 841균주를 선발하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로는 6,277개의 분변 시료(소 2015, 돼지 1971, 닭 1293, 오리 998)로부터 569균주(소 170, 돼지 167, 닭 149, 오리 83)와 4,988개의 도체 시료(소 도체 1,331, 돼지 도체 1,445, 닭 도체 1,220, 오리 도체 992)로부터 272균주(소 도체 71, 돼지 도체 62, 닭 도체 83, 오리 도체 56)를 분리하였다.

*E. faecium*은 총 14,066 분변 및 도체 시료로부터 644균주를 분리하여 항생제감수성검사를 실시하였다. 시료별로는 8,182개의 분변 시료(소 2,813, 돼지 2,537, 닭 1,804, 오리 1,028)로부터 439균주(소 96, 돼지 140, 닭 122, 오리 81)와 5,884개의 도체 시료(소 도체 1566, 돼지 도체 1785, 닭 도체 1541, 오리 도체 992)로부터 205균주(소 도체 41, 돼지 도체 35, 닭 도체 73, 오리 도체 56)를 분리하였다.

*E. faecalis*는 총 14,094 분변 및 도체 시료로부터 791균주를 분리하였다. 시료별로는 8,072개의 분변 시료(소 2,715, 돼지 2,537, 닭 1,792, 오리 1,028)로부터 488균주(소 112, 돼지 149, 닭 157, 오리 70)와 6,022개의 도체 시료(소 도체 1,541, 돼지 도체 1,720, 닭 도체 1,621, 오리 1,167)로부터 303균주(소 도체 77, 돼지 도체 85, 닭 도체 85, 오리 도체 56)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	1,230	987	711	691	3,619	845	889	572	758	3,064	6,683
	No. of samples	2,015	1,971	1,293	998	6,277	1,331	1,445	1,220	992	4,988	11,265
	No. of isolates	170	167	149	83	569	71	62	83	56	272	841
Enterococcus faecium	No. of farms	1,808	1,139	831	689	4,467	1,156	1,058	623	757	3,594	8,061
	No. of samples	2,813	2,537	1,804	1,028	8,182	1,566	1,785	1,541	992	5,884	14,066
	No. of isolates	96	140	122	81	439	41	35	73	56	205	644
Enterococcus faecalis	No. of farms	1,708	1,139	832	691	4,370	1,124	1,021	671	800	3,616	7,986
	No. of samples	2,715	2,537	1,792	1,028	8,072	1,514	1,720	1,621	1,167	6,022	14,094
	No. of isolates	112	149	157	70	488	77	85	85	56	303	791

* 일부 농가는 1균주 이상 분리

2. 식중독세균 분리

가축 및 도체로부터 식중독세균을 분리하기 위해 2021년 1월부터 12월까지 전국 도축장에서 정상 가축의 분변 및 도체 시료를 채취하였다. 농가당 5개 이내의 분변과 도체 시료를 채취하여 분리하였다.

Salmonella spp.는 총 10,819개의 분변 및 도체 시료로부터 514균주를 분리하였다. 시료별로는 5,445개의 분변 시료(돼지 2,377, 닭 2,040, 오리 1,028)로부터 290균주(돼지 83, 닭 120, 오리 87)와 5,374개의 도체 시료(돼지 도체 2,274, 닭 도체 1,903, 오리 도체 1,197)로부터 224균주(돼지 도체 31, 닭 도체 139, 오리 도체 54)를 분리하였다.

*Campylobacter jejuni*는 총 8,982 분변 및 도체 시료로부터 201균주를 분리하였다. 시료별로는 4,461개의 분변 시료(돼지 1,796, 닭 1,791, 오리 943)로부터 48균주(돼지 5, 닭 28, 오리 15)와 4,521개의 도체 시료(돼지 도체 1,665, 닭 도체 1,834, 오리 도체 1,022)로부터 153균주(돼지 도체 12, 닭 도체 72, 오리 도체 69)를 분리하였다. *Campylobacter coli*는 총 9,170 분변 및 도체 시료로부터 202주를 분리하였다. 시료별로는 4,477 분변 시료(돼지 1,796, 닭 1,791, 오리 890)로부터 106균주(돼지 24, 닭 41, 오리 41)와 4,693개의 도체 시료(돼지 도체 1,665, 닭 도체 2,006, 오리 도체 1,022)로부터 96균주(돼지 도체 15, 닭 도체 46, 오리 도체 96)를 분리하였다.

*Staphylococcus aureus*는 총 7,153 도체 시료(소 도체 1855, 돼지 도체 2296, 닭 도체 1885, 오리 도체 1117)로부터 355균주(소 34, 돼지 123, 닭 148, 오리 50)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	ND*	1,148	838	681	2,667	ND	1,107	728	849	2,684	5,351
	No. of samples	ND	2,377	2,040	1,028	5,445	ND	2,274	1,903	1,197	5,374	10,819
	No. of isolates	ND	83	120	87	290	ND	31	139	54	224	514
Campylobacter jejuni	No. of farms	ND	839	731	890	2460	ND	776	746	781	2,303	4,763
	No. of samples	ND	1,816	1,702	943	4461	ND	1,665	1,834	1,022	4,521	8982
	No. of isolates	ND	5	28	15	48	ND	12	72	69	153	201
Campylobacter coli	No. of farms	ND	835	793	724	2,352	ND	772	797	801	2,370	4,722
	No. of samples	ND	1,796	1,791	890	4,477	ND	1,665	2,006	1,022	4,693	9,170
	No. of isolates	ND	24	41	41	106	ND	15	46	35	96	202
Staphylococcus aureus	No. of farms	ND	ND	ND	ND	ND	1,023	1,123	732	836	3,714	3,714
	No. of samples	ND	ND	ND	ND	ND	1,855	2,296	1,885	1,117	7,153	7,153
	No. of isolates	ND	ND	ND	ND	ND	34	123	148	50	355	355

＊ND, not done

3. 가축 병원성세균

2021년 1월부터 12월까지 질병에 이환된 가축으로부터 시료를 채취하여 가축병원성세균 총 7종 456균주를 분리하였다. 균종별로는 소화기질병 원인체인 *Salmonella* spp.는 총 512시료(소 45, 돼지 50, 닭 121, 오리 296)로부터 142균주(소 2, 돼지 7, 닭 76, 오리 57), *E. coli*는 총 444 시료(소 126, 돼지 80, 닭 78, 오리 160)로부터 211균주(소 39, 돼지 43, 닭 44, 오리 85)를 분리하였다. 호흡기질병 원인체인 *P. multocida*는 총 140개 시료로부터 46균주, *A. pleuropneumoniae*는 총 66개 시료로부터 6균주, *S. suis*는 총 107개 시료로부터 39균주, *B. bronchiseptica*는 총 67개 시료로부터 10균주, *G. parasuis*는 총 60개 시료에서 검출되지 않았다(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	43	48	67	193	351
	No. of samples	45	50	121	296	512
	No. of isolates	2	7	76	57	142
Escherichia coli	No. of farms	131	72	57	161	421
	No. of samples	126	80	78	160	444
	No. of isolates	39	43	44	85	211
Pasteurella multocida	No. of farms	36	58	ND*	ND	94
	No. of samples	48	92	ND	ND	140
	No. of isolates	4	42	ND	ND	46
Actinobacillus pleuropneumoniae	No. of farms	ND*	47	ND	ND	47
	No. of samples	ND	66	ND	ND	66
	No. of isolates	ND	6	ND	ND	6
Streptococcus suis	No. of farms	ND	65	ND	ND	65
	No. of samples	ND	107	ND	ND	107
	No. of isolates	ND	39	ND	ND	39
Bordetella bronchiseptica	No. of farms	ND	44	ND	ND	44
	No. of samples	ND	67	ND	ND	67
	No. of isolates	ND	10	ND	ND	10
Glaesserella parasuis	No. of farms	ND	42	ND	ND	42
	No. of samples	ND	60	ND	ND	60
	No. of isolates	ND	0	ND	ND	0

＊ND, not done

4. 살모넬라균의 혈청형 분포

2021년 정상 가축의 분변, 도체, 임상시료에서 분리된 살모넬라 654균주(정상 가축 290, 질병이환 가축 129, 도체 224)에 대한 혈청형 동정 결과, 총 51종 혈청형이 동정 되었으며 11균주는 동정 되지 않았다. 시료 · 축종별로 혈청형 분포를 조사한 결과, 정상 가축 분변에서 분리된 총 290균주(돼지 83, 닭 120, 오리 87) 중 *S.* Typhimurium이 50균주로 가장 높은 분포율을 보였으며 S. 4,[5],12:i:- (43균주), *S.* Infantis(29균주), *S.* Enteritidis (27균주) 순이었다. 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 총 20종 혈청형이 확인되었으며 이 중 *S.* 4,[5],12:i:- 이 돼지 분리균주의 약 42%(35/83)를 차지하였다. 닭 유래 균주에서는 총 21 혈청형이 확인되었으며 *S.* Infantis (28균주, 23%)와 *S.* Enteritidis(20균주, 17%)가 높게 분포하였다. 오리 유래 균주에서는 총 14종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Typhimurium이 43균주(49%)로 약 절반을 차지하였다.

질병에 이환된 가축에서는 140균주(소 2, 돼지 15, 닭 86, 오리 37)가 분리되었으며 *S.* Westhampton이 32균주(23%)로 가장 높은 분포율을 보였으며 *S.* Typhimurium(24균주, 17%), *S.* Enteritidis (18균주, 13%) 순으로 높았다. 축종별로는 돼지 유래 균주에서는 3종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Typhimuriunm (13균주, 87%)가 가장 높게 분포하였다. 닭 유래 균주에서는 12종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Westhampton이 32균주(37%)로 가장 높게 분포하였다. 오리 유래 균주에서는 14종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Typhimurium(10균주, 27%)고 *S.* Entertidis(6균주, 16%)가 높게 분포하였다.

도체 시료에서는 총 224균주(돼지 31, 닭 139, 오리 54)가 분리되었으며 *S.* Infantis(49균주, 22%)가 가장 높게 분포하였으며 *S.* Typhimurium(34균주, 15%), *S.* Albany (14균주, 45%), *S.* Montevideo(24균주, 11%) 순으로 높게 분포하였다. 시료별로는 돼지 도체 유래 균주에서는 10종 혈청형이 분포하였으며 *S.* Agona가 14균주(45%)로 가장 높게 분포하였다. 닭 도체 유래 균주에서는 총 18종 혈청형이 확인되었으며 *S.* Infantis가 45균주(32%)로 가장 높게 분포하였으며 *S.* Montevideo(24균주, 17%), *S.* Agona (16균주, 12%) 순으로 분포하였다(Table 9).

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

Serovar	No. of isolates													
	Healthy animals				Diseased animals					Carcasses				Total (n=654)
	Pigs (n=83)	Chicken (n=120)	Ducks (n=87)	Subtotal (n=290)	Cattle (n=2)	Pigs (n=15)	Chicken (n=86)	Ducks (n=37)	Subtotal (n=140)	Pigs (n=31)	Chicken (n=139)	Ducks (n=54)	Subtotal (n=224)	
Agona	2	14	-	16	-	-	-	1	1	14	16	-	30	47
Albany	-	1	5	6	-	-	-	3	3	-	-	4	4	13
Bardo	-	-	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	0	1
Bareilly	2	10	4	16	-	-	-	1	1	1	12	5	18	35
Brancaster	-	1	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Budapest	1	-	-	1	-	-	-	-	0	1	-	-	1	2
Chincol	-	1	-	1	-	-	-	-	0	-	1	-	1	2
Claibornei	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Daytona	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	1	-	1	1
Derby	4	-	-	4	-	-	-	-	0	2	-	-	2	6
Dessau	-	1	-	1	-	1	2	-	3	-	2	-	2	6
Emek	-	2	-	2	-	-	2	1	3	-	-	-	0	5
Enteritidis	-	20	7	27	-	-	12	6	18	-	12	10	22	67
Frintrop	-	1	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Galiema	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	1	-	1	1
Galinarium	-	-	-	0	-	-	1	-	1	-	-	-	0	1
Gaminara	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Give	-	-	2	2	-	-	-	1	1	-	-	3	3	6
Glidji	2	-	-	2	-	-	-	-	0	-	-	-	0	2
Goverdhan	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Gueuletapee	-	1	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Hato	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Indiana	-	1	4	5	-	-	-	4	4	-	-	1	1	10
Infantis	1	28	-	29	2	-	4	-	6	3	45	1	49	84
Kentucky	-	4	1	5	-	-	-	-	0	-	-	-	0	5
Kingston	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1	1	-	2	2
Lindenburg	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
livingstone	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	2	-	2	2
London	-	-	9	9	-	-	-	3	3	-	-	1	1	13
Manhattan	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Mbandaka	1	-	-	1	-	-	-	-	0	1	-	-	1	2
Menston	1	1	-	2	-	-	-	-	0	-	1	-	1	3
Montevideo	2	14	3	19	-	-	7	2	9	-	24	-	24	52
Montevideo 2	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	1	-	1	1
Muenster	-	-	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	0	1
Natal	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Ndole	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Poitiers	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	1	-	1	1
Redba	2	-	-	2	-	-	-	-	0	-	-	-	0	2
Richmond	-	3	-	3	-	-	-	-	0	-	-	-	0	3
Rissen	17	-	-	17	-	-	-	-	0	-	-	-	0	17
Sandow	1	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Senftenberg	-	1	-	1	-	-	12	-	12	3	2	-	5	18
Seremban	-	1	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Shubra	-	-	1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	0	1
Tennessee	-	-	-	0	-	-	-	1	1	-	-	-	0	1
Thompson	-	7	-	7	-	-	7	-	7	-	10	-	10	24
Typhimurium	6	1	43	50	-	13	1	10	24	1	1	29	31	105
4,[5],12:i:-	35	4	4	43	-	1	3	1	5	2	4	-	6	54
virchow	-	-	-	0	-	-	1	-	1	-	-	-	0	1
Westhampton	1	-	-	1	-	-	32	-	32	-	-	-	0	33
Untypable	-	3	1	4	-	-	2	1	3	2	2	-	4	11

제2장. 지표세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

가. 가축유래 *Escherichia coli*

정상 가축 분변에서 분리한 대장균 569균주(소 170, 돼지 167, 닭 149, 오리 83)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. Cephalosporins계 항생제 MIC_{50}은 cefepime 0.25(㎍/㎖), cefoxitin 4(㎍/㎖), ceftazidime 1(㎍/㎖), ceftiofur 0.5(㎍/㎖)로 모든 축종에서 유사하게 나타났다.

총 16종 항생제에 대해 내성률을 조사한 결과, 전반적으로 다른 축종에 비해 소에서 낮게 나타났다. 소에서 분리한 균주는 모든 검사 항생제에 대한 내성률이 40% 이하로 나타났다. 소에서는 streptomycin(35.9%), sulfisoxazole(34.7%), tetracycline(34.1%) 내성률이 30% 이상을 나타내었으나 그 외 항생제 내성율은 낮거나 내성이 관찰되지 않았다. 돼지 유래 균주의 내성률은 ampicillin(76.6%)이 가장 높았으며, chloramphenicol(71.9%), tetracycline(71.3%), streptomycin(70.1%), sulfisoxazole(68.9%) 순으로 내성률이 높았다. 닭 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid가 79.9%로 가장 높았으며, ampicillin (77.9%), tetracycline(75.8%), ciprofloxacin(72.5%), chloramphenicol(64.4%)/streptomycin(64.4%), sulfisoxazole(60.4%) 순으로 나타났다. 오리 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 67.5%로 가장 높았으며 chloramphenicol(53.0%), nalidixic acid(49.4%), sulfisoxazole(43.4%), ciprofloxacin(37.3%)/streptomycin (37.3%) 순으로 나타났다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur는 소에서는 1.2%로 낮았으나 닭 및 돼지에서는 약 10.0%로 높게 나타났다. Meropenem 내성 균주는 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

정상 가축에서 분리된 대장균 다제내성 양상을 조사한 결과, 검사 항생제 16종에 모두 감수성을 나타낸 균주가 소는 54.7%로 검사 균주의 절반 이상이었으나 돼지와 닭은 10% 이하로 대부분 균주가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 13개 검사 항생제 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 분리 균주의 32.9%, 돼지 분리 균주의 81.4%, 닭 분리 균주의 85.9%, 오리 분리 균주의 60.2%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					27.1	47.6	23.5	0.6	1.2				
	Pigs	2~32	8	16					7.8	21.0	56.9	13.8	0.6				
	Chicken	2~32	8	16					12.8	18.8	51.7	13.4	3.4				
	Ducks	2~32	4	8					21.7	34.9	38.6	3.6	1.2				
Ampicillin	Cattle	2~64	4	64					32.9	45.9	5.9			15.3			
	Pigs	2~64	64	64					6.6	15.0	1.2	0.6	0.6	76.0			
	Chicken	2~64	64	64					10.7	10.7	0.7			77.9			
	Ducks	2~64	32	64					22.9	24.1		1.2	3.6	48.2			
Cefepime	Cattle	0.25 ~ 16	0.25	0.25		99.4						0.6					
	Pigs	0.25 ~ 16	0.25	2		87.4	1.8		1.8	5.4	3.0	0.6					
	Chicken	0.25 ~ 16	0.25	0.25		92.6		1.3	0.7	3.4	1.3	0.7					
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Cattle	1~32	4	8				7.6	15.3	48.8	25.3	1.8	1.2				
	Pigs	2~32	4	8					13.8	52.7	30.5	1.8	1.2				
	Chicken	2~32	4	8					6.7	49.7	36.2	4.0	3.4				
	Ducks	2~16	4	8					22.9	51.8	22.9	2.4					
Ceftazidime	Cattle	1~16	1	1				97.6	0.6		1.2	0.6					
	Pigs	1~16	1	4				87.4	1.8	1.8	7.2	1.8					
	Chicken	1~16	1	2				89.9	0.7	2.7	3.4	3.4					
	Ducks	1	1	1				100									
Ceftiofur	Cattle	0.5~8	0.5	0.5			96.5	1.8	0.6		1.2						
	Pigs	0.5~8	0.5	8			87.4	1.2	0.6	0.6	10.2						
	Chicken	0.5~8	0.5	8			80.5	7.4	0.7	1.3	10.1						
	Ducks	0.5~1	0.5	0.5			96.4	3.6									
Chloramphenicol	Cattle	2~64	8	64					0.6	18.2	57.6	10.6	0.6	12.4			
	Pigs	2~64	64	64					0.6	5.4	20.4	1.8	3.0	68.9			
	Chicken	2~64	64	64					0.7	8.7	23.5	2.7	1.3	63.1			
	Ducks	2~64	64	64					1.2	10.8	26.5	8.4	2.4	50.6			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12~16	0.125	0.125	91.8	3.5	0.6				1.8	2.4					
	Pigs	0.12~16	0.25	8	46.7	25.1	10.2	3.0	2.4	0.6	7.2	4.8					
	Chicken	0.12~16	8	16	16.8	7.4	3.4	2.7	2.0	5.4	30.9	31.5					
	Ducks	0.12~16	0.25	16	30.1	22.9	9.6	1.2			13.3	22.9					
Colistin	Cattle	2~16	2	2					97.6	1.2		1.2					
	Pigs	2~16	2	2					97.0		2.4	0.6					
	Chicken	2~16	2	2					98.7		0.7	0.7					
	Ducks	2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1~64	1	1				97.6			0.6		1.2	0.6			
	Pigs	1~64	1	16				83.8	1.2		3.0	2.4	4.2	5.4			
	Chicken	1~64	1	64				77.9	3.4	0.7	1.3	2.7	2.7	11.4			
	Ducks	1~64	1	1				94.0			2.4	1.2		2.4			
Meropenem	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pigs	0.25~0.5	0.25	0.25		99.4	0.6										
	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Cattle	2~128	2	4					67.6	22.9	0.6		1.2	1.8	5.9		
	Pigs	2~128	4	128					38.3	13.8	15.0	6.0		6.0	21.0		
	Chicken	2~128	128	128					11.4	3.4	3.4	2.0	1.3	5.4	73.2		
	Ducks	2~128	16	128					20.5	10.8	15.7	3.6	1.2	4.8	43.4		
Streptomycin	Cattle	16~128	16	128								64.1	5.9	16.5	13.5		
	Pigs	16~128	64	128								29.9	13.2	16.8	40.1		
	Chicken	16~128	128	128								35.6	6.0	7.4	51.0		
	Ducks	16~128	16	128								62.7	3.6	6.0	27.7		
Sulfisoxazole	Cattle	16~512	16	512								58.8	5.3	0.6	0.6		34.7
	Pigs	16~512	512	512								24.0	6.6		0.6		68.9
	Chicken	16~512	512	512								31.5	7.4			0.7	60.4
	Ducks	16~512	16	512								50.6	3.6	1.2		1.2	43.4
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					62.9	1.8	1.2	1.8	2.4	4.7	25.3		
	Pigs	2~128	64	128					26.3	1.8	0.6	1.2	2.4	26.3	41.3		
	Chicken	2~128	64	128					23.5	0.7		0.7	8.1	27.5	39.6		
	Ducks	2~128	64	128					32.5			1.2	2.4	32.5	31.3		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12~4	0.125	0.5	71.8	15.3	4.7			8.2							
	Pigs	0.12~4	0.25	4	34.1	28.7	7.2			29.9							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	36.9	16.8	7.4	3.4	0.7	34.9							
	Ducks	0.12~4	0.25	4	49.4	4.8	10.8	2.4		32.5							

∗ cattle(n=170), pigs(n=167), chicken(n=149), ducks(n=83)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=170)	Pigs (n=167)	Chicken (n=149)	Ducks (n=83)	Total (n=569)
Amoxicillin / Clavulanic acid	1.2(2)	0.6(1)	3.4(5)	1.2(1)	1.6(9)
Ampicillin	15.3(26)	76.6(128)	77.9(116)	51.8(43)	55.0(313)
Cefepime	0.6(1)	0.6(1)	0.7(1)	0(0)	0.5(3)
Cefoxitin	1.2(2)	1.2(2)	3.4(5)	0(0)	1.6(9)
Ceftazidime	0.6(1)	1.8(3)	3.4(5)	0(0)	1.6(9)
Ceftiofur	1.2(2)	10.2(17)	10.1(15)	0(0)	6.0(34)
Chloramphenicol	12.9(22)	71.9(120)	64.4(96)	53.0(44)	49.6(282)
Ciprofloxacin	4.1(7)	18.0(30)	72.5(108)	37.3(31)	30.9(176)
Colistin	2.4(4)	3.0(5)	1.3(2)	0(0)	1.9(11)
Gentamicin	1.8(3)	12.0(20)	16.8(25)	3.6(3)	9.0(51)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	8.8(15)	26.9(45)	79.9(119)	49.4(41)	38.7(220)
Streptomycin	35.9(61)	70.1(117)	64.4(96)	37.3(31)	53.6(305)
Sulfisoxazole	34.7(59)	68.9(115)	60.4(90)	43.4(36)	52.7(300)
Tetracycline	34.1(58)	71.3(119)	75.8(113)	67.5(56)	60.8(346)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	8.2(14)	29.9(50)	34.9(52)	32.5(27)	25.1(143)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 12. 가축 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle (n=170)	Pigs (n=167)	Chicken (n=149)	Ducks (n=83)	Total (n=569)
No resistance detected	54.7(93)	9.0(15)	7.4(11)	10.8(9)	22.3(127)
Resistance 1 CLSI subclass	7.1(12)	4.2(7)	2.0(3)	10.8(9)	5.4(31)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.3(9)	5.4(9)	4.7(7)	18.1(15)	7.0(40)
Resistance 3 CLSI subclasses	14.7(25)	11.4(19)	7.4(11)	15.7(13)	12.0(68)
Resistance 4 CLSI subclasses	10.0(17)	21.0(35)	12.1(18)	12.0(10)	14.1(80)
Resistance 5 CLSI subclasses	3.5(6)	25.1(42)	11.4(17)	9.6(8)	12.8(73)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.2(2)	11.4(19)	17.4(26)	9.6(8)	9.7(55)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.4(4)	7.2(12)	31.5(47)	13.3(11)	13.0(74)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.6(1)	4.8(8)	4.0(6)	0(0)	2.6(15)
Resistance 9 CLSI subclasses	0.6(1)	0.6(1)	1.3(2)	0(0)	0.7(4)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0.7(1)	0(0)	0.2(1)
Multiple drug resistance (MDR)	32.9(56)	81.4(136)	85.9(128)	60.2(50)	65.0(370)

나. 도체유래 *Escherichia coli*

도축장 도체에서 분리한 대장균 272균주(소 도체 71, 돼지 도체 62, 닭 도체 83, 오리 도체 56)에 대해 총 13 계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시한 결과, 정상 가축에서 분리한 대장균의 항생제 내성 양상과 유사하였다. 항생제 내성률은 시료 종류와 항생제별로 다소 차이가 있었으나 전반적으로 소 도체 유래 균주에서 내성률이 낮게 나타났다. 항생제별로 MICs 분포도를 조사한 결과, MIC_{50}이 64(㎍/㎖) 이상을 나타낸 항생제는 소 도체에서는 관찰되지 않았다. 특히 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 도체에서 분리한 균주의 내성률은 다른 시료에 비해 대체로 낮게 나타났다. 항생제별로는 대부분의 시료에서 streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline의 내성이 다른 항생제에 비해 높았다. 소 도체 유래 균주의 내성률은 모든 항생제 내성률이 40% 이하로 낮았다. 항생제별로는 tetracycline이 36.6%로 가장 높았으며 streptomycin (33.8%), sulfisoxazole (32.4%) 순으로 높았다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 streptomycin과 sulfisoxazole이 66.1%로 가장 높았으며 ampicillin(62.9%)/chloramphenicol (62.9%), tetracycline(61.3%) 순으로 높았다. 닭 도체 유래 균주 내성률은 nalidixic acid가 85.5%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(81.9%), ampicillin (80.7%), tetracycline (75.9%), sulfisoxazle (71.1%) 순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주는 모든 항생제 내성률이 50% 이하로 닭 도체 유래 균주와 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 닭에 비해 낮았다. 항생제별는 nalidixic acid가 64.3%로 가장 높았으며, tetracycline(58.9%), ampicillin (55.4%), streptomycin(50.0%), ciprofloxacin(50.0%), chloamphenicol(48.2%) 순으로 높았다. 중요항생제 중 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur 내성률은 소 및 오리 도체에서 3~4%, 돼지 및 닭 도체에서 약 13%로 높게 나타났다. 콜리스틴 내성은 닭 도체 균주의 1.2%에서 검출되었으나 다른 시료에서는 검출되지 않았다. Meropenem 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리한 대장균 항생제 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 소 도체 유래 균주 53.5%로 높았으나 다른 시료는 대체로 낮았다. 특히 닭 도체 유래 균주는 1.2%로 대부분 균주가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 13개의 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주 32.4%로 낮았으나, 돼지 도체 균주에서 69.4%, 오리 도체 균주에서는 69.6%, 닭 도체 유래 균주의 86.7%를 나타내어 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	2~8	4	8					18.3	50.7	31.0						
	Pig	2~32	8	16					22.6	17.7	46.8	6.5	6.5				
	Chicken	2~32	8	16					10.8	24.1	51.8	10.8	2.4				
	Duck	2~16	4	8					21.4	28.6	46.4	3.6					
Ampicillin	Cattle	2~64	4	64					29.6	46.5	4.2		1.4	18.3			
	Pig	2~64	64	64					14.5	21.0	1.6			62.9			
	Chicken	2~64	64	64					9.6	7.2	2.4			80.7			
	Duck	2~64	64	64					25.0	14.3	3.6	1.8		55.4			
Cefepime	Cattle	0.25~8	0.25	0.25		97.2					2.8						
	Pig	0.25~8	0.25	0.5		88.7	3.2		1.6	3.2	3.2						
	Chicken	0.25~16	0.25	2		88.0	1.2		4.8	2.4	2.4	1.2					
	Duck	0.25~4	0.25	0.25		92.9	1.8		1.8	3.6							
Cefoxitin	Cattle	1~16	4	8				4.2	12.7	50.7	29.6	2.8					
	Pig	2~32	4	8					19.4	53.2	19.4		8.1				
	Chicken	2~32	4	8					16.9	47.0	28.9	3.6	3.6				
	Duck	2~16	4	8					17.9	58.9	19.6	3.6					
Ceftazidime	Cattle	1~8	1	1				97.2			2.8						
	Pig	1~16	1	8				82.3	3.2	1.6	8.1	4.8					
	Chicken	1~16	1	2				89.2	3.6	2.4	1.2	3.6					
	Duck	1~8	1	1				91.1	3.6	3.6	1.8						
Ceftiofur	Cattle	0.5~8	0.5	0.5			93.0	4.2			2.8						
	Pig	0.5~8	0.5	8			77.4	3.2	1.6	4.8	12.9						
	Chicken	0.5~8	0.5	8			80.7	6.0			13.3						
	Duck	0.5~8	0.5	1			89.3	7.1			3.6						
Chloramphenicol	Cattle	4~64	8	64						21.1	49.3	11.3		18.3			
	Pig	2~64	64	64					1.6	14.5	19.4	1.6	3.2	59.7			
	Chicken	4~64	64	64						14.5	20.5	2.4	1.2	61.4			
	Duck	4~64	16	64						19.6	26.8	5.4	5.4	42.9			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12~16	0.125	0.25	85.9	5.6		1.4		1.4	2.8	2.8					
	Pig	0.12~16	0.125	2	54.8	12.9	16.1	3.2	6.5	1.6	1.6	3.2					
	Chicken	0.12~16	8	16	7.2	2.4	8.4	3.6	7.2	1.2	42.2	27.7					
	Duck	0.12~16	0.5	16	12.5	30.4	7.1	5.4	5.4	1.8	21.4	16.1					
Colistin	Cattle	2	2	2					100								
	Pig	2	2	2					100								
	Chicken	2~8	2	2					98.8		1.2						
	Duck	2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1~2	1	1				98.6	1.4								
	Pig	1~64	1	16				80.6	1.6		1.6	6.5	4.8	4.8			
	Chicken	1~64	1	32				81.9			2.4	1.2	4.8	9.6			
	Duck	1~32	1	2				89.3	3.6	1.8			5.4				
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	64					70.4	12.7	1.4		1.4	4.2	9.9		
	Pig	2~128	4	128					37.1	17.7	12.9	4.8		6.5	21.0		
	Chicken	2~128	128	128					2.4	3.6	4.8	3.6		3.6	81.9		
	Duck	2~128	128	128					8.9	7.1	19.6		1.8	5.4	57.1		
Streptomycin	Cattle	16~128	16	128								66.2	7.0	11.3	15.5		
	Pig	16~128	64	128								33.9	6.5	17.7	41.9		
	Chicken	16~128	32	128								37.3	13.3	4.8	44.6		
	Duck	16~128	16	128								50.0	10.7	8.9	30.4		
Sulfisoxazole	Cattle	16~512	16	512								59.2	7.0			1.4	32.4
	Pig	16~512	512	512								32.3	1.6				66.1
	Chicken	16~512	512	512								24.1	4.8				71.1
	Duck	16~512	32	512								39.3	12.5			3.6	44.6
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					60.6	1.4	1.4	1.4	2.8	9.9	22.5		
	Pig	2~128	64	128					38.7				1.6	30.6	29.0		
	Chicken	2~128	64	128					20.5	2.4	1.2		12.0	26.5	37.3		
	Duck	2~128	64	128					35.7	5.4			7.1	25.0	26.8		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12~4	0.125	4	73.2	12.7				14.1							
	Pig	0.12~4	0.25	4	40.3	12.9	4.8			41.9							
	Chicken	0.12~4	0.25	4	33.7	19.3	6.0			41.0							
	Duck	0.12~4	0.125	4	57.1	14.3	3.6			25.0							

* cattle carcasses(n=71), pig carcasses(n=62), chicken carcasses(n=83), duck carcasses(n=56)

Table 14. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=71)	Pig carcasses (n=62)	Chicken carcasses (n=83)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=272)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	6.5(4)	2.4(2)	0(0)	2.2(6)
Ampicillin	19.7(14)	62.9(39)	80.7(67)	55.4(31)	55.5(151)
Cefepime	0(0)	0(0)	1.2(1)	0(0)	0.4(1)
Cefoxitin	0(0)	8.1(5)	3.6(3)	0(0)	2.9(8)
Ceftazidime	0(0)	4.8(3)	3.6(3)	0(0)	2.2(6)
Ceftiofur	2.8(2)	12.9(8)	13.3(11)	3.6(2)	8.5(23)
Chloramphenicol	18.3(13)	62.9(39)	62.7(52)	48.2(27)	48.2(131)
Ciprofloxacin	8.5(6)	16.1(10)	81.9(68)	50.0(28)	41.2(112)
Colistin	0(0)	0(0)	1.2(1)	0(0)	0.4(1)
Gentamicin	0(0)	16.1(10)	15.7(13)	5.4(3)	9.6(26)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	15.5(11)	27.4(17)	85.5(71)	64.3(36)	49.6(135)
Streptomycin	33.8(24)	66.1(41)	62.7(52)	50.0(28)	53.3(145)
Sulfisoxazole	32.4(23)	66.1(41)	71.1(59)	44.6(25)	54.4(148)
Tetracycline	36.6(26)	61.3(38)	75.9(63)	58.9(33)	58.8(160)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	14.1(10)	41.9(26)	41.0(34)	25.0(14)	30.9(84)

* 농가당 1개 균주 검사

Table 15. 도체에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

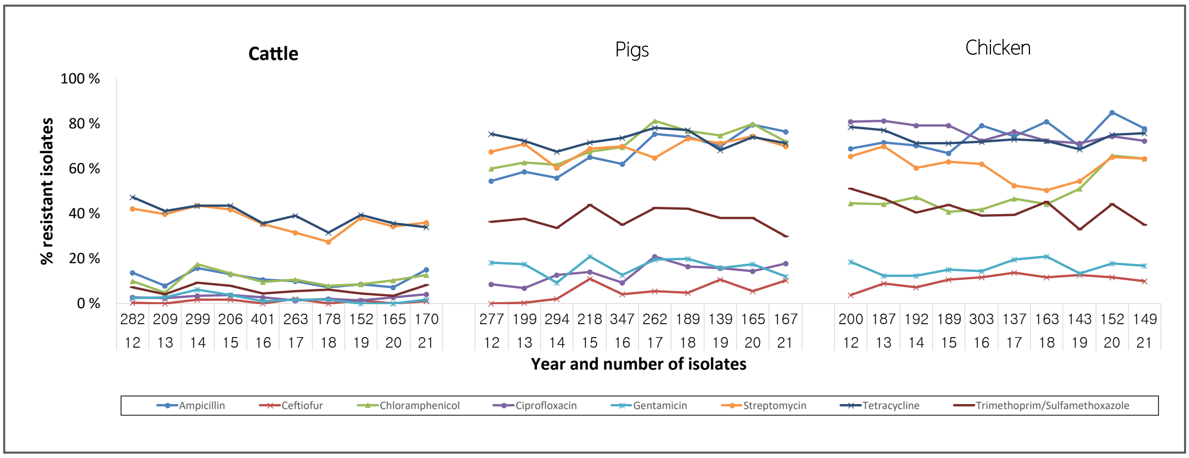
Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=71)	Pig carcasses (n=62)	Chicken carcasses (n=83)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=272)
No resistance detected	53.5(38)	12.9(8)	1.2(1)	7.1(4)	18.8(51)
Resistance 1 CLSI subclass	8.5(6)	11.3(7)	2.4(2)	10.7(6)	7.7(21)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.6(4)	6.5(4)	9.6(8)	12.5(7)	8.5(23)
Resistance 3 CLSI subclasses	11.3(8)	12.9(8)	4.8(4)	17.9(10)	11.0(30)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.6(4)	12.9(8)	8.4(7)	14.3(8)	9.9(27)
Resistance 5 CLSI subclasses	8.5(6)	19.4(12)	15.7(13)	16.1(9)	14.7(40)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	4.8(3)	21.7(18)	5.4(3)	8.8(24)
Resistance 7 CLSI subclasses	7.0(5)	9.7(6)	26.5(22)	12.5(7)	14.7(40)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	6.5(4)	7.2(6)	3.6(2)	4.4(12)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	1.6(1)	1.2(1)	0(0)	0.7(2)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	1.6(1)	0(0)	0(0)	0.4(1)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.2(1)	0(0)	0.4(1)
Multiple drug resistance (MDR)	32.4(23)	69.4(43)	86.7(72)	69.6(39)	65.1(177)

【정상 가축 분변 및 도축장 도체에서 분리한 *E. coli*의 항생제 내성 경향 (2012~2021)】

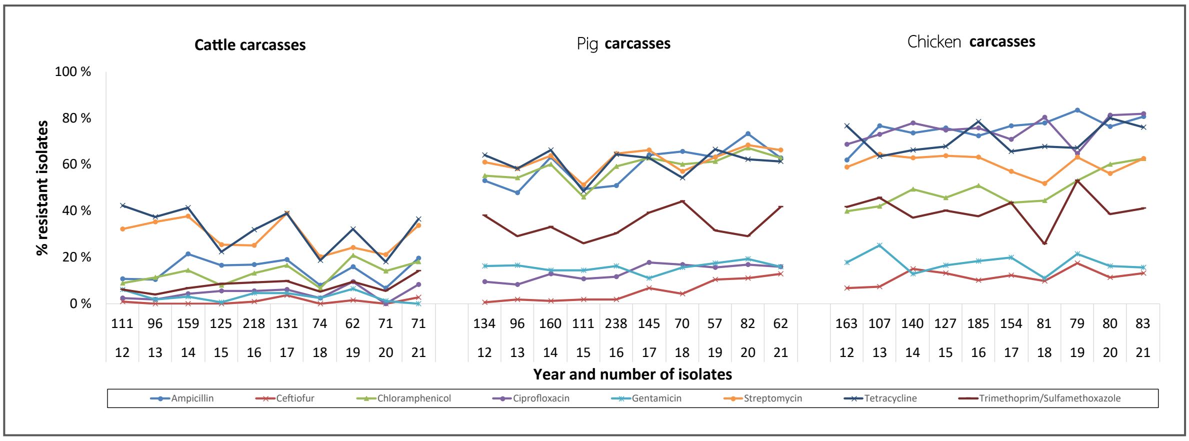
’12년부터 ’21년까지 정상 가축 분변과 도축장 도체에서 분리한 대장균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료에 따라 연도별로 내성률 추이는 다소 차이가 있었다. 소 분변 유래 대장균 내성률은 전반적으로 다른 가축에 비해 낮게 유지되고 있으나 일부 항생제 내성률은 증가 추세를 나타내었다. ’12년 대비 tetracycline(47.2→34.1%), streptomycin(42.2→35.9%) 내성률은 감소하였으나 그 외 항생제는 대체로 증가하였다. 항생제 내성율이 가장 낮았던 ’13년 대비 ampicillin(8.1→15.3%), trimethoprim/sulfamethoxazole(4.3→8.2%), chloramphenicol (4.8→12.9%)로 증가하였다. ’21년 돼지 분변 유래 대장균 내성률은 ’20년에 비해서는 다소 감소하였으나 ’12-’14년에 비해서는 증가하였다. 항생제별로는 ampicillin(55.8→76.6%)과 chloramphenicol(61.9→71.9%)이 약 10% 이상 증가하였다. 그 외 중요항생제인 ciprofloxacin(12.9→18.0%)과 ceftiofur(2.0→10.2%) 내성률도 증가하였다.

닭 분변 유래 대장균 내성률도 일부 항생제를 제외하고 다소 증가 추세를 나타내었다. Trimethoprim/ sulfamethoxazole 내성률은 다소 감소하였으나 (51.0→34.9%), streptomycin은 과 tetracycline 내성은 ’12년 이후 감소하다가 ’18년부터 다시 증가 추세를 나타내었다. 중요항생제인 ciprofloxacin 내성률은 ’12~’13년 이후 다소 감소하였으나(81.0→72.5%) 지속적으로 높게 유지되고 있으며 ceftiofur 내성도 약 2배 이상(4.0→10.1%) 증가하였다. 도체 유래 항생제 내성 추이는 항생제별로 차이가 있었으나 전반적으로 가축과 유사한 내성 추이를 나타내었다. 중요항생제인 ceftiofur와 ciprofloxacin 내성률은 모든 시료에서 ’12년에 비해 크게 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* 439균주(소 96, 돼지 140, 닭 122, 오리 81)에 대해 12개 계열(subclass) 16종 항생제에 대한 감수성검사 결과, 닭 및 오리 유래 균주는 다른 축종에 비해 내성이 높게 나타났다. MICs 분포도를 분석한 결과, 닭 및 오리 유래 균주에서 높았으며, 항생제별 MIC_{50}은 ciprofloxacin 4(㎍/㎖), erythromycin 8(㎍/㎖), 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 ciprofloxacin(38.5%)과 erythromycin(32.3%)이 높았으며 그 외 tetracycline(19.8%), quinupristin/dalfopristin(16.7%) 순으로 나타났다. 그러나 그 외 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았다. 돼지 유래 균주 항생제 내성률은 erythromycin이 50.7%로 가장 높았으며 tetracycline(21.4%), streptomycin(20.0%), quinupristin/dalfopristin(19.3%) 순으로 높았다. 닭 유래 균주에서는 ciprofloxacin 내성률이 66.4%로 가장 높았으며 erythromycin (51.6%), tylosin(39.3%) florfenicol (35.2%), chloramphenicol(33.6%), tetracycline(31.1%) 순으로 높게 나타났다. 오리에서 분리한 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin이 65.4%로 가장 높았으며, tetracycline(33.3%), chloramphenicol(25.9%), florfenicol(24.7%), erythromycin (24.7%), tylosin(21.0%) 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 25.0%, 돼지 분변 유래 균주의 34.3%, 닭 분변 유래 균주의 9.0%, 오리 분변 유래 균주의 12.3%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사한 12개의 계열(subclass) 중 3개 이상의 계열에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 분변 유래 균주에서 10.4%, 돼지 분변 유래 균주에서 20.7%, 닭 분변 유래 균주에서 49.2%, 오리 분변 유래 균주에서 37.0%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(μg/mℓ)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1~16	1	2				58.3	38.5	2.1		1.0							
	Pigs	1~8	2	4				42.1	43.6	11.4	2.9								
	Chicken	1~16	2	16				47.5	15.6	13.9	2.5	20.5							
	Ducks	1~16	2	16				48.1	21.	11.1	6.2	13.6							
Chloramphenicol	Cattle	4~32	8	8						37.5	61.5		1.0						
	Pigs	4~32	8	8						49.3	40.7	0.7	9.3						
	Chicken	2~32	8	32					0.8	21.3	41.0	3.3	33.6						
	Ducks	4~32	8	32						30.9	43.2		25.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25~16	2	8		3.1	4.2	39.6	14.6	22.9	13.5	2.1							
	Pigs	0.25~16	1	2		2.9	20.7	53.6	15.7	3.6	2.1	1.4							
	Chicken	0.5~16	4	16			2.5	14.8	16.4	16.4	31.1	18.9							
	Ducks	0.5~16	4	8			8.6	9.9	16.0	40.7	21.0	3.7							
Daptomycin	Cattle	1~8	4	4				3.1	31.2	63.5	2.1								
	Pigs	0.5~4	4	4			6.4	4.3	30.0	59.3									
	Chicken	0.5~8	4	4			0.8	5.7	24.6	63.1	5.7								
	Ducks	1~8	4	4				1.2	38.3	59.3	1.2								
Erythromycin	Cattle	1~64	4	8				11.5	10.4	45.8	25.0	3.1		4.2					
	Pigs	1~64	8	64				13.6	7.9	27.9	30.0	5.7		15.0					
	Chicken	1~64	8	64				18.0	3.3	27.0	16.4	4.1	3.3	27.9					
	Ducks	1~64	4	16				25.9	19.8	29.6	8.6	6.2	1.2	8.6					
Florfenicol	Cattle	2~32	4	4					31.2	66.7	1.0		1.0						
	Pigs	2~32	4	4					30.7	60.0		0.7	8.6						
	Chicken	2~32	4	32					17.2	46.7	0.8	1.6	33.6						
	Ducks	2~32	4	32					24.7	48.1	2.5	1.2	23.5						
Gentamicin	Cattle	128~1024	128	128											99.0			1.0	
	Pigs	128~2048	128	128											98.6	0.7			0.7
	Chicken	128~2048	128	128											94.3			1.6	4.1
	Ducks	128	128	128											100				
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	256											78.1	14.6	2.1	1.0	4.2
	Pigs	128~2048	128	2048											67.1	16.4	1.4	0.7	14.3
	Chicken	128~2048	128	2048											71.3	13.9	1.6		13.1
	Ducks	128~2048	128	256											84.0	8.6	3.7		3.7
Linezolid	Cattle	1~4	2	2				2.1	94.8	3.1									
	Pigs	1~4	2	2				7.1	87.9	5.0									
	Chicken	1~8	2	4				8.2	61.5	27.0	3.3								
	Ducks	1~16	2	4				3.7	77.8	12.3	3.7	2.5							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1~32	2	4				37.5	45.8	15.6			1.0						
	Pigs	1~16	2	4				7.1	73.6	17.1	1.4	0.7							
	Chicken	1~32	2	4				18.9	48.4	31.1	0.8		0.8						
	Ducks	1~4	2	2				45.7	45.7	8.6									
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2	2	2					100										
	Chicken	2~8	2	4					81.1	18.0	0.8								
	Ducks	2~8	2	2					95.1	3.7	1.2								
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	128											93.8				6.2
	Pigs	128~2048	128	2048											79.3	0.7		1.4	18.6
	Chicken	128~2048	128	2048											78.7	0.8	0.8	4.9	14.8
	Ducks	128~2048	128	2048											74.1	6.2	1.2	6.2	12.3
Tetracycline	Cattle	2~128	2	64					80.2				6.2	6.2	7.3				
	Pigs	2~128	2	64					78.6			0.7	1.4	10.0	9.3				
	Chicken	2~128	2	128					68.0	0.8		1.6	2.5	4.9	22.1				
	Ducks	2~128	2	128					65.4	1.2			1.2	8.6	23.5				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.25	47.9	43.8	8.3												
	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.25	61.4	29.3	9.3												
	Chicken	0.12~0.5	0.25	0.25	38.5	51.6	9.8												
	Ducks	0.12~0.5	0.25	0.5	48.1	32.1	19.8												
Tylosin	Cattle	1~64	4	8				6.2	29.2	42.7	17.7			4.2					
	Pigs	1~64	4	64				2.9	10.7	55.0	16.4			15.0					
	Chicken	1~64	8	64				0.8	17.2	22.1	18.0	2.5		39.3					
	Ducks	1~64	4	64				1.2	33.3	37.0	6.2	1.2	1.2	19.8					
Vancomycin	Cattle	2~4	2	2					99.0	1.0									
	Pigs	2~8	2	2					99.3		0.7								
	Chicken	2~4	2	2					98.4	1.6									
	Ducks	2	2	2					100										

* cattle(n=96), pigs(n=140), chicken(n=122), ducks(n=81)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=96)	Pigs (n=140)	Chicken (n=122)	Ducks (n=81)	Total (n=439)
Ampicillin	1.0(1)	0(0)	20.5(25)	13.6(11)	8.4(37)
Chloramphenicol	1.0(1)	9.3(13)	33.6(41)	25.9(21)	17.3(76)
Ciprofloxacin	38.5(37)	7.1(10)	66.4(81)	65.4(53)	41.2(181)
Daptomycin	2.1(2)	0(0)	5.7(7)	1.2(1)	2.3(10)
Erythromycin	32.3(31)	50.7(71)	51.6(63)	24.7(20)	42.1(185)
Florfenicol	1.0(1)	9.3(13)	35.2(43)	24.7(20)	17.5(77)
Gentamicin	1.0(1)	0.7(1)	5.7(7)	0(0)	2.1(9)
Kanamycin	5.2(5)	15.0(21)	13.1(16)	3.7(3)	10.3(45)
Linezolid	0(0)	0(0)	3.3(4)	6.2(5)	2.1(9)
Quinupristin / Dalfopristin	16.7(16)	19.3(27)	32.8(40)	8.6(7)	20.5(90)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0.8(1)	1.2(1)	0.5(2)
Streptomycin	6.3(6)	20.0(28)	19.7(24)	18.5(15)	16.6(73)
Tetracycline	19.8(19)	21.4(30)	31.1(38)	33.3(27)	26.0(114)
Tigecycline	8.3(8)	9.3(13)	9.8(12)	19.8(16)	11.2(49)
Tylosin	4.2(4)	15.0(21)	39.3(48)	21.0(17)	20.5(90)
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=96)	Pigs (n=140)	Chicken (n=122)	Ducks (n=81)	Total (n=439)
No resistance detected	25.0(24)	34.3(48)	9.0(11)	12.3(10)	21.2(93)
Resistance 1 CLSI subclass	42.7(41)	30.7(43)	22.1(27)	33.3(27)	31.4(138)
Resistance 2 CLSI subclasses	21.9(21)	14.3(20)	19.7(24)	17.3(14)	18.0(79)
Resistance 3 CLSI subclasses	6.3(6)	9.3(13)	9.8(12)	13.6(11)	9.6(42)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.1(2)	5.0(7)	17.2(21)	7.4(6)	8.2(36)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	5.7(8)	11.5(14)	7.4(6)	6.4(28)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.0(1)	0.7(1)	8.2(10)	7.4(6)	4.1(18)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.0(1)	0(0)	2.5(3)	1.2(1)	1.1(5)
Multiple drug resistance (MDR)	10.4(10)	20.7(29)	49.2(60)	37.0(30)	29.4(129)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecium*

도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 205균주(소 도체 41, 돼지 도체 35, 닭 도체 73, 오리 도체 56)에 대해 12개 계열(subclass) 16종 항생제에 대한 감수성검사 결과, 대체로 가축 분변 유래 균주의 내성 양상과 유사하였다. 시료별로는 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성이 다른 시료에 비해 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, ciprofloxacin MIC_{50}은 돼지와 소 도체 균주는 1-2(㎍/㎖), 닭 도체 균주는 8(㎍/㎖)로 닭 도체 균주에서 높았다.

시료별로 내성률을 비교한 결과, 닭 도체 유래 균주의 내성률이 다른 시료에 비해 높게 나타났다. 소 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 erythromycin이 46.3%, ciprofloxacin이 36.6%로 두 항생제의 내성률이 높게 나타났으며 그 외 항생제 내성률은 대체로 낮았다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 erythromycin이 42.9%로 가장 높았으며 quinupristin/dalfopristin이 22.9%로 나타났으며 그 외 항생제 내성률은 15% 이하로 낮게 나타났다. 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 다른 시료에 비해 높으며 ciprofloxacin 내성률이 75.3%로 가장 높았으며, erythromycin(46.6%), tetracycline(42.5%), tylosin(39.7%), chloramphenicol(38.4%)/florfenicol(38.4%) 순으로 높게 나타났다. 오리 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin의 내성률이 64.3%로 가장 높았으며, tetracycline(25.0%), chloramphenicol(21.4%), florfenicol(19.6%), tylosin (17.9%) 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용되는 항생제 내성률이 다른 시료에 비해 닭 도체 유래 균주에서 높았다. 닭 도체 유래 균주의 항생제 내성률은 ampicillin이 21.9%, linezolid 5.5%로 나타났다. 그러나 gentamicin과 vancomycin 내성은 모든 시료에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리된 *E. faecium*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 돼지 도체 분리 균주의 45.7%, 소 도체 분리 균주의 24.4%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 그러나 닭 도체 유래 균주는 2.7%만이 모든 항생제에 감수성을 나타내어 대부분의 균주가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 검사한 12개 계열(subclass) 검사 항생제 중 3개 이상의 계열에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체 유래 균주 14.6%, 돼지 도체 유래 균주에서 11.4%로 낮았으나 닭 도체 유래 균주에서 64.4%로 닭 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(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1~16	1	4				53.7	31.7	7.3		7.3							
	Pig	1~4	1	4				68.6	20.0	11.4									
	Chicken	1~16	2	16				46.6	13.7	17.8		21.9							
	Duck	1~16	2	8				46.4	28.6	14.3	3.6	7.1							
Chloramphenicol	Cattle	2~8	8	8					2.4	36.6	61.0								
	Pig	4~32	8	32						34.3	51.4	2.9	11.4						
	Chicken	2~32	8	32					2.7	24.7	32.9	1.4	38.4						
	Duck	2~32	8	32					1.8	26.8	50.0		21.4						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5~16	2	8			14.6	26.8	22.0	19.5	7.3	9.8							
	Pig	0.5~16	1	2			20.0	51.4	20.0	2.9	2.9	2.9							
	Chicken	0.25~16	8	16		1.4	1.4	13.7	8.2	21.9	35.6	17.8							
	Duck	1~16	4	8				14.3	21.4	44.6	14.3	5.4							
Daptomycin	Cattle	0.5~8	2	4			2.4		51.2	43.9	2.4								
	Pig	1~4	2	4				5.7	48.6	45.7									
	Chicken	1~8	4	4				6.8	30.1	53.4	9.6								
	Duck	0.5~4	4	4			1.8	1.8	44.6	51.8									
Erythromycin	Cattle	1~64	4	64				19.5	9.8	24.4	29.3	4.9		12.2					
	Pig	1~64	4	64				34.3	11.4	11.4	25.7		2.9	14.3					
	Chicken	1~64	4	64				23.3	6.8	23.3	6.8	4.1	4.1	31.5					
	Duck	1~64	2	64				37.5	17.9	19.6	8.9	5.4		10.7					
Florfenicol	Cattle	2~4	4	4					36.6	63.4									
	Pig	2~32	4	32					28.6	57.1		2.9	11.4						
	Chicken	2~32	4	32					21.9	38.4	1.4		38.4						
	Duck	2~32	4	32					28.6	51.8			19.6						
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	2048											68.3	17.1	2.4		12.2
	Pig	128~2048	128	256											57.1	34.3	2.9		5.7
	Chicken	128~2048	128	256											80.8	9.6	4.1		5.5
	Duck	128~256	128	256											78.6	21.4			
Linezolid	Cattle	1~2	2	2				12.2	87.8										
	Pig	1~4	2	4				2.9	82.9	14.3									
	Chicken	0.5~8	2	4			1.4	12.3	50.7	30.1	5.5								
	Duck	1~16	2	8				8.9	71.4	7.1	8.9	3.6							
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	1~4	2	4				22.0	63.4	14.6									
	Pig	1~4	2	4				5.7	71.4	22.9									
	Chicken	1~32	2	4				30.1	45.2	21.9		1.4	1.4						
	Duck	1~4	2	2				46.4	46.4	7.1									
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2~8	2	4					76.7	20.5	2.7								
	Duck	2~4	2	2					98.2	1.8									
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	2048											87.8				12.2
	Pig	128~2048	128	2048											85.7				14.3
	Chicken	128~2048	128	2048											74.0	4.1	2.7	6.8	12.3
	Duck	128~2048	128	2048											83.9	3.6		1.8	10.7
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					82.9		2.4			2.4	12.2				
	Pig	2~128	2	2					91.4	2.9					5.7				
	Chicken	2~128	2	128					56.2	1.4				9.6	32.9				
	Duck	2~128	2	128					75.0					5.4	19.6				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.5	43.9	36.6	19.5												
	Pig	0.12~0.25	0.125	0.25	57.1	42.9													
	Chicken	0.12~0.5	0.125	0.25	54.8	37.0	8.2												
	Duck	0.12~0.5	0.25	0.25	42.9	51.8	5.4												
Tylosin	Cattle	2~64	4	64					26.8	31.7	29.3			12.2					
	Pig	2~64	4	64					2.9	57.1	25.7			14.3					
	Chicken	1~64	8	64				4.1	20.5	24.7	11.0			39.7					
	Duck	1~64	4	64				7.1	28.6	37.5	8.9			17.9					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					98.6	1.4									
	Duck	2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=41), pig carcasses(n=35), chicken carcasses(n=73), duck carcasses(n=56)

Table 20. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=41)	Pig carcasses (n=35)	Chicken carcasses (n=73)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=205)
Ampicillin	7.3(3)	0(0)	21.9(16)	7.1(4)	11.2(23)
Chloramphenicol	0(0)	11.4(4)	38.4(28)	21.4(12)	21.5(44)
Ciprofloxacin	36.6(15)	8.6(3)	75.3(55)	64.3(36)	53.2(109)
Daptomycin	2.4(1)	0(0)	9.6(7)	0(0)	3.9(8)
Erythromycin	46.3(19)	42.9(15)	46.6(34)	25.0(14)	40.0(82)
Florfenicol	0(0)	14.3(5)	38.4(28)	19.6(11)	21.5(44)
Gentamicin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Kanamycin	12.2(5)	5.7(2)	5.5(4)	0(0)	5.4(11)
Linezolid	0(0)	0(0)	5.5(4)	12.5(7)	5.4(11)
Quinupristin/Dalfopristin	14.6(6)	22.9(8)	24.7(18)	7.1(4)	17.6(36)
Salinomycin	0(0)	0(0)	2.7(2)	0(0)	1.0(2)
Streptomycin	12.2(5)	14.3(5)	19.2(14)	12.5(7)	15.1(31)
Tetracycline	14.6(6)	5.7(2)	42.5(31)	25.0(14)	25.9(53)
Tigecycline	19.5(8)	0(0)	8.2(6)	5.4(3)	8.3(17)
Tylosin	12.2(5)	14.3(5)	39.7(29)	17.9(10)	23.9(49)
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=35)	Chicken carcasses (n=73)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=205)
No resistance detected	24.4(10)	45.7(16)	2.7(2)	17.9(10)	18.5(38)
Resistance 1 CLSI subclass	41.5(17)	31.4(11)	12.3(9)	35.7(20)	27.8(57)
Resistance 2 CLSI subclasses	19.5(8)	11.4(4)	20.5(15)	21.4(12)	19.0(39)
Resistance 3 CLSI subclasses	2.4(1)	0(0)	15.1(11)	14.3(8)	9.8(20)
Resistance 4 CLSI subclasses	4.9(2)	5.7(2)	13.7(10)	3.6(2)	7.8(16)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	2.9(1)	15.1(11)	1.8(1)	6.3(13)
Resistance 6 CLSI subclasses	4.9(2)	2.9(1)	6.8(5)	3.6(2)	4.9(10)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.4(1)	0(0)	5.5(4)	0(0)	2.4(5)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	4.1(3)	1.8(1)	2.0(4)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	2.7(2)	0(0)	1.0(2)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.4(1)	0(0)	0.5(1)
Multiple drug resistance (MDR)	14.6(6)	11.4(4)	64.4(47)	25.0(14)	34.6(71)

3. *Enterococcus faecalis*

가. 가축유래 *Enterococcus faecalis*

가축 분변에서 분리한 *E. faecalis* 488균주(소 112, 돼지 149, 닭 157, 오리 70)에 대해 12개 계열(subclass) 16종 항생제에 대한 감수성검사 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 32(㎍/㎖), 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 tetracycline을 제외한 모든 항생제 내성률이 30% 이하로 나타났다. 항생제별로는 tetracycline이 33.0%로 가장 높았으며 erythromycin (24.1%), tylosin (22.3%), chloramphenicol(21.4%) 순으로 나타났다. 돼지 유래 균주 항생제 내성률은 erythromycin이 86.6%로 가장 높았으며 tylosin(85.2%), florfenicol (72.5%), chloramphenicol(71.8%) 순으로 나타났다. 닭 유래 균주에서는 tetracycline의 내성률이 55.4%로 가장 높았으며 erythromycin(52.2%), tylosin(51.6%), ciprofloxacin(47.8%) 순으로 높았다. 오리 유래 균주에서는 tetracycline 내성률이 65.7%로 가장 높았으며 chloramphenicol(40.0%), florfenicol(34.4%), erythromycin(28.6%)/ tylosin(28.6%) 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 58.0%로 높았으나, 소를 제외한 모든 가축에서는 검사 균주의 약 70~90%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 20.5%, 돼지 유래 균주에서 70.5%, 닭 유래 균주에서 36.3%, 오리 유래 균주에서 20.0%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(㎍/㎖)														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Cattle	1~2	1	1				96.4	3.6										
	Pigs	1~2	1	1				98.7	1.3										
	Chicken	1~2	1	1				95.5	4.5										
	Ducks	1~2	1	1				97.1	2.9										
Chloramphenicol	Cattle	4~32	8	32						25.9	52.7		21.4						
	Pigs	4~32	32	32						4.7	18.1	5.4	71.8						
	Chicken	4~32	8	32						9.6	54.8		35.7						
	Ducks	4~32	8	32						17.1	42.9		40.0						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5~16	2	16			3.6	29.5	54.5	0.9		11.6							
	Pigs	0.5~16	2	16			2.7	42.3	24.8	1.3	2.0	26.8							
	Chicken	0.5~16	2	16			0.6	30.6	21.0	3.8		43.9							
	Ducks	1~16	2	16				35.7	34.3	10.0	5.7	14.3							
Daptomycin	Cattle	0.5~8	1	2			19.6	36.6	37.5	5.4	0.9								
	Pigs	0.5~4	1	2			7.4	55.7	32.2	4.7									
	Chicken	0.5~4	1	2			6.4	58.6	30.6	4.5									
	Ducks	0.5~4	1	2			12.9	51.4	30.0	5.7									
Erythromycin	Cattle	1~64	2	64				22.3	36.6	17.0	0.9	3.6		19.6					
	Pigs	1~64	64	64				6.7	4.0	2.7	2.7	4.0		79.9					
	Chicken	1~64	16	64				28.0	15.9	3.8	0.6	3.2	0.6	47.8					
	Ducks	1~64	2	64				31.4	32.9	7.1	4.3	1.4		22.9					
Florfenicol	Cattle	2~32	2	32					50.0	38.4	0.9		10.7						
	Pigs	2~32	32	32					12.8	14.8		11.4	61.1						
	Chicken	2~32	4	32					23.6	41.4	0.6	0.6	33.8						
	Ducks	2~32	4	32					34.3	27.1		2.9	35.7						
Gentamicin	Cattle	128~2048	128	512											88.4	0.9	0.9		9.8
	Pigs	128~2048	128	2048											60.4	2.0		6.7	30.9
	Chicken	128~2048	128	128											93.6	1.3		1.9	3.2
	Ducks	128~2048	128	128											91.4			1.4	7.1
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	2048											81.2	2.7			16.1
	Pigs	128~2048	2048	2048											33.6				66.4
	Chicken	128~2048	128	2048											82.2	0.6	1.3	0.6	15.3
	Ducks	128~2048	128	2048											82.9				17.1
Linezolid	Cattle	1~8	2	2				24.1	68.8	6.2	0.9								
	Pigs	1~8	2	4				18.8	42.3	30.2	8.7								
	Chicken	1~8	2	4				24.8	55.4	15.3	4.5								
	Ducks	1~8	2	4				12.9	60.0	22.9	4.3								
Salinomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2~4	2	2					99.3	0.7									
	Chicken	2~4	2	2					96.2	3.8									
	Ducks	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	2048											77.7	4.5		0.9	17.0
	Pigs	128~2048	2048	2048											34.9	1.3			63.8
	Chicken	128~2048	128	2048											64.3	4.5			31.2
	Ducks	128~2048	128	256											87.1	2.9			10.0
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					67.0			0.9	0.9	16.1	15.2				
	Pigs	2~128	128	128					18.1				2.7	25.5	53.7				
	Chicken	2~128	32	128					43.3	0.6	0.6	0.6	7.0	7.6	40.1				
	Ducks	2~128	64	128					34.3			1.4	4.3	24.3	35.7				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.25	0.5	44.6	37.5	17.9												
	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.5	54.4	35.6	10.1												
	Chicken	0.12~1	0.125	0.5	51.6	36.3	11.5	0.6											
	Ducks	0.12~0.5	0.25	0.5	42.9	42.9	14.3												
Tylosin	Cattle	1~64	2	64				1.8	50.9	22.3	1.8	0.9		22.3					
	Pigs	1~64	64	64				1.3	11.4	1.3		0.7		85.2					
	Chicken	1~64	64	64				0.6	30.6	16.6	0.6			51.6					
	Ducks	1~64	2	64				1.4	57.1	12.9				28.6					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pigs	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					99.4	0.6									
	Ducks	2	2	2					100										

*cattle(n=112), pigs(n=149), chicken(n=157), ducks(n=70)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle (n=112)	Pigs (n=149)	Chicken (n=157)	Ducks (n=70)	Total (n=488)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	21.4(24)	71.8(107)	35.7(56)	40.0(28)	44.1(215)
Ciprofloxacin	12.5(14)	30.2(45)	47.8(75)	30.0(21)	31.8(155)
Daptomycin	0.9(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0.2(1)
Erythromycin	24.1(27)	86.6(129)	52.2(82)	28.6(20)	52.9(258)
Florfenicol	10.7(12)	72.5(108)	34.4(54)	38.6(27)	41.2(201)
Gentamicin	9.8(11)	37.6(56)	5.1(8)	8.6(6)	16.6(81)
Kanamycin	16.1(18)	66.4(99)	15.9(25)	17.1(12)	31.6(154)
Linezolid	0.9(1)	8.7(13)	4.5(7)	4.3(3)	4.9(24)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	17.9(20)	63.8(95)	31.2(49)	10.0(7)	35.0(171)
Tetracycline	33.0(37)	81.9(122)	55.4(87)	65.7(46)	59.8(292)
Tigecycline	17.9(20)	10.1(15)	12.1(19)	14.3(10)	13.1(64)
Tylosin	22.3(25)	85.2(127)	51.6(81)	28.6(20)	51.8(253)
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=112)	Pigs (n=149)	Chicken (n=157)	Ducks (n=70)	Total (n=488)
No resistance detected	58.0(65)	11.4(17)	24.8(39)	31.4(22)	29.3(143)
Resistance 1 CLSI subclass	16.1(18)	3.4(5)	20.4(32)	24.3(17)	14.8(72)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.4(6)	14.8(22)	18.5(29)	24.3(17)	15.2(74)
Resistance 3 CLSI subclasses	10.7(12)	35.6(53)	18.5(29)	14.3(10)	21.3(104)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.9(10)	28.2(42)	15.3(24)	5.7(4)	16.4(80)
Resistance 5 CLSI subclasses	0.9(1)	6.7(10)	2.5(4)	0(0)	3.1(15)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Multiple drug resistance (MDR)	20.5(23)	70.5(105)	36.3(57)	20.0(14)	40.8(199)

나. 도체 유래 *Enterococcus faecalis*

도체에서 분리한 *E. faecalis* 303균주(소 도체 77, 돼지 도체 85, 닭 도체 85, 오리 56)에 대해 12개 계열(subclass) 16종 항생제에 대한 감수성검사 결과, 전반적으로 닭 도체에서 높게 나타났다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 닭 유래 균주의 항생제별 MIC_{50}은 erythromycin 16(㎍/㎖), tylosin 64(㎍/㎖), tetracycline 64(㎍/㎖)로 다른 시료에 비해 높게 나타났다.

시료별로 항생제 내성률을 비교한 결과, 전반적으로 모든 항생제 내성률이 닭 도체 유래 균주에서 높게 나타났다. 시료별로는 소 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 39.0%로 가장 높았으며, tylosin (36.4%), erythromycin(35.1%), chloramphenicol(27.3%), florfenicol(26.0%) 순으로 나타났다. 돼지 도체 유래 균주의 내성률은 tetracycline이 44.7%로 가장 높았으며, erythromycin(40.0%)/tylosin(40.0%), streptomycin(36.5%), kanamycin(32.9%) 순으로 높았다. 닭 유래 균주의 내성률은 전반적으로 높았으며, erythromycin과 tetracycline의 내성률이 56.5%로 가장 높았으며, tylosin(55.3%), ciprofloxacin(48.2%), chloramphenicol(37.6%), streptomycin(34.1%). florfenicol(32.9%) 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 내성은 오리 도체 유래 균주 1.8%에서 검출되었다.

도체에서 분리된 *E. faecalis*의 다제내성 양상을 조사한 결과, 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주는 소 도체에서 54.5% 높았으나 그 외 시료는 약 65~75%가 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 검사 항생제 중 자연내성을 나타낸 quinupristin/dalfopristin을 제외한 11개의 subclass 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 소 도체에서 27.3%, 돼지 도체에서 31.8%, 닭 도체에서 42.4%, 오리 도체에서 14.3%로 오리 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(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				98.7	1.3										
	Pig	1~2	1	1				94.1	5.9										
	Chicken	1~2	1	1				96.5	3.5										
	Duck	1~2	1	1				98.2	1.8										
Chloramphenicol	Cattle	4~32	8	32						26.0	44.2	2.6	27.3						
	Pig	4~32	8	32						22.4	48.2	1.2	28.2						
	Chicken	4~32	8	32						10.6	50.6	1.2	37.6						
	Duck	4~32	8	32						37.5	44.6		17.9						
Ciprofloxacin	Cattle	0.5~16	2	16			6.5	37.7	33.8	2.6		19.5							
	Pig	0.5~16	1	4			1.2	58.8	28.2	3.5	2.4	5.9							
	Chicken	1~16	2	16				31.8	20.0	1.2	2.4	44.7							
	Duck	0.5~16	2	8			5.4	32.1	41.1	8.9	3.6	8.9							
Daptomycin	Cattle	0.5~4	1	2			14.3	42.9	37.7	5.2									
	Pig	0.5~4	1	2			23.5	43.5	30.6	2.4									
	Chicken	0.5~4	1	2			4.7	74.1	20.0	1.2									
	Duck	0.5~8	1	2			7.1	50.0	35.7	5.4	1.8								
Erythromycin	Cattle	1~64	2	64				29.9	23.4	11.7	3.9	2.6		28.6					
	Pig	1~64	2	64				40.0	18.8	1.2	1.2	1.2		37.6					
	Chicken	1~64	16	64				32.9	7.1	3.5	3.5	8.2	3.5	41.2					
	Duck	1~64	2	64				42.9	39.3	3.6	1.8			12.5					
Florfenicol	Cattle	2~32	4	32					36.4	36.4	1.3	2.6	23.4						
	Pig	2~32	4	32					34.1	38.8	4.7	7.1	15.3						
	Chicken	2~32	4	32					29.4	37.6		3.5	29.4						
	Duck	2~32	2	32					53.6	28.6	1.8		16.1						
Gentamicin	Cattle	128~2048	128	256											88.3	2.6		5.2	3.9
	Pig	128~2048	128	2048											76.5	1.2		8.2	14.1
	Chicken	128~2048	128	128											90.6				9.4
	Duck	128~2048	128	128											98.2				1.8
Kanamycin	Cattle	128~2048	128	2048											80.5	1.3			18.2
	Pig	128~2048	128	2048											65.9	1.2			32.9
	Chicken	128~2048	128	2048											83.5	1.2		1.2	14.1
	Duck	128~2048	128	2048											89.3				10.7
Linezolid	Cattle	1~8	2	4				27.3	57.1	14.3	1.3								
	Pig	1~8	2	2				25.9	65.9	4.7	3.5								
	Chicken	1~8	2	4				25.9	56.5	16.5	1.2								
	Duck	0.5~8	2	4			1.8	26.8	60.7	8.9	1.8								
Salinomycin	Cattle	2~4	2	2					98.7	1.3									
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2~4	2	2					98.8	1.2									
	Duck	2	2	2					100										
Streptomycin	Cattle	128~2048	128	2048											70.1	5.2			24.7
	Pig	128~2048	128	2048											60.0	3.5			36.5
	Chicken	128~2048	128	2048											58.8	7.1		1.2	32.9
	Duck	128~2048	128	2048											76.8	7.1			16.1
Tetracycline	Cattle	2~128	2	128					59.7		1.3		3.9	22.1	13.0				
	Pig	2~128	2	128					52.9	2.4			3.5	27.1	14.1				
	Chicken	2~128	64	128					40.0	1.2	2.4	1.2	3.5	9.4	42.4				
	Duck	2~128	64	128					32.1			3.6	3.6	37.5	23.2				
Tigecycline	Cattle	0.12~0.5	0.125	0.25	57.1	35.1	7.8												
	Pig	0.12~0.5	0.125	0.25	63.5	28.2	8.2												
	Chicken	0.12~0.5	0.125	0.25	54.1	36.5	9.4												
	Duck	0.12~0.5	0.125	0.25	62.5	28.6	8.9												
Tylosin	Cattle	1~64	2	64				6.5	49.4	7.8				36.4					
	Pig	1~64	4	64				4.7	40.0	15.3				40.0					
	Chicken	1~64	64	64				4.7	35.3	2.4		2.4		55.3					
	Duck	1~64	2	64				3.6	71.4	10.7				14.3					
Vancomycin	Cattle	2	2	2					100										
	Pig	2	2	2					100										
	Chicken	2	2	2					100										
	Duck	2	2	2					100										

* cattle carcasses(n=77), pig carcasses(n=85), chicken carcasses(n=85), duck carcasses(n=56)

Table 26. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates*				
	Cattle carcasses (n=77)	Pig carcasses (n=85)	Chicken carcasses (n=85)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=303)
Ampicillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	27.3(21)	28.2(24)	37.6(32)	17.9(10)	28.7(87)
Ciprofloxacin	22.1(17)	11.8(10)	48.2(41)	21.4(12)	26.4(80)
Daptomycin	0(0)	0(0)	0(0)	1.8(1)	0.3(1)
Erythromycin	35.1(27)	40.0(34)	56.5(48)	14.3(8)	38.6(117)
Florfenicol	26.0(20)	22.4(19)	32.9(28)	16.1(9)	25.1(76)
Gentamicin	9.1(7)	22.4(19)	9.4(8)	1.8(1)	11.6(35)
Kanamycin	18.2(14)	32.9(28)	15.3(13)	10.7(6)	20.1(61)
Linezolid	1.3(1)	3.5(3)	1.2(1)	1.8(1)	2.0(6)
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	24.7(19)	36.5(31)	34.1(29)	16.1(9)	29.0(88)
Tetracycline	39.0(30)	44.7(38)	56.5(48)	67.9(38)	50.8(154)
Tigecycline	7.8(6)	8.2(7)	9.4(8)	8.9(5)	8.6(26)
Tylosin	36.4(28)	40.0(34)	55.3(47)	14.3(8)	38.6(117)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* 농가당 1개 균주 검사

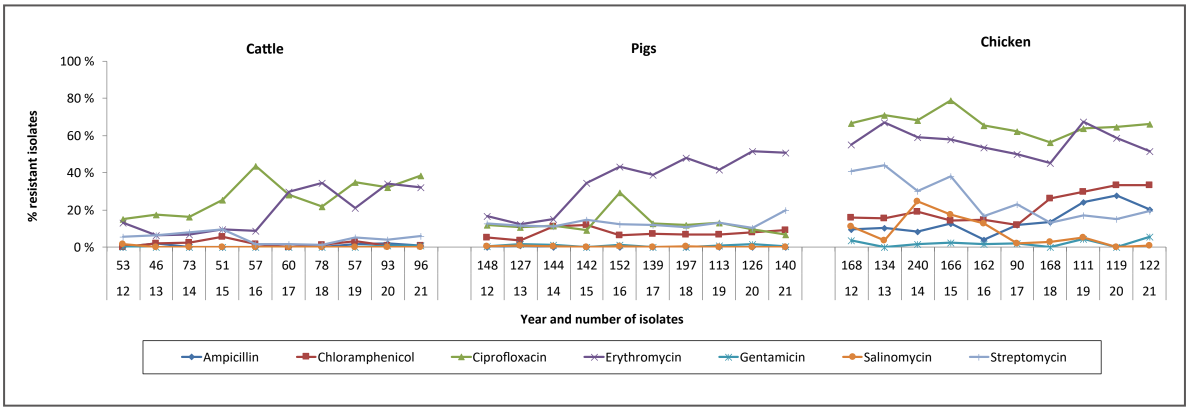
Table 27. 도체에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=77)	Pig carcasses (n=85)	Chicken carcasses (n=85)	Duck carcasses (n=56)	Total (n=303)
No resistance detected	54.5(42)	34.1(29)	23.5(20)	30.4(17)	35.6(108)
Resistance 1 CLSI subclass	11.7(9)	20.0(17)	12.9(11)	30.4(17)	17.8(54)
Resistance 2 CLSI subclasses	6.5(5)	14.1(12)	21.2(18)	25.0(14)	16.2(49)
Resistance 3 CLSI subclasses	14.3(11)	12.9(11)	24.7(21)	12.5(7)	16.5(50)
Resistance 4 CLSI subclasses	11.7(9)	17.6(15)	15.3(13)	0(0)	12.2(37)
Resistance 5 CLSI subclasses	1.3(1)	1.2(1)	2.4(2)	1.8(1)	1.7(5)
Multiple drug resistance (MDR)	27.3(21)	31.8(27)	42.4(36)	14.3(8)	30.4(92)

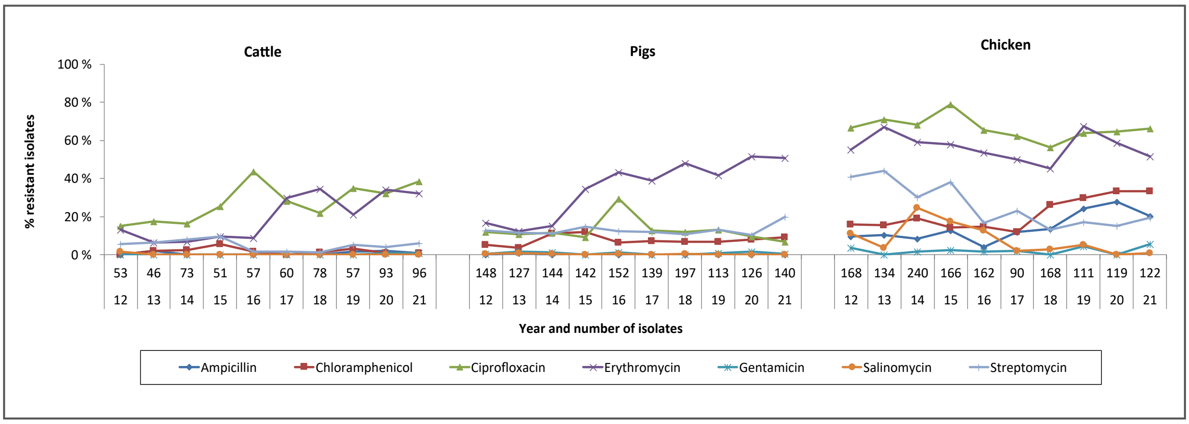
【정상 가축 분변에서 분리한 *E. faecium* / *E. faecalis*의 항생제내성 경향 (2012~2021)】

’12년부터 ’21년까지 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 tetracycline을 제외한 대부분의 항생제 내성률이 증가 추세를 나타내었으며 ’12년 대비 ’21년에는 erythromycin (13.2→32.3%), ciprofloxacin(15.1→38.5%)이 크게 증가하였다. 돼지 분변 유래 *E. faecium* 내성률은 항생제별로 차이가 있었으며 ciprofloxacin(12.2→7.1%) 내성은 감소하였으나 erythromycin(16.9→50.7%) 내성은 크게 증가하였다. 닭 분변 유래 *E. faecium* 내성률은 ’12년 대비 tetracycline(70.8→31.1%)과 streptomycin(41.1→19.7%)은 크게 감소하였으나 ampicillin(9.5→20.5%)과 chloramphenico(16.1→33.6%) 내성은 약 10% 이상 증가하였다.
E. faecalis 내성률도 축종 및 시료별로 항생제 내성률이 차이가 있었다. 소 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 ’12년 대비 전반적으로 감소하였으며 특히 tetracycline(58.8→33.0%)과 streptomycin(27.5→17.9%) 내성률이 크게 감소하였다. 그러나 ’20년 대비 ’21년에는 대부분의 항생제 내성률이 증가하였다. 돼지 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 지속적으로 높았으며 ’12년 이후 증가 추세를 나타내었다. 항생제별 ’12년 대비 ’21년에는 erythromycin(59.3→86.6%), chloramphenicol(44.1→71.8%), ciprofloxacin(9.7→30.2%) 내성이 약 20% 이상 증가하였다. 닭 분변 유래 *E. faecalis* 내성률은 항생제별로 차이가 있었으며, ’12년 이후 tetracycline(78.4→55.4%), erythromycin(72.8→52.2%), gentamicin(15.5→5.1%) 내성률은 감소하였으나 chloramphenicol(16.9→35.7%) 내성률은 ’12년 이후 지속적으로 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 290균주(돼지 83, 닭 120, 오리 87)의 *Salmonella* spp.에 대해 항생제 감수성검사를 실시한 결과 대체로 시료별로 항생제 내성률이 차이가 있었다. 축종별 MIC_{50}을 비교한 결과, 돼지 유래 균주에서는 ampicillin 64(㎍/㎖), sulfisoxazole 512(㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았다. 닭 유래 균주에서는 nalidixic acid 128 (㎍/㎖)로 다른 축종에 비해 높았다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 전반적으로 돼지 및 닭 분변 유래 균주에서 높았으며 항생제별로 큰 차이가 있었다. 축종별 항생제 내성률을 분석한 결과, 돼지 유래 균주의 항생제 내성률은 ampicillin (56.6%), sulfisoxazole(54.2%), streptomycin(53.0%), tetracycline(49.4%)이 약 50% 이상으로 나타났다. 그 외 chloramphenicol을 제외한 대부분의 항생제 내성률은 10%로 낮았다. 닭 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid 내성률이 58.3%로 가장 높았으며 tetracycline (40.8%), ampicillin(40.0%), sulfisoxazole (39.2%), streptomycin (36.7%). trimethoprim/sulfamethoxazole(32.5%) 순으로 높았다. 오리 분변 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid에서 39.1%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(18.4%), streptomycin과 trimethoprim/sulfamethoxazole(10.3%) 순으로 나타났다. 사람에서 중요하게 사용되는 항생제인 제 3세대 cephalosporins계 항생제 내성은 돼지와 오리 유래 균주에서는 3% 이하로 낮았으나 닭에서는 23.3%로 높게 나타났다. Fluoroquinolones계 항생제 내성은 돼지 유래 균주에서는 검출되지 않았으나 닭 유래 균주에서 8.3%, 오리 유래 균주에서 3.4% 검출되었다. 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 27.7%, 닭 분변 유래 균주에서는 26.7%, 오리 분변 유래 균주에서는 57.5%로 오리 유래 균주에서 높게 나타났다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 유래 균주에서는 60.2%, 닭 유래 균주는 43.3%, 오리 유래 균주는 14.9%로 돼지에서 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	4	8					43.4	15.7	36.1	4.8					
	Chicken	2~32	2	8					75.8	13.3	6.7	3.3	0.8				
	Ducks	2~8	2	2					90.8	4.6	4.6						
Ampicillin	Pigs	2~64	64	64					42.2	1.2				56.6			
	Chicken	2~64	2	64					58.3	1.7				40			
	Ducks	2~64	2	2					90.8					9.2			
Cefepime	Pigs	0.25~16	0.25	0.25		96.4	1.2					2.4					
	Chicken	0.25~8	0.25	2		75.8		2.5	12.5	5.0	4.2						
	Ducks	0.25~16	0.25	0.25		97.7	1.1					1.1					
Cefoxitin	Pigs	1~16	2	4				1.2	50.6	42.2	4.8	1.2					
	Chicken	1~32	4	8				0.8	40	36.7	15.0	6.7	0.8				
	Ducks	1~16	2	4				9.2	74.7	9.2	5.7	1.1					
Ceftazidime	Pigs	1~16	1	1				97.6				2.4					
	Chicken	1~16	1	2				75.8	15.8	2.5	0.8	5.0					
	Ducks	1~16	1	1				97.7	1.1			1.1					
Ceftiofur	Pigs	0.5~8	1	1			2.4	89.2	6.0		2.4						
	Chicken	0.5~8	1	8			2.5	70.8	2.5	0.8	23.3						
	Ducks	0.5~8	1	1			23.0	70.1	5.7		1.1						
Chloramphenicol	Pigs	4~64	8	64						8.4	61.4	4.8		25.3			
	Chicken	2~64	8	64					0.8	15.8	57.5	2.5		23.3			
	Ducks	4~64	4	8						54.0	40.2	1.1		4.6			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.5	79.5	6.0	14.5										
	Chicken	0.12~16	0.25	0.5	49.2	10.8	31.7	0.8	1.7	0.8	4.2	0.8					
	Ducks	0.12~16	0.125	0.5	73.6	9.2	13.8		1.1	1.1		1.1					
Colistin	Pigs	2~4	2	2					98.8	1.2							
	Chicken	2~16	2	2					92.5	0.8	3.3	3.3					
	Ducks	2~16	2	2					90.8		8.0	1.1					
Gentamicin	Pigs	1~32	1	1				90.4		1.2	1.2	3.6	3.6				
	Chicken	1~64	1	8				74.2		0.8	17.5	1.7	2.5	3.3			
	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	64					10.8	65.1	3.6	6.0	3.6	1.2	9.6		
	Chicken	2~128	128	128					20.0	10.8		10.8			58.3		
	Ducks	2~128	4	128					3.4	57.5			1.1		37.9		
Streptomycin	Pigs	16~128	32	128								47.0	4.8	1.2	47.0		
	Chicken	16~128	16	128								63.3	15.0	5.0	16.7		
	Ducks	16~128	16	32								89.7	2.3		8.0		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	512	512								13.3	26.5	6.0			54.2
	Chicken	16~512	32	512								16.7	35.0	8.3	0.8		39.2
	Ducks	16~512	32	512								37.9	40.2	3.4			18.4
Tetracycline	Pigs	2~128	4	128					49.4	1.2			3.6	1.2	44.6		
	Chicken	2~128	2	128					58.3	0.8				5.0	35.8		
	Ducks	2~128	2	2					90.8					4.6	4.6		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	0.125	0.5	85.5	3.6	1.2	1.2		8.4							
	Chicken	0.12~4	0.125	4	61.7	4.2			1.7	32.5							
	Ducks	0.12~4	0.125	4	81.6	8.0				10.3							

* pigs(n=83), chicken(n=120), ducks(n=87)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=83)	Chicken (n=120)	Ducks (n=87)	Total (n=290)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	0.8(1)	0(0)	0.3(1)
Ampicillin	56.6(47)	40.0(48)	9.2(8)	35.5(103)
Cefepime	2.4(2)	0(0)	1.1(1)	1.0(3)
Cefoxitin	0(0)	0.8(1)	0(0)	0.3(1)
Ceftazidime	2.4(2)	5.0(6)	1.1(1)	3.1(9)
Ceftiofur	2.4(2)	23.3(28)	1.1(1)	10.7(31)
Chloramphenicol	25.3(21)	23.3(28)	4.6(4)	18.3(53)
Ciprofloxacin	0(0)	8.3(10)	3.4(3)	4.5(13)
Colistin	1.2(1)	7.5(9)	9.2(8)	6.2(18)
Gentamicin	7.2(6)	7.5(9)	0(0)	5.2(15)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	14.5(12)	58.3(70)	39.1(34)	40.0(116)
Streptomycin	53.0(44)	36.7(44)	10.3(9)	33.4(97)
Sulfisoxazole	54.2(45)	39.2(47)	18.4(16)	37.2(108)
Tetracycline	49.4(41)	40.8(49)	9.2(8)	33.8(98)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	8.4(7)	32.5(39)	10.3(9)	19.0(55)

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pigs (n=83)	Chicken (n=120)	Ducks (n=87)	Total (n=290)
No resistance detected	27.7(23)	26.7(32)	57.5(50)	36.2(105)
Resistance 1 CLSI subclass	12.0(10)	25.0(30)	20.7(18)	20.0(58)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	5.0(6)	6.9(6)	4.1(12)
Resistance 3 CLSI subclasses	16.9(14)	0(0)	3.4(3)	5.9(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	25.3(21)	8.3(10)	1.1(1)	11.0(32)
Resistance 5 CLSI subclasses	12.0(10)	11.7(14)	8.0(7)	10.7(31)
Resistance 6 CLSI subclasses	6.0(5)	5.0(6)	1.1(1)	4.1(12)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	18.3(22)	0(0)	7.6(22)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.1(1)	0.3(1)
Multiple drug resistance (MDR)	60.2(50)	43.3(52)	14.9(13)	39.7(115)

나. 도체 유래 *Salmonella* spp.

가축 도체에서 분리한 224균주(돼지 31, 닭 139, 오리 54)의 *Salmonella* spp.에 대해 항생제 감수성검사를 실시하였다. 항생제 감수성 검사 결과, MIC_{50}은 nalidixic acid를 제외한 모든 항생제에서 시료별로 큰 차이가 없었으나 cefepime, ceftiofur, gentamicin은 다른 시료에 비해 닭 도체에서 높았다. 또한 닭 도체와 오리 도체 유래 균주의 nalidixic acid MIC_{50}은 128(㎍/㎖)로 돼지 도체 유래 균주 4(㎍/㎖)에 비해 매우 높았다.

시료별 항생제 내성률 분석 결과, 전반적으로 닭 도체와 오리 도체 유래 균주의 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 닭 도체에서 높게 나타났다. 시료별 항생제 내성률은 돼지 도체 유래 균주에서는 모든 항생제 내성률이 약 25% 이하로 낮았다. Sulfisoxazole 내성률이 22.6%로 가장 높았으며 ampicillin/chloramphenicol/streptomycin이 19.4%, tetracycline 16.1%로 나타났으며 그 외 항생제 내성은 검출되지 않거나 5% 이하로 낮았다. 닭 도체 유래 균주의 내성률은 nalidixic acid 내성이 60.4%로 가장 높았으며, sulfisoxazole(40.3%), tetracycline/streptomycin(38.1%), chloramphenicol(33.8%), trimethoprim/sulfamethoxazole(31.7%) 순으로 높았다. 중요항생제인 fluoroquinolones계 항생제 내성은 돼지 도체와 닭 도체 유래 균주는 2% 이하로 낮았으나 오리 도체 유래 균주는 7.4%로 높았다.
제3세대 cephalosproins계 항생제 내성은 돼지 도체와 오리 도체에서는 검출되지 않거나 낮았으나 닭 도체 유래 균주에서는 25.9%로 높게 나타났다. Meropenem에 대한 내성 균주는 모든 축종에서 검출되지 않았다.

도체에서 분리한 *Salmonella* spp.에 대해 다제내성 양상을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 돼지 도체 유래 균주 74.2%로 높았으나, 닭 도체 유래 균주에서는 23.7%, 오리 도체 유래 균주에서는 38.9%로 돼지에 비해 낮게 나타났다. 검사한 13종 subclass 항생제 중 3개 subclass 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 도체 유래 균주에서는 19.4%, 닭 도체 유래 균주는 41.0%, 오리 도체 유래 균주는 29.6%로 닭 도체 유래 균주에서 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	2~8	2	8					80.6		19.4						
	Chicken	2~32	2	8					77.7	10.8	9.4	1.4	0.7				
	Ducks	2~8	2	4					88.9	5.6	5.6						
Ampicillin	Pigs	2~64	2	64					80.6					19.4			
	Chicken	2~64	2	64					57.6	2.2				40.3			
	Ducks	2~64	2	64					85.2	1.9				13.0			
Cefepime	Pigs	0.25	0.25	0.25		100											
	Chicken	0.25~8	0.25	2		75.5			17.3	5.8	1.4						
	Ducks	0.25~2	0.25	0.25		98.1			1.9								
Cefoxitin	Pigs	2~8	4	4					12.9	80.6	6.5						
	Chicken	1~32	4	8				0.7	27.3	38.8	25.9	5.8	1.4				
	Ducks	1~8	2	4				5.6	66.7	20.4	7.4						
Ceftazidime	Pigs	1	1	1				100									
	Chicken	1~16	1	4				74.8	13.7	10.1		1.4					
	Ducks	1~4	1	1				98.1		1.9							
Ceftiofur	Pigs	1~2	1	1				96.8	3.2								
	Chicken	0.5~8	1	8			5.8	64.0	4.3		25.9						
	Ducks	0.5~8	1	2			5.6	83.3	9.3		1.9						
Chloramphenicol	Pigs	4~64	8	64						6.5	74.2			19.4			
	Chicken	4~64	8	64						8.6	53.2	4.3	0.7	33.1			
	Ducks	4~64	4	8						55.6	40.7			3.7			
Ciprofloxacin	Pigs	0.12~0.5	0.125	0.125	96.8		3.2										
	Chicken	0.12~4	0.125	0.5	53.2	22.3	23.0		0.7	0.7							
	Ducks	0.12~4	0.125	0.5	61.1	1.9	29.6		5.6	1.9							
Colistin	Pigs	2~4	2	2					96.8	3.2							
	Chicken	2~16	2	2					97.1	1.4	0.7	0.7					
	Ducks	2~16	2	8					79.6	3.7	13.0	3.7					
Gentamicin	Pigs	1	1	1				100									
	Chicken	1~64	1	8				71.2		5.0	18.7	1.4		3.6			
	Ducks	1~8	1	1				98.1			1.9						
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	4					16.1	77.4	3.2				3.2		
	Chicken	2~128	128	128					18.0	11.5		10.1	2.2		58.3		
	Ducks	2~128	128	128					7.4	31.5	1.9		5.6		53.7		
Streptomycin	Pigs	16~128	16	64								80.6		9.7	9.7		
	Chicken	16~128	16	128								61.9	17.3	10.1	10.8		
	Ducks	16~128	16	128								79.6	1.9		18.5		
Sulfisoxazole	Pigs	16~512	32	512								3.2	64.5	9.7			22.6
	Chicken	16~512	32	512								21.6	30.9	7.2			40.3
	Ducks	16~512	32	512								40.7	20.4	5.6			33.3
Tetracycline	Pigs	2~128	2	128					83.9						16.1		
	Chicken	2~128	2	128					61.2	0.7				3.6	34.5		
	Ducks	2~128	2	64					79.6		1.9			9.3	9.3		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Pigs	0.12~4	0.125	0.125	93.5	3.2				3.2							
	Chicken	0.12~4	0.125	4	63.3	5.0				31.7							
	Ducks	0.12~4	0.125	4	66.7	18.5				14.8							

* pig carcasses(n=31), chicken carcasses(n=139), duck carcasses(n=54)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pig carcasses (n=31)	Chicken carcasses (n=139)	Duck carcasses (n=54)	Total (n=224)
Amoxicillin /Clavulanic acid	0(0)	0.7(1)	0(0)	0.4(1)
Ampicillin	19.4(6)	40.3(56)	13.0(7)	30.8(69)
Cefepime	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefoxitin	0(0)	1.4(2)	0(0)	0.9(2)
Ceftazidime	0(0)	1.4(2)	0(0)	0.9(2)
Ceftiofur	0(0)	25.9(36)	1.9(1)	16.5(37)
Chloramphenicol	19.4(6)	33.8(47)	3.7(2)	24.6(55)
Ciprofloxacin	0(0)	1.4(2)	7.4(4)	2.7(6)
Colistin	3.2(1)	2.9(4)	20.4(11)	7.1(16)
Gentamicin	0(0)	5.0(7)	0(0)	3.1(7)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	3.2(1)	60.4(84)	59.3(32)	52.2(117)
Streptomycin	19.4(6)	38.1(53)	20.4(11)	31.3(70)
Sulfisoxazole	22.6(7)	40.3(56)	33.3(18)	36.2(81)
Tetracycline	16.1(5)	38.1(53)	18.5(10)	30.4(68)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	3.2(1)	31.7(44)	14.8(8)	23.7(53)

Table 33. 도체에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

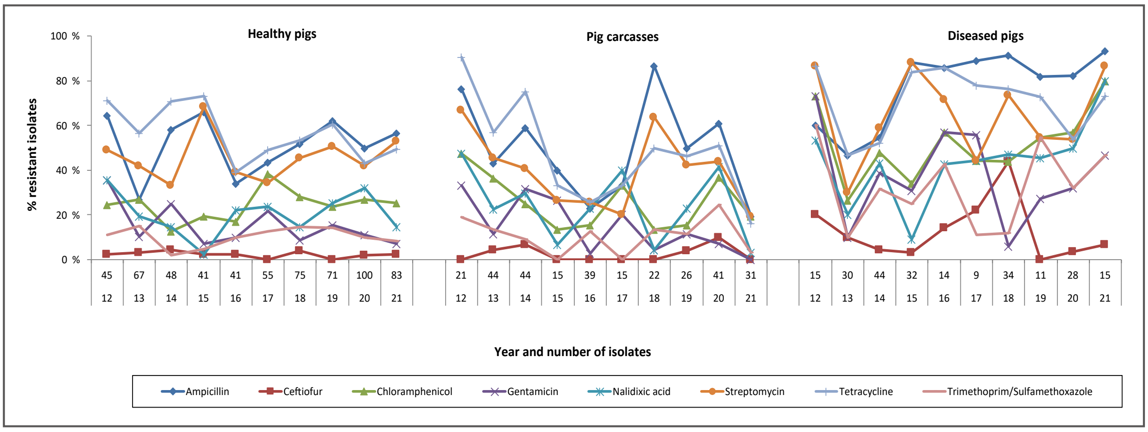
Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pig carcasses (n=31)	Chicken carcasses (n=139)	Duck carcasses (n=54)	Total (n=224)
No resistance detected	74.2(23)	23.7(33)	38.9(21)	34.4(77)
Resistance 1 CLSI subclass	6.5(2)	34.5(48)	27.8(15)	29.0(65)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	0.7(1)	3.7(2)	1.3(3)
Resistance 3 CLSI subclasses	3.2(1)	0.7(1)	1.9(1)	1.3(3)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	2.2(3)	5.6(3)	2.7(6)
Resistance 5 CLSI subclasses	12.9(4)	10.8(15)	20.4(11)	13.4(30)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	5.0(7)	0(0)	3.1(7)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.2(1)	22.3(31)	1.9(1)	14.7(33)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Multiple drug resistance (MDR)	19.4(6)	41.0(57)	29.6(16)	35.3(79)

【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *Salmonella* spp.의 항생제 내성 경향 (2012~2021)】

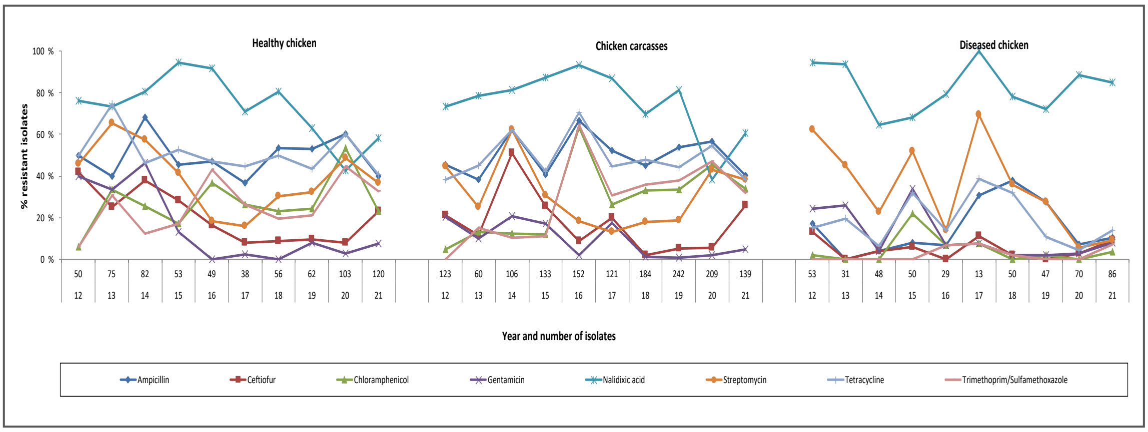
'12년부터 '21년까지 가축 및 도축장 도체에서 분리한 살모넬라균의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 축종 및 시료 종류에 따라 연도별, 항생제별로 내성률이 크게 차이가 있었다. '21년 정상 돼지 분변 및 도체에서 분리된 살모넬라균의 항생제 내성률은 '16년 이후 지속적으로 증가 추세를 나타내었다. '16년 대비 정상 돼지 분변 유래 살모넬라균은 ampicillin(34.1→56.6%), streptomycin(39.0→53.0%), tetracycline(39.0→ 49.4%) 내성이 약 10% 이상 증가하였다. '20년 대비 '21년 항생제 내성률은 돼지 도체 유래 균주는 전반적으로 '20년에 비해 감소하였으나 질병에 이환된 돼지 유래 균주의 내성률은 증가하여 시료별로 내성률의 추이가 다르게 나타났다. 제3세대 cephalosporins계 항생제인 ceftiofur 내성률은 정상 돼지에서는 '20년도 비슷한 수준으로 나타났다. 그러나 질병에 이환된 돼지에서는 quinolones계 항생제인 nalidixic acid 내성이 '21년에 매우 높게 나타났다.

닭 유래 살모넬라균도 시료별, 연도별로 내성률이 큰 차이가 있었다. Nalidixic acid의 내성률은 모든 시료에서 내성률이 가장 높지만 '12년에 비해 '21년에는 정상 닭 분변(76.0→58.3%)과 도체(73.2→60.4%) 감소 추세를 나타내었다. 또한 gentamicin의 내성률도 모든 시료에서 '12년에 비해 감소 추세를 나타냈다(닭 분변 40.0→7.5%, 닭 도체 20.3→5.0%, 질병이환 닭 24.5→8.1%). 그러나 제3세대 cephalosproins계 항생제인 ceftiofur 내성률은 정상 닭 분변(7.8→23.3%)과 닭 도체(5.7→25.9%)에서 '20년에 비해 크게 증가하였다.

〈돼지 및 돼지 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉



〈닭 및 닭 도체 유래 살모넬라균의 항생제 내성률〉

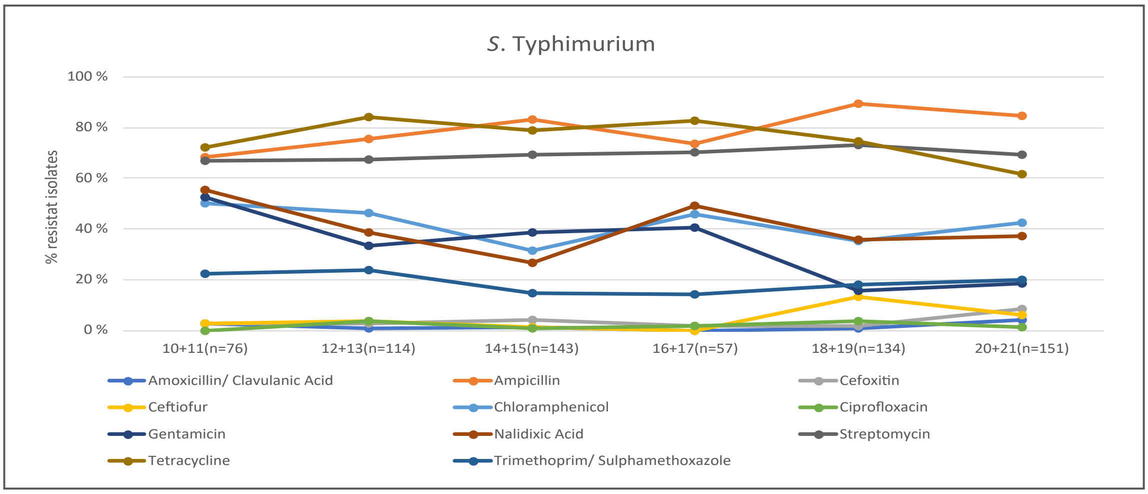


【*S.* Typhimurium과 *S.* Enteritidis의 항생제 내성 경향 (2010~2021)】

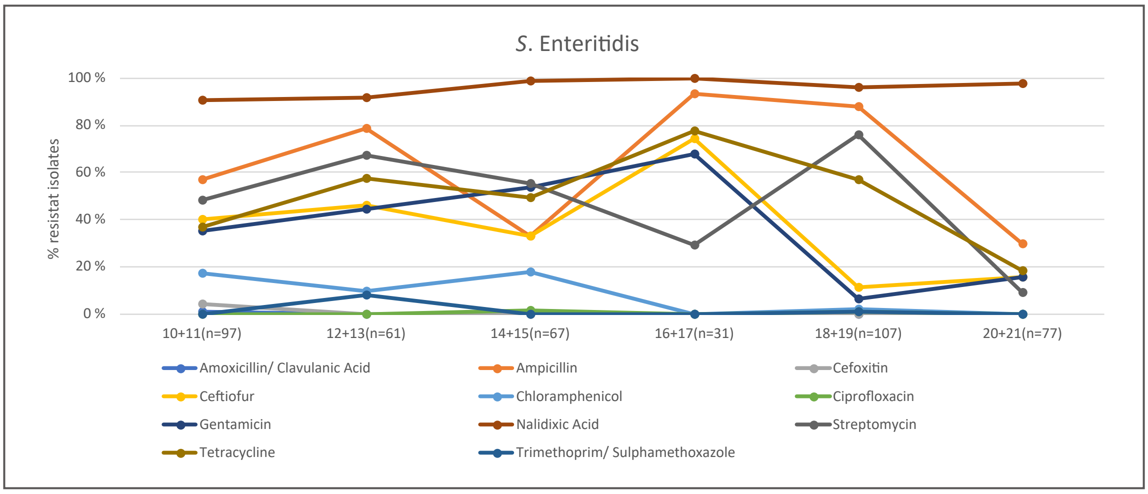
’10년부터 ’21년까지 돼지와 돼지 도체에서 분리한 *S.* Typhimurium에 대한 항생제 내성 추이를 분석한 결과, ’10~’11년 대비 ’20~’21년에는 gentamicin(52.6→18.5%)과 tetracycline (72.4→61.6%)의 내성률이 크게 감소하였다. 그러나 ampicillin(68.4→84.8%)과 cefoxitin(2.6→8.6%)은 증가 추세를 나타내었다. 그 외 chloramphenicol. nalidixic acid, trimethoprim/sulfamethoxazole 내성율은 ’14~’15년까지는 감소하였으나 이후 다시 증가 추세를 나타내었다.

닭과 닭 도체에서 분리한 *S.* Enteritidis는 연도별로 내성률에 큰 차이가 있었으나 전반적으로 ’20~’20년에는 감소 추세를 나타내었다. 특히 ’10~’11년 분리 균주에 비해 ampicillin(56.7→29.9%, streptomycin(48.5→9.1%), tetracycline(37.1→18.2%) 내성률이 감소하였다. 그러나 quinolone계 항생제인 nalidixic acid 내성률은 조사 기간 동안 90% 이상으로 높게 나타났다. Ceftiofur 항생제 내성률은 ’10년부터 ’17년까지는 33~74%로 높았으나 이후에는 감소하여 ’20~’21년에는 15.6%로 나타났다.

〈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 *C. jejuni* 48균주(돼지 5, 닭 28, 오리 15)와 도체에서 분리한 153균주(돼지 12, 닭 69, 오리 69)에 대한 7개 항생제 계열(subclass)에 속하는 8종 항생제에 대해 항생제 감수성검사를 실시하였다. 시료별로 20균주 이하로 분리된 시료(돼지, 오리 분변 및 돼지 도체)의 항생제 내성률 결과는 제외하였다. 전반적으로 축종별로 가축 분변과 도체 유래 균주는 유사한 내성 양상을 나타내었다. MIC 분포도를 조사한 결과, 모든 시료에서 nalidixic acid MIC_{50}이 64(㎍/㎖), ciprofloxacin 8(㎍/㎖)로 높게 나타났다.

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 닭 도체 및 오리 도체 유래 균주에서 76.8~83.3%, 닭 분변 유래 균주에서 60.7%로 검사 항생제 중 내성률이 가장 높게 나타났다. Tetracycline 내성률은 모든 시료에서 32.1~46.4%로 나타났으며 macrolides(azithromycin, erythromycin)와 florfenicol 내성은 검출되지 않았다.

가축과 도체에서 분리한 *C. jejuni*의 항생제 다제내성 양상을 분석한 결과, 검사한 모든 항생제(8종)에 감수성을 나타낸 균주가 닭 분변 35.7%, 닭 도체 16.7%, 오리 도체 17.4%로 나타났다. 총 7개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 가축 유래 균주에서는 닭 분변 28.6%, 닭 도체 34.7%, 오리 도체에서 43.5%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(㎍/㎖)												
					≤0.016	0.032	0.064	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	≥64
Azithromycin	Chicken	0.015 ~ 0.25	0.064	0.125	7.1	10.7	39.3	39.3	3.6								
	Chicken carcasses	0.015 ~ 0.25	0.064	0.125	4.2	23.6	45.8	18.1	8.3								
	Duck carcasses	0.015 ~ 0.25	0.032	0.064	8.7	42.0	46.4	1.4	1.4								
Ciprofloxacin	Chicken	0.03 ~ 16	8	16		3.6	25.0	3.6	7.1			3.6		39.3	17.9		
	Chicken carcasses	0.06 ~ 32	8	16			11.1	5.6				1.4	12.5	52.8	9.7	6.9	
	Duck carcasses	0.015 ~ 64	8	16	1.4	4.3	4.3	4.3		2.9	1.4	2.9	15.9	46.4	11.6	2.9	1.4
Clindamycin	Chicken	0.06 ~ 0.5	0.25	0.5			7.1	14.3	46.4	32.1							
	Chicken carcasses	0.03 ~ 1	0.25	0.5		1.4	2.8	27.8	43.1	23.6	1.4						
	Duck carcasses	0.03 ~ 0.5	0.25	0.25		8.7	8.7	27.5	47.8	7.2							
Erythromycin	Chicken	0.12 ~ 1	0.5	1				7.1	7.1	53.6	32.1						
	Chicken carcasses	0.03 ~ 1	0.5	1		2.8	2.8	6.9	16.7	52.8	18.1						
	Duck carcasses	0.03 ~ 1	0.5	0.5		8.7	1.4	7.2	21.7	53.6	7.2						
Florfenicol	Chicken	0.5 ~ 4	1	2						14.3	60.7	17.9	7.1				
	Chicken carcasses	0.03 ~ 4	1	2		1.4	1.4		2.8	22.2	55.6	6.9	9.7				
	Duck carcasses	0.03 ~ 4	1	2		2.9	2.9	2.9	4.3	26.1	50.7	5.8	4.3				
Gentamicin	Chicken	0.12 ~ 0.25	0.125	0.25				89.3	10.7								
	Chicken carcasses	0.06 ~ 1	0.125	0.25			1.4	80.6	11.1	5.6	1.4						
	Duck carcasses	0.12 ~ 16	0.125	0.125				97.1	1.4						1.4		
Nalidixic acid	Chicken	4 ~ 64	64	64									35.7	3.6		3.6	57.1
	Chicken carcasses	0.12 ~ 64	64	64				1.4					13.9	2.8	2.8	1.4	77.8
	Duck carcasses	4 ~ 64	64	64									14.5	2.9	5.8	4.3	72.5
Tetracycline	Chicken	0.12 ~ 64	0.25	64				21.4	39.3	7.1			3.6		3.6	7.1	17.9
	Chicken carcasses	0.06 ~ 64	0.25	64			6.9	27.8	22.2	2.8	2.8					1.4	36.1
	Duck carcasses	0.06 ~ 64	0.5	64			8.7	18.8	21.7	1.4	1.4	1.4		5.8	5.8	17.4	17.4

* chicken(n=28), chicken carcasses(n=72), duck carcasses(n=69)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Chicken (n=28)	Chicken carcasses (n=72)	Duck carcasses (n=69)	Total (n=169)
Azithromycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ciprofloxacin	60.7(17)	83.3(60)	82.6(57)	79.3(134)
Clindamycin	0(0)	1.4(1)	0(0)	0.6(1)
Erythromycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Florfenicol	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Gentamicin	0(0)	0(0)	1.4(1)	0.6(1)
Nalidixic acid	60.7(17)	79.2(57)	76.8(53)	75.1(127)
Tetracycline	32.1(9)	37.5(27)	46.4(32)	40.2(68)

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

Resistance patterns	% (No.) of isolates			
	Chicken (n=28)	Chicken carcasses (n=72)	Duck carcasses (n=69)	Total (n=169)
No resistance detected	35.7(10)	16.7(12)	17.4(12)	20.1(34)
Resistance 1 CLSI subclass	3.6(1)	1.4(1)	1.4(1)	1.8(3)
Resistance 2 CLSI subclasses	32.1(9)	47.2(34)	37.7(26)	40.8(69)
Resistance 3 CLSI subclasses	28.6(8)	33.3(24)	43.5(30)	36.7(62)
Resistance 4 CLSI subclasses	0(0)	1.4(1)	0(0)	0.6(1)
Multiple drug resistance (MDR)	28.6(8)	34.7(25)	43.5(30)	37.3(63)

나. 가축 및 도체 유래 *Campylobacter coli*

*Campylobacter coli*는 정상 가축 분변 및 도체에서 총 202 균주가 분리되었으며, 정상 가축 분변에서 106균주(돼지 24, 닭 41, 오리 41)와 도체에서 96균주(돼지 도체 15, 닭 도체 46, 오리 도체 35)가 분리되었다. 분리한 균주에 대해 7개 항생제 계열(subclass)에 속하는 8종 항생제에 대해 항생제 감수성 검사를 실시하였다. 시료별로 20균주 이하로 분리된 시료(돼지 도체)의 항생제 내성률 결과는 제외하였다. 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_{50}은 닭 분변과 닭 도체 유래 균주에서는 ciprofloxacin 8(㎍/㎖)로 다른 축종 및 시료에 비해 높았으며 돼지를 제외한 닭 및 오리에서는 tetracycline이 64(㎍/㎖)로 높았다.

가축 및 도체 유래 *C. coli*에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 모든 시료에서 (fluoro)quinolones계 항생제인 ciprofloxacin과 nalidixic acid의 내성률이 87.5~100% 가장 높게 나타났다. Macrolides계 항생제인 azithromycin과 erythromycin의 내성률도 *C. jejuni*에 비해 높았으며, 오리 도체를 제외한 돼지 및 닭(도체)에서 22.0~34.1%로 높았다. 또한 돼지 유래 균주에서는 florfenico 내성이 16.7%로 오리 및 닭 유래 균에 비해 높게 나타났다.

가축 및 도체에서 분리한 *C. coli*의 항생제 다제내성 양상을 조사한 결과, 오리 도체에서 분리한 균주를 제외한 돼지 및 닭(도체)에서 분리한 대부분의 균주가 1개 이상의 항생제에 대해 내성을 나타내었다. 검사한 총 7개의 subclass중 3개 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 오리 도체 유래 균주에서는 28.6%로 낮았으나 그 외 모든 가축(돼지, 닭, 오리)와 닭 도체 유래 균주에서 63.4~95.7%로 높게 나타났다. 특히 닭 및 닭 도체 유래 균주의 95%가 다제내성균으로 확인되었다(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	0.06 ~ 64	0.125	64			12.5	45.8	12.5								29.2
	Chicken	0.03 ~ 64	0.064	64		7.3	46.3	12.2									34.1
	Ducks	0.03 ~ 64	0.125	64		9.8	29.3	36.6		2.4							22.0
Ciprofloxacin	Pigs	0.06 ~ 32	8	16			4.2	8.3					4.2	33.3	45.8	4.2	
	Chicken	8 ~ 32	16	32										46.3	41.5	12.2	
	Ducks	0.03 ~ 32	8	32		2.4	2.4						12.2	48.8	17.1	17.1	
Clindamycin	Pigs	0.25 ~ 16	1	8					29.2	4.2	29.2	8.3	4.2	16.7	8.3		
	Chicken	0.12 ~ 16	0.5	8				4.9	36.6	24.4		4.9	17.1	9.8	2.4		
	Ducks	0.06 ~ 8	0.25	4			4.9	17.1	34.1	19.5	2.4	4.9	12.2	4.9			
Erythromycin	Pigs	0.5 ~ 64	1	64						4.2	45.8	20.8					29.2
	Chicken	0.12 ~ 64	1	64				4.9	2.4	36.6	22.0						34.1
	Ducks	0.12 ~ 64	1	64				7.3	12.2	7.3	46.3	4.9					22.0
Florfenicol	Pigs	0.5 ~ 16	2	8						4.2	33.3	29.2	16.7	12.5	4.2		
	Chicken	0.5 ~ 2	1	2						7.3	75.6	17.1					
	Ducks	0.5 ~ 8	1	2						12.2	75.6	7.3	2.4	2.4			
Gentamicin	Pigs	0.12 ~ 32	0.25	4				12.5	41.7	25.0	8.3		4.2			8.3	
	Chicken	0.12 ~ 32	0.25	0.5				9.8	63.4	17.1					2.4	7.3	
	Ducks	0.12 ~ 32	0.25	32				48.8	34.1		2.4				2.4	12.2	
Nalidixic acid	Pigs	4 ~ 64	64	64									4.2	8.3			87.5
	Chicken	64	64	64													100
	Ducks	4 ~ 64	64	64									4.9			4.9	90.2
Tetracycline	Pigs	0.25 ~ 64	4	64					16.7	16.7	12.5		4.2			25.0	25.0
	Chicken	0.12 ~ 64	64	64				2.4	12.2				2.4		4.9	2.4	75.6
	Ducks	0.12 ~ 64	64	64				17.1	22.0		2.4	2.4			2.4	2.4	51.2

* pigs(n=24), chicken(n=41), ducks(n=41)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pigs (n=24)	Chicken (n=41)	Ducks (n=41)	Total (n=106)
Azithromycin	29.2(7)	34.1(14)	22.0(9)	28.3(30)
Ciprofloxacin	87.5(21)	100(41)	95.1(39)	95.3(101)
Clindamycin	37.5(9)	34.1(14)	22.0(9)	30.2(32)
Erythromycin	29.2(7)	34.1(14)	22.0(9)	28.3(30)
Florfenicol	16.7(4)	0(0)	2.4(1)	4.7(5)
Gentamicin	12.5(3)	9.8(4)	14.6(6)	12.3(13)
Nalidixic acid	87.5(21)	100(41)	95.1(39)	95.3(101)
Tetracycline	54.2(13)	85.4(35)	56.1(23)	67.0(71)

Table 39. 가축 분변에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pigs (n=24)	Chicken (n=41)	Ducks (n=41)	Total (n=106)
No resistance detected	4.2(1)	0(0)	4.9(2)	2.8(3)
Resistance 1 CLSI subclass	4.2(1)	0(0)	0(0)	0.9(1)
Resistance 2 CLSI subclasses	20.8(5)	4.9(2)	31.7(13)	18.9(20)
Resistance 3 CLSI subclasses	37.5(9)	51.2(21)	26.8(11)	38.7(41)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.3(2)	19.5(8)	19.5(8)	17.0(18)
Resistance 5 CLSI subclasses	16.7(4)	24.4(10)	17.1(7)	19.8(21)
Resistance 6 CLSI subclasses	8.3(2)	0(0)	0(0)	1.9(2)
Multiple drug resistance (MDR)	70.8(17)	95.1(39)	63.4(26)	77.4(82)

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	Chicken	0.03 ~ 64	0.125	64		15.2	15.2	32.6	8.7	2.2							26.1
	Ducks	0.015 ~ 64	0.064	0.125	2.9	11.4	48.6	31.4		2.9							2.9
Ciprofloxacin	Chicken	4 ~ 64	16	32									4.3	41.3	37.0	15.2	2.2
	Ducks	0.06 ~ 32	8	32			2.9	2.9					17.1	34.3	22.9	20.0	
Clindamycin	Chicken	0.06 ~ 16	0.5	8			6.5	2.2	32.6	21.7	8.7	4.3	10.9	8.7	4.3		
	Ducks	0.03 ~ 8	0.25	0.5		2.9	2.9	14.3	62.9	14.3				2.9			
Erythromycin	Chicken	0.06 ~ 64	1	64			2.2		8.7	17.4	34.8	10.9					26.1
	Ducks	0.03 ~ 64	0.5	1		2.9		11.4	25.7	22.9	34.3						2.9
Florfenicol	Chicken	0.25 ~ 16	1	4					4.3	4.3	58.7	17.4	6.5	6.5	2.2		
	Ducks	0.03 ~ 8	1	2		2.9		2.9		8.6	62.9	20.0		2.9			
Gentamicin	Chicken	0.12 ~ 32	0.25	32				15.2	52.2	17.4	4.3					10.9	
	Ducks	0.12 ~ 32	0.25	32				42.9	34.3						5.7	17.1	
Nalidixic acid	Chicken	32 ~ 64	64	64												2.2	97.8
	Ducks	4 ~ 64	64	64									5.7			5.7	88.6
Tetracycline	Chicken	0.12 ~ 64	64	64				2.2	23.9	4.3	2.2				2.2		65.2
	Ducks	0.06 ~ 64	32	64			2.9	2.9	11.4	2.9		14.3	8.6			8.6	48.6

* chicken carcasses(n=46), duck carcasses(n=35)

Table 41. 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Chicken carcasses (n=46)	Duck carcasses (n=35)	Total (n=81)
Azithromycin	26.1(12)	2.9(1)	16.0(13)
Ciprofloxacin	100(46)	94.3(33)	97.5(79)
Clindamycin	28.3(13)	2.9(1)	17.3(14)
Erythromycin	26.1(12)	2.9(1)	16.0(13)
Florfenicol	8.7(4)	2.9(1)	6.2(5)
Gentamicin	10.9(5)	22.9(8)	16.0(13)
Nalidixic acid	100(46)	94.3(33)	97.5(79)
Tetracycline	67.4(31)	65.7(23)	66.7(54)

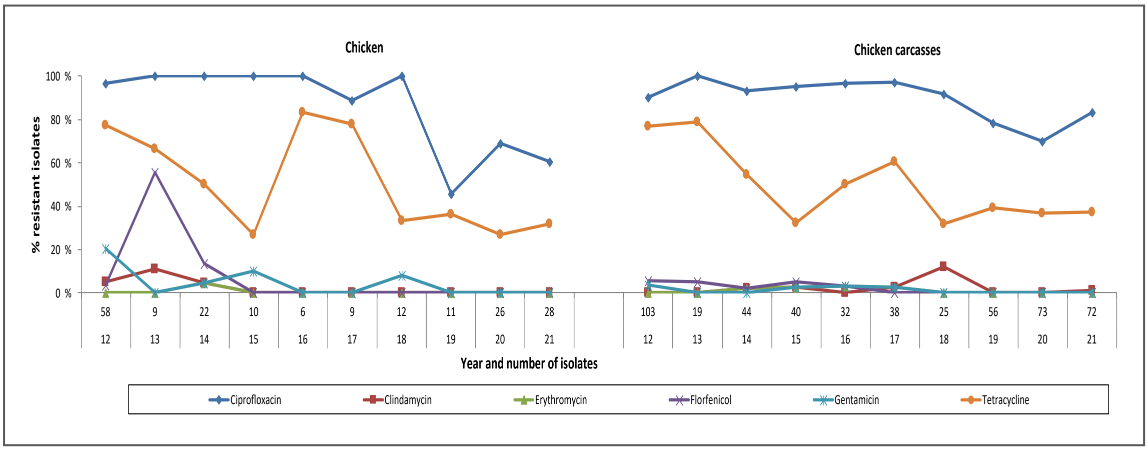
Table 42. 도체에서 분리한 *Campylobacter coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Chicken carcasses (n=46)	Duck carcasses (n=35)	Total (n=81)
No resistance detected	0(0)	5.7(2)	2.5(2)
Resistance 1 CLSI subclass	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 2 CLSI subclasses	4.3(2)	25.7(9)	13.6(11)
Resistance 3 CLSI subclasses	65.2(30)	42.9(15)	55.6(45)
Resistance 4 CLSI subclasses	17.4(8)	22.9(8)	19.8(16)
Resistance 5 CLSI subclasses	10.9(5)	2.9(1)	7.4(6)
Resistance 6 CLSI subclasses	2.2(1)	0(0)	1.2(1)
Multiple drug resistance (MDR)	95.7(44)	28.6(10)	84.0(68)

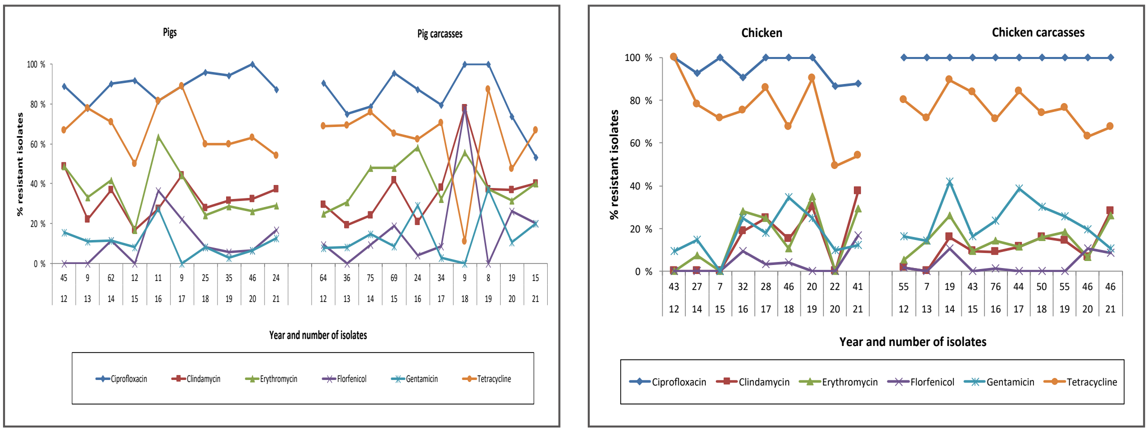
【가축 및 도축장 도체에서 분리한 *C. jejuni* / *C. coli*의 항생제 내성 경향 (2012~2021)】

’12년부터 ’21년까지 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, ciprofloxacin 내성률은 모든 시료에서 지속적으로 높았으나 ‘12년 이후 감소 추세를 나타내었다. ’21년 항생제별 내성률은 ’12년 대비 닭 분변 유래 균주에서는 ciprofloxacin(96.6→60.7%)과 tetracycline (77.6→32.1%) 내성률이 약 30%이상 감소하였다. 그러나 닭 도체 유래 균주에서은 tetracycline(76.7→37.5%) 내성은 감소하였으나 ciprofloxacin 내성은 ’20년 대비 다소 증가하였다((69.9→83.3%).
*C. coli*의 내성률은 전반적으로 *C. jejuni*에 비해 높게 나타났다. 내성률이 가장 높은 ciprofloxacin 내성은 돼지 도체 유래 균주에서는 ’19년 이후 감소하였으나 그 외 시료에서는 높게 유지되었다. Tetracycline의 내성률도 전반적으로 높았으나 ’12년 이후 모든 시료에서 감소 추세를 나타내었다. (돼지 분변 66.7→54.2%, 닭 분변 100→54.2%). Macrolides계 항생제인 erythromycin 내성은 시료별로 차이가 있었으나 모든 시료에서 ’20년에 비해 ’21년에 내성률이 증가하였다.

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



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



3. *Staphylococcus aureus*

도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 355균주(소 도체 34, 돼지 도체 123, 닭 도체 148, 오리 도체 50)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 chloramphenicol 16(㎍/㎖), penicillin 2(㎍/㎖), 닭 도체 유래 균주에서 ciprofloxacin 1(㎍/㎖)로 다른 시료에 비해 높았다.

도체에서 분리한 *S. aureus* 균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 소와 돼지 시료에서 penicillin, 닭과 오리 시료에서는 tetracycline 내성이 가장 높았으며, 전반적으로 돼지 도체에서 내성률이 높게 나타났다. 소 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성이 38.2%로 가장 높았으며 fusidate가 11.8%를 나타내었으며 그 외 항생제 내성은 모두 10%이하로 대체로 낮았다. 돼지 도체 유래 균주에서는 penicillin 내성률이 72.4로 가장 높았으며, tetracycline(43.9%), chloramphenicol (43.1%), clindamycin (41.5%), ciprofloxacin/erythromcyin (38.2%) 순으로 높게 나타났다. 닭 도체 유래 균주에서도 tetracycline 내성이 39.9%로 가장 높았으며 penicillin (24.3%), kanamycin (23.6%), gentamicin (18.2%) 순으로 높았다. 오리 도체 유래 균주에서는 전반적으로 내성이 낮았으며 tetracycline (12.0%), penicillin 내성이 (10.0%), gentamicin/kanamycin (4.0%)를 나타내었으며 그 외 항생제 내성은 관찰되지 않았다. Cefoxitin 내성균은 총 15균주(15.0%) 검출되었으며 소 도체에서 3균주(8.8%), 닭 도체에서 12균주(9.8%)가 검출되었으며, 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 58.8%, 오리 도체 유래 균주에서 74.0%로 높았으나 돼지 도체 유래 균주에서는 22.0%, 닭 도체 유래 균주에서는 23.6%로 낮았다. 검사한 항생제 19종 15개 subclass 중 3개 이상 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 오리 도체에서는 검출되지 않았으며 소 도체 유래 균주에서 11.8%로 낮았으나 닭 도체 유래 균주에서는 50.4%로 다른 시료에 비해 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(μg/mℓ)															
					≤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 ~ 16	4	4								26.5	64.7	2.9	5.9					
	Pig	2 ~ 16	4	4								15.4	74.8	4.1	5.7					
	Chicken	2 ~ 4	4	4								20.9	79.1							
	Duck	1 ~ 4	2	4							6.0	50.0	44.0							
Chloramphenicol	Cattle	4 ~ 64	4	4									91.2			2.9	5.9			
	Pig	4 ~ 64	16	64									46.3	2.4	8.1	26.8	16.3			
	Chicken	4 ~ 64	4	4									93.2	2.7		2.0	2.0			
	Duck	4 ~ 8	4	4									96.0	4.0						
Ciprofloxacin	Cattle	0.25 ~ 8	0.25	0.5					88.2	5.9				5.9						
	Pig	0.25 ~ 8	0.25	8					55.3	4.9	1.6		2.4	35.8						
	Chicken	0.25 ~ 8	1	8					33.8	12.2	9.5	19.6	0.7	24.3						
	Duck	0.25 ~ 0.5	0.25	0.5					68.0	32.0										
Clindamycin	Cattle	0.12 ~ 4	0.125	0.125				97.1					2.9							
	Pig	0.12 ~ 4	0.5	4				46.3	3.3	8.9			41.5							
	Chicken	0.12 ~ 4	0.125	4				89.9					10.1							
	Duck	0.12	0.125	0.125				100												
Erythromycin	Cattle	0.25 ~ 8	0.25	0.5					88.2	8.8				2.9						
	Pig	0.25 ~ 8	0.25	8					51.2	6.5	0.8	0.8	2.4	38.2						
	Chicken	0.25 ~ 8	0.25	8					77.0	8.8				14.2						
	Duck	0.25 ~ 0.5	0.25	0.5					70.0	30.0										
Fusidic acid	Cattle	0.5 ~ 4	0.5	4						88.2			11.8							
	Pig	0.5 ~ 4	0.5	0.5						98.4			1.6							
	Chicken	0.5	0.5	0.5						100										
	Duck	0.5	0.5	0.5						100										
Gentamicin	Cattle	1 ~ 16	1	1							94.1			2.9	2.9					
	Pig	1 ~ 16	1	16							64.2		2.4	9.8	23.6					
	Chicken	1 ~ 16	1	16							75.0			6.8	18.2					
	Duck	1 ~ 16	1	1							96.0				4.0					
Kanamycin	Cattle	4 ~ 64	4	4									94.1				5.9			
	Pig	4 ~ 64	4	64									64.2			6.5	29.3			
	Chicken	4 ~ 64	4	64									74.3	0.7		1.4	23.6			
	Duck	4 ~ 64	4	4									96.0				4.0			
Linezolid	Cattle	1	1	1							100									
	Pig	1 ~ 2	1	1							99.2	0.8								
	Chicken	1 ~ 2	1	1							99.3	0.7								
	Duck	1 ~ 2	1	1							96.0	4.0								
Mupirocin	Cattle	0.5	0.5	0.5						100										
	Pig	0.5 ~ 512	0.5	0.5						99.2										0.8
	Chicken	0.5 ~ 1	0.5	0.5						99.3	0.7									
	Duck	0.5	0.5	0.5						100										
Penicillin	Cattle	0.12 ~ 2	0.125	2				61.8	5.9	5.9	11.8	14.7								
	Pig	0.12 ~ 2	2	2				27.6	0.8	4.9	16.3	50.4								
	Chicken	0.12 ~ 2	0.125	1				75.7	2.0	6.1	10.1	6.1								
	Duck	0.12 ~ 2	0.125	0.125				90.0	2.0	2.0		6.0								
Quinupristin/ Dalfopristin	Cattle	0.5 ~ 4	0.5	0.5						94.1	2.9		2.9							
	Pig	0.5 ~ 4	1	4						47.2	5.7	25.2	22.0							
	Chicken	0.5 ~ 4	0.5	0.5						93.9	5.4		0.7							
	Duck	0.5 ~ 1	0.5	1						86.0	14.0									
Rifampin	Cattle	0.016	0.016	0.016	100															
	Pig	0.016	0.016	0.016	100															
	Chicken	0.016 ~ 0.5	0.016	0.5	75.7				0.7	23.6										
	Duck	0.016 ~ 0.5	0.016	0.5	86.0	2.0				12.0										
Streptomycin	Cattle	4 ~ 32	4	4									91.2	5.9		2.9				
	Pig	4 ~ 32	4	32									54.5	9.8	0.8	35.0				
	Chicken	4 ~ 32	4	4									95.9	3.4		0.7				
	Duck	4 ~ 8	4	4									96.0	4.0						
Sulfamethoxazole	Cattle	64	64	64													100			
	Pig	64	64	64													100			
	Chicken	64	64	64													100			
	Duck	64	64	64													100			
Tetracycline	Cattle	0.5 ~ 16	0.5	0.5						94.1					5.9					
	Pig	0.5 ~ 16	0.5	16						56.1					43.9					
	Chicken	0.5 ~ 16	0.5	16						60.1					39.9					
	Duck	0.5 ~ 16	0.5	16						88.0					12.0					
Tiamulin	Cattle	0.5 ~ 4	0.5	0.5						97.1			2.9							
	Pig	0.5 ~ 4	0.5	4						51.2			48.8							
	Chicken	0.5 ~ 4	0.5	0.5						98.6			1.4							
	Duck	0.5	0.5	0.5						100										
Trimethoprim	Cattle	2 ~ 32	2	2								94.1				5.9				
	Pig	2 ~ 32	2	32								65.0				35.0				
	Chicken	2 ~ 32	2	2								98.6	0.7			0.7				
	Duck	2	2	2								100								
Vancomycin	Cattle	1 ~ 2	1	1							94.1	5.9								
	Pig	1 ~ 2	1	1							93.5	6.5								
	Chicken	1 ~ 2	1	2							85.8	14.2								
	Duck	1 ~ 2	1	1							90.0	10.0								

* cattle carcasses(n=34), pig carcasses(n=123), chicken carcasses(n=148), duck carcasses(n=50)

Table 44. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle carcasses (n=34)	Pig carcasses (n=123)	Chicken carcasses (n=148)	Duck carcasses (n=50)	Total (n=355)
Cefoxitin	8.8(3)	9.8(12)	0(0)	0(0)	4.2(15)
Chloramphenicol	8.8(3)	43.1(53)	4.1(6)	0(0)	17.5(62)
Ciprofloxacin	5.9(2)	38.2(47)	25.0(37)	0(0)	24.2(86)
Clindamycin	2.9(1)	41.5(51)	10.1(15)	0(0)	18.9(67)
Erythromycin	2.9(1)	38.2(47)	14.2(21)	0(0)	19.4(69)
Fusidic acid	11.8(4)	1.6(2)	0(0)	0(0)	1.7(6)
Gentamicin	2.9(1)	23.6(29)	18.2(27)	4.0(2)	16.6(59)
Kanamycin	5.9(2)	29.3(36)	23.6(35)	4.0(2)	21.1(75)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Mupirocin	0(0)	0.8(1)	0(0)	0(0)	0.3(1)
Penicillin	38.2(13)	72.4(89)	24.3(36)	10.0(5)	40.3(143)
Quinupristin / Dalfopristin	2.9(1)	22.0(27)	0.7(1)	0(0)	8.2(29)
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	5.9(2)	43.9(54)	39.9(59)	12.0(6)	34.1(121)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	5.9(2)	35(43)	0.7(1)	0(0)	13.0(46)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

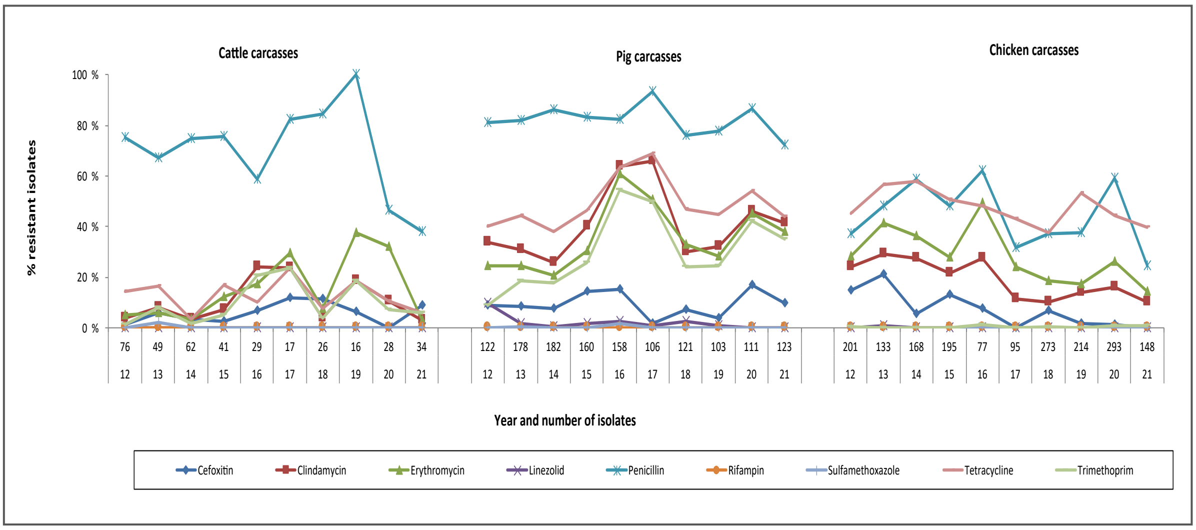
Table 45. 도체에서 분리한 *Staphylococcus aureus* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates				
	Cattle carcasses (n=34)	Pig carcasses (n=123)	Chicken carcasses (n=148)	Duck carcasses (n=50)	Total (n=355)
No resistance detected	58.8(20)	22.0(27)	23.6(35)	74.0(37)	33.5(119)
Resistance 1 CLSI subclass	17.6(6)	20.3(25)	45.9(68)	26.0(13)	31.5(112)
Resistance 2 CLSI subclasses	11.8(4)	7.3(9)	14.9(22)	0(0)	9.9(35)
Resistance 3 CLSI subclasses	5.9(2)	7.3(9)	4.1(6)	0(0)	4.8(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.9(1)	3.3(4)	8.1(12)	0(0)	4.8(17)
Resistance 5 CLSI subclasses	0(0)	6.5(8)	0(0)	0(0)	2.3(8)
Resistance 6 CLSI subclasses	0(0)	1.6(2)	2.7(4)	0(0)	1.7(6)
Resistance 7 CLSI subclasses	0(0)	5.7(7)	0(0)	0(0)	2.0(7)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	11.4(14)	0(0)	0(0)	3.9(14)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	13.8(17)	0.7(1)	0(0)	5.1(18)
Resistance 10 CLSI subclasses	2.9(1)	0.8(1)	0(0)	0(0)	0.6(2)
Multiple drug resistance (MDR)	11.8(4)	50.4(62)	15.5(23)	0(0)	25.1(89)

【도축장 도체에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2012-2021)】

'12년부터 '21년까지 도축장 도체에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향을 분석한 결과, 소 도체와 돼지 도체는 유사한 내성 경향을 보였으나 닭 도체는 다소 다른 내성 양상을 나타내었다. 소 도체 유래 균주는 penicillin 내성률이 높게 유지되었으며 '12년 이후 '19년까지 증가하다가 이후 크게 감소하였다[100('19년)8→38.2%('21년)]. 또한 macrolides계 항생제인 erythromycin (37.5→2.9%)과 clindamycin(18.8→2.9%) 내성률도 '19년 이후 크게 감소하였다. 돼지 도체 유래 균주에서는 항생제 내성률 증가와 감소를 반복적 나타내는 경향을 보였으며 '21년에는 '12년 대비 내성률은 전반적으로 증가하였다. '21년 항생제 내성률은 '12년과 비교하여 clindamycin(33.6→41.5%), erythromycin(24.6→38.2%), trimethoprim(9.0→35.0%) 내성률이 증가하였다. 닭 도체 유래 균주에서는 항생제별, 년도별로 다소 차이가 있었으나 '12년에 비해 대체로 감소 추세를 나타내었다. 항생제별 내성률은 '12년 대비 '21년에는 erythromycin(28.4→14.2%), penicillin (37.3→24.3%), clindamycin (23.9→10.1%) 내성률이 약 10% 이상 감소하였다. Methicillin 내성을 검출하는 cefoxitin의 내성률을 '20년과 비교한 결과 소 도체 (0→8.8%)에서는 증가하였으나 돼지 도체(17.1→9.8%), 닭 도체 ((1.4→0%)에서는 감소하였다.

〈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* 231균주(소 42, 돼지 61, 닭 68, 오리 60)에 대해 총 13 계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대해 감수성 검사를 실시한 결과, 정상 가축에서 분리한 대장균과 내성 양상은 유사하였으나 내성률은 대체로 높게 나타났다. MIC 분포 조사 결과, 축종별·항생제별로 다소 차이가 있었으며 돼지 유래 균주에서 내성이 높게 나타났다. 항생제별로 MIC_{50}은 돼지 유래 균주에서는 ampicillin, chloramphenicol, tetracycline이 64(㎍/㎖), streptomycin이 128(㎍/㎖)로 높았으며, 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 내성률이 90.2%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(88.5%), chloramphenicol(86.9%), streptomycin(78.7%)/tetracycline(78.7%) 순으로 높게 나타났다. 특히 질병 이환 돼지에서 치료용으로 많이 사용하는 항생제 내성률이 정상 가축 유래 균주에 비해 높았다. 정상 돼지와 질병이환 돼지에서 분리한 균주의 항생제 내성률은 ciprofloxacin(18.0%, 39.3%) gentamicin(12.0%, 34.4%), colistin(3.0%, 8.2%)에서 큰 차이가 확인되었다. 닭 유래 균주에서는 nalidixic acid 내성이 83.8%로 가장 높았으며 그 외 ampicillin(66.2%), tetracycline(63.2%), sulfisoxazole(60.3%) 내성률이 60% 이상으로 높았다. 오리 유래 균주는 닭 유래 균주와 내성 양상은 비슷하였으나 내성률은 닭에 비해 낮게 나타났다. 오리 유래 균주에서는 tetracycline 내성이 46.7%로 가장 높았으며 그 외 naldixic acid (45.0%), sulfisoxazole(41.7%), 내성률이 40% 이상으로 높았다.

검사 균주에 대한 항생제 다제내성을 조사한 결과, 돼지 유래와 닭 유래 균주는 대부분 1개 이상의 항생제에 내성을 나타내었다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 돼지 유래 균주에서 91.8%, 닭 유래 균주에서 76.5%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(μg/mℓ)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Cattle	2 ~ 16	4	8					11.9	57.1	26.2	4.8					
	Pig	2 ~ 32	8	16					3.3	16.4	65.6	9.8	4.9				
	Chicken	2 ~ 32	8	8					22.1	25.0	48.5	2.9	1.5				
	Duck	2 ~ 8	4	8					38.3	38.3	23.3						
Ampicillin	Cattle	2 ~ 64	4	64					23.8	42.9	2.4		2.4	28.6			
	Pig	2 ~ 64	64	64					4.9	4.9				90.2			
	Chicken	2 ~ 64	64	64					22.1	8.8	2.9			66.2			
	Duck	2 ~ 64	4	64					43.3	25.0	1.7			30.0			
Cefepime	Cattle	0.25	0.25	0.25		100											
	Pig	0.25 ~ 8	0.25	0.25		90.2			4.9	3.3	1.6						
	Chicken	0.25 ~ 16	0.25	2		86.8		2.9	1.5	2.9	2.9	2.9					
	Duck	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Cattle	2 ~ 16	4	8					26.2	50.0	19.0	4.8					
	Pig	2 ~ 32	4	8					11.5	55.7	26.2	1.6	4.9				
	Chicken	1 ~ 32	4	8				1.5	16.2	61.8	17.6	1.5	1.5				
	Duck	2 ~ 8	4	8					26.7	55.0	18.3						
Ceftazidime	Cattle	1	1	1				100									
	Pig	1 ~ 16	1	4				86.9		8.2		4.9					
	Chicken	1 ~ 16	1	1				91.2	1.5	1.5	2.9	2.9					
	Duck	1	1	1				100									
Ceftiofur	Cattle	0.5 ~ 1	0.5	0.5			97.6	2.4									
	Pig	0.5 ~ 8	0.5	8			80.3	4.9		1.6	13.1						
	Chicken	0.5 ~ 8	0.5	8			82.4	4.4			13.2						
	Duck	0.5 ~ 1	0.5	0.5			98.3	1.7									
Chloramphenicol	Cattle	2 ~ 64	8	64					2.4	33.3	35.7		2.4	26.2			
	Pig	4 ~ 64	64	64						3.3	8.2	1.6		86.9			
	Chicken	2 ~ 64	8	64					1.5	32.4	16.2	1.5		48.5			
	Duck	2 ~ 64	8	64					1.7	35.0	33.3	1.7		28.3			
Ciprofloxacin	Cattle	0.12 ~ 16	0.125	0.25	85.7	4.8					4.8	4.8					
	Pig	0.12 ~ 16	0.5	16	32.8	14.8	13.1	9.8	1.6	1.6	3.3	23.0					
	Chicken	0.12 ~ 16	2	16	13.2	19.1	10.3	4.4	10.3	1.5	20.6	20.6					
	Duck	0.12 ~ 16	0.25	8	43.3	16.7	11.7	3.3			15.0	10.0					
Colistin	Cattle	2	2	2					100								
	Pig	2 ~ 16	2	2					91.8		3.3	4.9					
	Chicken	2	2	2					100								
	Duck	2	2	2					100								
Gentamicin	Cattle	1 ~ 32	1	1				92.9			2.4		4.8				
	Pig	1 ~ 64	1	64				57.4		1.6	6.6	9.8	6.6	18.0			
	Chicken	1 ~ 64	1	1				91.2				1.5	1.5	5.9			
	Duck	1 ~ 64	1	1				95.0	3.3					1.7			
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	128					78.6	9.5					11.9		
	Pig	2 ~ 128	16	128					23.0	9.8	14.8	4.9	1.6	3.3	42.6		
	Chicken	2 ~ 128	128	128					5.9	1.5	7.4	1.5	1.5	13.2	69.1		
	Duck	2 ~ 128	8	128					36.7	5.0	10.0	3.3		13.3	31.7		
Streptomycin	Cattle	16 ~ 128	32	128								45.2	7.1	14.3	33.3		
	Pig	16 ~ 128	128	128								21.3	16.4	11.5	50.8		
	Chicken	16 ~ 128	16	128								50.0	4.4	4.4	41.2		
	Duck	16 ~ 128	16	128								75.0	1.7	5.0	18.3		
Sulfisoxazole	Cattle	16 ~ 512	512	512								42.9	2.4				54.8
	Pig	16 ~ 512	512	512								11.5					88.5
	Chicken	16 ~ 512	512	512								35.3	4.4				60.3
	Duck	16 ~ 512	16	512								55.0	3.3				41.7
Tetracycline	Cattle	2 ~ 128	4	128					42.9	7.1	4.8			9.5	35.7		
	Pig	2 ~ 128	64	128					19.7	1.6			3.3	34.4	41.0		
	Chicken	2 ~ 128	64	128					35.3	1.5			10.3	29.4	23.5		
	Duck	2 ~ 128	2	128					53.3			1.7	6.7	18.3	20.0		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Cattle	0.12 ~ 4	0.125	4	50.0	21.4				28.6							
	Pig	0.12 ~ 4	4	4	18.0	26.2			1.6	54.1							
	Chicken	0.12 ~ 4	0.125	4	50.0	13.2	5.9			30.9							
	Duck	0.12 ~ 4	0.125	4	63.3	5.0	1.7			30.0							

* cattle(n=42), pigs(n=61), chicken(n=68), ducks(n=60)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Cattle (n=42)	Pigs (n=61)	Chicken (n=68)	Ducks (n=60)	Total (n=231)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	4.9(3)	1.5(1)	0(0)	1.7(4)
Ampicillin	31.0(13)	90.2(55)	66.2(45)	30.0(18)	56.7(131)
Cefepime	0(0)	0(0)	2.9(2)	0(0)	0.9(2)
Cefoxitin	0(0)	4.9(3)	1.5(1)	0(0)	1.7(4)
Ceftazidime	0(0)	4.9(3)	2.9(2)	0(0)	2.2(5)
Ceftiofur	0(0)	13.1(8)	13.2(9)	0(0)	7.4(17)
Chloramphenicol	28.6(12)	86.9(53)	48.5(33)	28.3(17)	49.8(115)
Ciprofloxacin	9.5(4)	39.3(24)	57.4(39)	28.3(17)	36.4(84)
Colistin	0(0)	8.2(5)	0(0)	0(0)	2.2(5)
Gentamicin	4.8(2)	34.4(21)	8.8(6)	1.7(1)	13.0(30)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	11.9(5)	47.5(29)	83.8(57)	45.0(27)	51.1(118)
Streptomycin	54.8(23)	78.7(48)	50.0(34)	25.0(15)	51.9(120)
Sulfisoxazole	54.8(23)	88.5(54)	60.3(41)	41.7(25)	61.9(143)
Tetracycline	45.2(19)	78.7(48)	63.2(43)	46.7(28)	59.7(138)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	28.6(12)	54.1(33)	30.9(21)	30.0(18)	36.4(84)

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Cattle (n=42)	Pigs (n=61)	Chicken (n=68)	Ducks (n=60)	Total (n=231)
No resistance detected	35.7(15)	4.9(3)	2.9(2)	23.3(14)	14.7(34)
Resistance 1 CLSI subclass	7.1(3)	1.6(1)	5.9(4)	16.7(10)	7.8(18)
Resistance 2 CLSI subclasses	2.4(1)	1.6(1)	14.7(10)	16.7(10)	9.5(22)
Resistance 3 CLSI subclasses	19.0(8)	6.6(4)	7.4(5)	15.0(9)	11.3(26)
Resistance 4 CLSI subclasses	23.8(10)	9.8(6)	19.1(13)	8.3(5)	14.7(34)
Resistance 5 CLSI subclasses	2.4(1)	26.2(16)	17.6(12)	8.3(5)	14.7(34)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.1(3)	13.1(8)	11.8(8)	6.7(4)	10.0(23)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.4(1)	24.6(15)	11.8(8)	5.0(3)	11.7(27)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	6.6(4)	5.9(4)	0(0)	3.5(8)
Resistance 9 CLSI subclasses	0(0)	3.3(2)	1.5(1)	0(0)	1.3(3)
Resistance 10 CLSI subclasses	0(0)	1.6(1)	0(0)	0(0)	0.4(1)
Resistance 11 CLSI subclasses	0(0)	0(0)	1.5(1)	0(0)	0.4(1)
Resistance 8 CLSI subclasses	54.8(23)	91.8(56)	76.5(52)	43.3(26)	68.0(157)

2. *Salmonella* spp.

시·도 동물위생시험소, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병 이환 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 123 균주(닭 86, 오리 37)에 대한 항생제감수성검사를 실시하였다. 전반적으로 항생제 내성 양상은 닭과 오리 유래 균주에서 유사하였다. 축종별로 MIC50을 조사한 결과, 닭 유래 균주에서는 ciprofloxacin이 128(㎍/㎖)로 오리 유래 균주 8(㎍/㎖)에 비해 매우 높았다. 그 외 항생제의 MIC 분포는 유사하였다.

질병 이환 가축에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률을 조사한 결과, 축종별, 항생제별로 다소 차이가 있었다. 닭 유래 균주는 nalidixic acid 내성률이 84.9%로 매우 높았으며 그 외 항생제는 대체로 낮았다. Tetracycline과 ampicillin을 제외한 대부분 항생제 내성률이 10% 이하로 낮았다. 오리 유래 균주에서도 nalidixic acid 내성이 43.2%로 가장 높았으며 sulfisoxazole(27.0%), ampicillin(24.3%), streptomycin(21.6%) 순으로 높게 나타났다. 중요항생제인 제3세대 cephalosporins 내성은 닭에서 9.3% 검출되었으며 fluoroquinolone계 항생제인 ciprofloxacin 내성은 모든 축종에서 3% 이하로 낮게 나타났다. Carbapenem계 항생제인 meropenem에 대한 내성은 모든 축종에서 관찰되지 않았다.

항생제 다제내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 닭 유래 균주에서는 12.8%였으나 오리 유래 균주에서는 45.9%로 나타났다. 총 12 subclass의 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 닭 유래 균주에서 15.1%, 오리 유래 균주에서 24.3%로 두 축종 모두 대체로 낮게 나타났다 (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(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Chicken	2~4	2	2					93.0	7.0							
	Ducks	2~16	2	8					75.7	10.8	8.1	5.4					
Ampicillin	Chicken	2~64	2	64					88.4	1.2				10.5			
	Ducks	2~64	2	64					73.0	2.7				24.3			
Cefepime	Chicken	0.25~16	0.25	0.25		90.7			3.5			5.8					
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Cefoxitin	Chicken	1~16	4	4				1.2	29.1	62.8	5.8	1.2					
	Ducks	1~8	2	4				8.1	64.9	21.6	5.4						
Ceftazidime	Chicken	1~16	1	1				90.7	2.3	1.2		5.8					
	Ducks	1	1	1				100									
Ceftiofur	Chicken	0.5~8	1	2			2.3	83.7	4.7		9.3						
	Ducks	0.5~2	1	2			21.6	67.6	10.8								
Chloramphenicol	Chicken	4~64	8	8						41.9	52.3	2.3		3.5			
	Ducks	4~64	8	64						32.4	54.1	2.7		10.8			
Ciprofloxacin	Chicken	0.12~4	0.25	0.25	34.9	58.1	5.8			1.2							
	Ducks	0.12~8	0.125	0.5	70.3	8.1	18.9				2.7						
Colistin	Chicken	2~8	2	2					95.3	2.3	2.3						
	Ducks	2~8	2	4					89.2	5.4	5.4						
Gentamicin	Chicken	1~64	1	8				89.5			2.3	2.3	2.3	3.5			
	Ducks	1	1	1				100									
Meropenem	Chicken	0.25	0.25	0.25		100											
	Ducks	0.25	0.25	0.25		100											
Nalidixic acid	Chicken	2~128	128	128					11.6	3.5				2.3	82.6		
	Ducks	2~128	8	128					8.1	37.8	8.1	2.7		2.7	40.5		
Streptomycin	Chicken	16~128	16	16								90.7	7.0	1.2	1.2		
	Ducks	16~128	16	128								78.4	2.7		18.9		
Sulfisoxazole	Chicken	16~512	32	64								19.8	64.0	7.0			9.3
	Ducks	16~512	32	512								35.1	35.1	2.7			27.0
Tetracycline	Chicken	2~128	2	128					86.0						14.0		
	Ducks	2~128	2	128					83.8					5.4	10.8		
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Chicken	0.12~4	0.125	0.125	93.0					7.0							
	Ducks	0.12~4	0.125	4	73.0	16.2				10.8							

* chicken(n=86), ducks(n=37)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Chicken (n=86)	Ducks (n=37)	Total (n=123)
Amoxicillin / Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	10.5(9)	24.3(9)	14.6(18)
Cefepime	5.8(5)	0(0)	4.1(5)
Cefoxitin	0(0)	0(0)	0(0)
Ceftazidime	5.8(5)	0(0)	4.1(5)
Ceftiofur	9.3(8)	0(0)	6.5(8)
Chloramphenicol	3.5(3)	10.8(4)	5.7(7)
Ciprofloxacin	1.2(1)	2.7(1)	1.6(2)
Colistin	4.7(4)	10.8(4)	6.5(8)
Gentamicin	8.1(7)	0(0)	5.7(7)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)
Nalidixic acid	84.9(73)	43.2(16)	72.4(89)
Streptomycin	9.3(8)	21.6(8)	13.0(16)
Sulfisoxazole	9.3(8)	27.0(10)	14.6(18)
Tetracycline	14.0(12)	16.2(6)	14.6(18)
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	7.0(6)	10.8(4)	8.1(10)

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

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Chicken (n=86)	Ducks (n=37)	Total (n=123)
No resistance detected	12.8(11)	45.9(17)	22.8(28)
Resistance 1 CLSI subclass	72.1(62)	21.6(8)	56.9(70)
Resistance 2 CLSI subclasses	0(0)	8.1(3)	2.4(3)
Resistance 3 CLSI subclasses	2.3(2)	0(0)	1.6(2)
Resistance 4 CLSI subclasses	2.3(2)	13.5(5)	5.7(7)
Resistance 5 CLSI subclasses	1.2(1)	0(0)	0.8(1)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.2(1)	10.8(4)	4.1(5)
Resistance 7 CLSI subclasses	8.1(7)	0(0)	5.7(7)
Multiple drug resistance (MDR)	15.1(13)	24.3(9)	17.9(22)

3. *P. multocida, A. pleuropneumoniae, S. suis*

전국 9개 시·도 동물위생시험소 본소, 병성감정기관, 농림축산검역본부에 의뢰된 질병에 이환된 돼지 호흡기 병변에서 분리된 *P. multocida* 57균주, *A. pleuropenumoniae* 22균주, *S. suis* 68균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 균종별·항생제별로 내성이 차이가 있었다.

*P. multocida*에 대한 항생제 감수성 검사 결과, florfenicol 내성이 52.6%로 가장 높았으며 그 외 항생제 중 oxytetracycline이 14.0%, tilmicosin/enrofloxacin이 12.3%로 나타났으며 그 외 항생제 내성은 10%이거나 관찰되지 않았다. chlortetracycline 38.1%) 항생제 내성률이 가장 높았으며 florfenicol을 제외한 모든 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았다.

*A. pleuropneumoniae*에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 항생제 내성률은 oxytetracycline이 72.7%로 가장 높았으며 tilmicosin/tulathromycin(54.5%), tiamulin(45.5%), enrofloxacin(40.9%), ampicillin (18.2%) 순으로 높았다. 그 외 항생제 내성률은 10%이하 또는 관찰되지 않았다.

S. suis 68균주에 대한 항생제 감수성 검사 결과, 전반적으로 내성률이 높게 나타났다. 항생제별로는 tetracyclines계 항생제 내성률(oxytetracycline 95.6%, chlortetracycline 92.6%)이 가장 높았으며, enrofloxacin(35.3%), penicillin(33.8%), florfenicol(29.4%), trimethoprim/sulfamethoxazole(22.1%), 순으로 내성률이 높았다(Table 52～55).

Table 52. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida* (n=57) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25~16	0.25	0.25		93.0						7.0					
Ceftiofur	0.25	0.25	0.25		100											
Chlortetracycline	0.5~4	1	1			42.1	50.9	5.3	1.8							
Clindamycin	8~16	16	16							1.8	98.2					
Danofloxacin	0.12~2	0.125	1	61.4	7.0	10.5	19.3	1.8								
Enrofloxacin	0.12~1	0.125	1	70.2	8.8	8.8	12.3									
Florfenicol	0.25~8	8	8		28.1	14.0	3.5	1.8		52.6						
Gentamicin	1~16	2	4				5.3	45.6	42.1		7.0					
Neomycin	4~32	8	8						45.6	47.4	1.8	5.3				
Oxytetracycline	0.5~8	1	2			31.6	54.4	5.3		8.8						
Penicillin	0.12~8	0.125	0.25	89.5	3.5					7.0						
Spectinomycin	8~128	16	32							5.3	77.2	12.3	1.8	3.5		
Sulfadimethoxine	256~512	256	512												56.1	43.9
Tiamulin	8~32	16	32							10.5	56.1	33.3				
Tilmicosin	4~64	4	64						64.9	14.0	8.8	1.8	10.5			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2	2	2					100								
Tulathromycin	1~32	1	16				57.9	8.8	10.5	12.3	7.0	3.5				
Tylosin	8~32	32	32							7.0	42.1	50.9				

Table 53. 질병 이환 돼지에서 분리된 *A. pleuropneumoniae* (n=22) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25~16	0.25	8		75.0	2.9	4.4	2.9	2.9	4.4	7.4					
Ceftiofur	0.25~8	0.5	8		36.8	17.6	11.8	5.9	8.8	19.1						
Chlortetracycline	0.5~8	8	8			2.9	4.4	2.9	1.5	88.2						
Clindamycin	0.25~16	16	16		7.4	1.5					91.2					
Danofloxacin	0.12~1	1	1	1.5	4.4	5.9	88.2									
Enrofloxacin	0.12~2	1	2	2.9	4.4	35.3	22.1	35.3								
Florfenicol	2~8	4	8					16.2	54.4	29.4						
Gentamicin	1~16	16	16				10.3	4.4	11.8	22.1	51.5					
Neomycin	4~32	32	32						5.9	4.4	7.4	82.4				
Oxytetracycline	0.5~8	8	8			2.9	1.5	1.5	4.4	89.7						
Penicillin	0.12~8	0.125	8	54.4	2.9	8.8	5.9	5.9	5.9	16.2						
Spectinomycin	16~128	64	128								7.4	29.4	19.1	44.1		
Sulfadimethoxine	256~512	512	512												19.1	80.9
Tiamulin	0.5~32	8	32			2.9		17.6	16.2	14.7	2.9	45.6				
Tilmicosin	8~64	64	64							1.5	4.4	7.4	86.8			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2~4	2	4					77.9	22.1							
Tulathromycin	8~64	64	64							2.9	4.4	4.4	88.2			
Tylosin	1~32	32	32				5.9	2.9	4.4			86.8				

Isolates in 2020 (n=15) and 2021 (n=7)

Table 54. 질병 이환 돼지에서 분리된 *S. suis*(n=68) 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
				≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Ampicillin	0.25~16	0.25	8		75.0	2.9	4.4	2.9	2.9	4.4	7.4					
Ceftiofur	0.25~8	0.5	8		36.8	17.6	11.8	5.9	8.8	19.1						
Chlortetracycline	0.5~8	8	8			2.9	4.4	2.9	1.5	88.2						
Clindamycin	0.25~16	16	16		7.4	1.5					91.2					
Danofloxacin	0.12~1	1	1	1.5	4.4	5.9	88.2									
Enrofloxacin	0.12~2	1	2	2.9	4.4	35.3	22.1	35.3								
Florfenicol	2~8	4	8					16.2	54.4	29.4						
Gentamicin	1~16	16	16				10.3	4.4	11.8	22.1	51.5					
Neomycin	4~32	32	32						5.9	4.4	7.4	82.4				
Oxytetracycline	0.5~8	8	8			2.9	1.5	1.5	4.4	89.7						
Penicillin	0.12~8	0.125	8	54.4	2.9	8.8	5.9	5.9	5.9	16.2						
Spectinomycin	16~128	64	128								7.4	29.4	19.1	44.1		
Sulfadimethoxine	256~512	512	512												19.1	80.9
Tiamulin	0.5~32	8	32			2.9		17.6	16.2	14.7	2.9	45.6				
Tilmicosin	8~64	64	64							1.5	4.4	7.4	86.8			
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	2~4	2	4					77.9	22.1							
Tulathromycin	8~64	64	64							2.9	4.4	4.4	88.2			
Tylosin	1~32	32	32				5.9	2.9	4.4			86.8				

Table 55. 질병 이환 돼지에서 분리된 *P. multocida, A. pleuropneumoniae, S. suis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	P. multocida (n=57)	*A. pleuropneumoniae** (n=22)	*S. suis* (n=68)
Ampicillin	7.0(4)	18.2(4)	17.6(12)
Ceftiofur	0(0)	0(0)	19.1(13)
Chlortetracycline	7.0(4)	4.5(1)	92.6(63)
Clindamycin	ND**	ND	ND
Danofloxacin	ND	ND	ND
Enrofloxacin	12.3(7)	40.9(9)	35.3(24)
Florfenicol	52.6(30)	9.1(2)	29.4(20)
Gentamicin	ND	ND	ND
Neomycin	ND	ND	ND
Oxytetracycline	14.0(8)	72.7(16)	95.6(65)
Penicillin	7.0(4)	ND	33.8(23)
Spectinomycin	3.5(2)	ND	ND
Sulphadimethoxine	ND	ND	ND
Tiamulin	ND	45.5(10)	ND
Tilmicosin	12.3(7)	54.5(12)	ND
Trimethoprim/sulfamethoxazole	0(0)	0(0)	22.1(15)
Tulathromycin	0(0)	54.5(12)	ND
Tylosin	ND	ND	ND

* Isolates in 2020 (n=15) and 2021 (n=7)

** ND, Not determined

Ⅴ. 반려동물 유래 세균의 항생제 내성(2021)

제1장. 대상세균 분리 및 동정

1. 지표세균 분리

반려동물로부터 지표세균을 분리하기 위해 2021년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 정상 개, 고양이의 분변 시료를 채취하여 대장균과 장구균을 분리하였다. *E. coli*는 총 62개 병원의 326개 분변 시료(개 241, 고양이 85)로부터 252균주(개 181, 고양이 71)를 분리하였다. *E. faecium*은 총 70개 병원의 269개 분변 시료(개 203, 고양이 66)로부터 92균주(개 78, 고양이 14)를 분리하였다. *E. faecalis*는 총 72개 병원의 301개 분변 시료(개 226, 고양이 75)로부터 163균주(개 124, 고양이 39)를 분리하였다(Table 56).

Table 56. 정상 반려동물의 분변으로부터 분리한 지표 세균

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Faeces	*Escherichia coli*	Dogs	34	241	241	181
		Cats	28	85	85	71
		Total	62	326	326	252
	Enterococcus faecium	Dogs	36	203	203	78
		Cats	34	66	66	14
		Total	70	269	269	92
	Enterococcus faecalis	Dogs	38	226	226	124
		Cats	34	75	75	39
		Total	72	301	301	163

2. 반려동물 병원성세균 분리

2021년 1월부터 12월까지 전국 동물병원에서 질병에 이환된 반려동물로부터 시료를 채취하여 병원성세균 총 9종 2,545균주를 분리하였다.

설사 분변에서는 총 3종 982균주를 분리하였다. 균종별로는 *Clostridium* spp.는 528시료(개 414, 고양이 114)로부터 169균주(개 131, 고양이 38), *Enterococcus* spp.는 총 579시료(개 452, 고양이 127) 중 423균주(개 331, 고양이 92), *E. coli*는 총 591시료(개 464, 고양이 127)로부터 390균주(개 301, 고양이 89)를 분리하였다.

호흡기 병변에서는 총 290균주를 분리하였다. 균종별로는 *Bordetella* spp.는 총 302시료(개 180, 고양이 122)에서 6균주(개 1, 고양이 5), *Pasteurella* spp.가 총 307시료(개 183, 고양이 124)에서 41균주(개 25, 고양이 16), *Staphylococcus* spp.는 총 326시료(개 183, 고양이 143)에서 131균주(개 60, 고양이 71), *Streptococcus* spp.는 총 306시료(개 182, 고양이 124)에서 19균주(개 10, 고양이 9)와 기타 세균 93균주를 분리하였다.

피부 병변에서는 총 4종 1,101균주를 분리하였다. 균종별로는 *Proteus* spp.는 총 1,485시료(개 1333, 고양이 152)에서 113균주(개 107, 고양이 6), *Pseudomonas* spp.는 총 1,501시료(개 1,343, 고양이 158)에서 117균주 (개 107, 고양이 10), *Staphylococcus* spp.는 총 1,697시료(개 1,510, 고양이 187)에서 826균주(개 730, 고양이 96), *Streptococcus* spp.는 총 1,460시료(개 1,307, 고양이 153)에서 45균주(개 43, 고양이 2)를 분리하였다.

개 뇨 시료에서는 총 4종 172주를 분리하였다. 균종별로는 *E. coli*는 447시료에서 85균주, *Proteus* spp. 413시료에서 15균주, *Staphylococcus* spp. 419시료에서 51균주, *Streptococcus* spp. 는 413시료에서 21균주를 분리하였다(Table 57).

Table 57. 반려동물로부터 분리한 병원성 세균

Samples	Bacterial species	Animals	No. of			
			hospitals	animals	samples	isolates
Diarrhea	*Clostridium* spp.	Dogs	37	414	141	131
		Cats	27	114	119	38
		Subtotal	64	528	533	169
	Enterococcus spp.	Dogs	44	452	452	331
		Cats	32	127	132	92
		Subtotal	76	579	584	423
	Escherichia coli	Dogs	49	464	464	301
		Cats	35	127	127	89
		Subtotal	84	591	591	390
Respiratory system	*Bordetella* spp.	Dogs	34	180	180	1
		Cats	32	122	122	5
		Subtotal	66	302	302	6
	Pasteurella spp.	Dogs	37	183	183	25
		Cats	34	124	124	16
		Subtotal	71	307	307	41
	Staphylococcus spp.	Dogs	37	183	183	60
		Cats	36	143	143	71
		Subtotal	73	326	326	131
	Streptococcus spp.	Dogs	36	182	182	10
		Cats	33	124	124	9
		Subtotal	69	306	306	19
	Others	Dogs	37	184	184	49
		Cats	35	126	126	44
		Subtotal	72	310	310	93
Skin/Ear	*Proteus* spp.	Dogs	72	1,323	1,333	107
		Cats	28	152	152	6
		Subtotal	103	1,475	1,485	113
	Pseudomonas spp.	Dogs	77	1,343	1,343	107
		Cats	30	158	158	10
		Subtotal	107	1,501	1,501	117
	Staphylococcus spp.	Dogs	84	1,510	1,510	730
		Cats	36	187	187	96
		Subtotal	120	1,697	1,697	826
	Streptococcus spp.	Dogs	65	1,307	1,307	43
		Cats	28	153	153	2
		Subtotal	93	1,460	1,460	45
Urine	*Escherichia coli*	Dogs	39	447	447	85
	Proteus spp.	Dogs	35	413	413	15
	Staphylococcus spp.	Dogs	38	419	419	51
	Streptococcus spp.	Dogs	33	413	413	21

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

반려동물 정상 분변으로부터 분리한 *E. coli* 252균주(개 181, 고양이 71)에 대해 총 13 계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대해 감수성 검사를 실시한 결과, 두 동물의 항생제 내성 양상은 유사하였다. 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 MIC_{50}은 cefovecin은 1(㎍/㎖), colistin 1(㎍/㎖), enrofloxacin 0.125(㎍/㎖)로 나타났다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 개와 고양이 유래 균주의 항생제 내성 양상은 유사하였으며 두 시료 모두 cephalexin 항생제 내성률이 가장 높게 나타났다. 동물별로는 개 유래 균주에서는 cephalexin의 내성률이 77.9%로 가장 높았으며 ampicillin(35.9%), tetracycline(24.3%) 순으로 내성률이 높았다. 그 외 cephalosporins, fluoroquinolones계 항생제 내성률은 10~20% 수준으로 나타났다. 개 유래 균주에서 imipenem과 colistin 내성은 검출되지 않았으나, amikacin 내성은 1균주(0.6%) 검출되었다. 고양이 유래 균주의 항생제 내성은 cephalexin 내성률이 60.6%로 가장 높았으며 ampicillin(31.0%), tetracycline(18.3%), cefazolin(15.5%), doxycycline(14.1%) 순으로 내성률이 높았다. 그 외 항생제 내성률은 10% 이하로 낮았으며 amikacin, colistin, imipenem, fluoroquinolones계 항생제 내성은 검출되지 않았다.

검사 균주에 대한 항생제 다제내성을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개 유래 대장균은 12.7%, 고양이 유래 균주는 32.4%로 고양이에서 감수성 균주가 높게 분포하였다. 검사 항생제 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 대장균의 28.7%, 고양이 유래 대장균에서 23.9%로 두 동물 간 차이는 없었다(Table 58-60).

Table 58. 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	4~64	4	4						98.3	1.1			0.6		
	Cats	4	4	4						100						
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	0.25~64	4	8		0.6			7.7	48.6	37.0	1.7	0.6	3.9		
	Cats	1~64	4	8				2.8	11.3	50.7	25.4	2.8		7.0		
Ampicillin	Dogs	0.25~64	4	64		0.6		1.7	26.0	34.3	1.1	0.6		35.9		
	Cats	2~64	4	64					46.5	21.1		1.4		31.0		
Cefazolin	Dogs	1~32	2	32				11.0	62.4	12.2	1.1		13.3			
	Cats	1~32	2	8				28.2	46.5	9.9	5.6		9.9			
Cefovecin	Dogs	0.25~8	1	8		2.2	36.5	41.4	6.1	1.7	12.2					
	Cats	0.25~8	1	2		2.8	42.3	40.8	4.2		9.9					
Cefpodoxime	Dogs	1~8	1	8				86.7	0.6	0.6	12.2					
	Cats	1~8	1	1				90.1			9.9					
Ceftazidime	Dogs	4~16	4	4						95.0	1.7	3.3				
	Cats	4~16	4	4						93.0		7.0				
Cephalexin	Dogs	0.5~16	8	16			0.6			21.5	50.8	27.1				
	Cats	4~16	8	16						39.4	49.3	11.3				
Chloramphenicol	Dogs	2~32	8	16					1.1	26.0	56.9	6.1	9.9			
	Cats	2~32	8	16					1.4	23.9	63.4	2.8	8.5			
Colistin	Dogs	1~2	1	1				99.4	0.6							
	Cats	1	1	1				100								
Doxycycline	Dogs	0.25~16	2	16		0.6	3.9	30.9	37.6	4.4	9.9	12.7				
	Cats	0.25~16	2	16		1.4	8.5	36.6	32.4	2.8	4.2	14.1				
Enrofloxacin	Dogs	0.12~4	0.125	2	68.5	6.6	6.6	7.7	0.6	9.9						
	Cats	0.12~2	0.125	0.5	80.3	8.5	8.5	1.4	1.4							
Gentamicin	Dogs	0.25~16	0.5	1		6.6	67.4	17.1	0.6	0.6		7.7				
	Cats	0.25~16	0.5	1		7.0	74.6	16.9				1.4				
Imipenem	Dogs	1	1	1				100								
	Cats	1	1	1				100								
Marbofloxacin	Dogs	0.12~4	0.125	2	68.5	3.3	12.2	5.0	1.1	9.9						
	Cats	0.12~1	0.125	0.5	81.7	2.8	14.1	1.4								
Orbifloxacin	Dogs	1~8	1	8				74.0	6.6	8.3	11.0					
	Cats	1~8	1	1				91.5	4.2	2.8	1.4					
Piperacillin /Tazobactam	Dogs	8~64	8	8							98.3	1.1		0.6		
	Cats	8	8	8							100					
Pradofloxacin	Dogs	0.25~2	0.25	1		86.2	2.8	1.1	9.9							
	Cats	0.25~0.5	0.25	0.25		95.8	4.2									
Tetracycline	Dogs	4~16	4	16						75.1	0.6	24.3				
	Cats	4~16	4	16						81.7		18.3				
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Dogs	0.5~4	0.5	4			84.0	2.2	0.6	13.3						
	Cats	0.5~4	0.5	0.5			91.5	2.8	1.4	4.2						

* dogs(n=181), cats(n=71)

Table 59. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Dogs (n=181)	Cats (n=71)	Total (n=252)
Amikacin	0.6(1)	0(0)	0.4(1)
Amoxicillin / Clavulanic acid	4.4(8)	7.0(5)	5.2(13)
Ampicillin	35.9(65)	31.0(22)	34.5(87)
Cefazolin	77.9(141)	60.6(43)	73.0(184)
Cefovecin	14.4(26)	15.5(11)	14.7(37)
Cefpodoxime	12.2(22)	9.9(7)	11.5(29)
Ceftazidime	12.2(22)	9.9(7)	11.5(29)
Cephalexin	3.3(6)	7.0(5)	4.4(11)
Chloramphenicol	9.9(18)	8.5(6)	9.5(24)
Colistin	0(0)	0(0)	0(0)
Doxycycline	12.7(23)	14.1(10)	13.1(33)
Enrofloxacin	9.9(18)	0(0)	7.1(18)
Gentamicin	7.7(14)	1.4(1)	6.0(15)
Imipenem	0(0)	0(0)	0(0)
Marbofloxacin	9.9(18)	0(0)	7.1(18)
Orbifloxacin	11.0(20)	1.4(1)	8.3(21)
Piperacillin / Tazobactam	0(0)	0(0)	0(0)
Paradofloxacin	9.9(18)	0(0)	7.1(18)
Tetracycline	24.3(44)	18.3(13)	22.6(57)
Trimethoprim / Sulphamethoxazole	13.3(24)	4.2(3)	10.7(27)

Table 60. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Escherichia coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Dogs (n=181)	Cats (n=71)	Total (n=252)
No resistance detected	12.7(23)	32.4(23)	18.3(46)
Resistance 1 CLSI subclass	47.0(85)	38.0(27)	44.4(112)
Resistance 2 CLSI subclasses	11.6(21)	5.6(4)	9.9(25)
Resistance 3 CLSI subclasses	9.9(18)	8.5(6)	9.5(24)
Resistance 4 CLSI subclasses	7.7(14)	11.3(8)	8.7(22)
Resistance 5 CLSI subclasses	5.5(10)	2.8(2)	4.8(12)
Resistance 6 CLSI subclasses	1.1(2)	1.4(1)	1.2(3)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.9(7)	0(0)	2.8(7)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.6(1)	0(0)	0.4(1)
Multiple drug resistance (MDR)	28.7(52)	23.9(17)	27.4(69)

2. *Enterococcus faecium* / *faecalis*

반려동물 정상 분변에서 분리한 *E. faecium* 109균주(개 77, 고양이 32)와 *E. faecalis* 163균주(개 124, 고양이 39)를 대상으로 12개 계열(CLSI subclass) 16종 항생제에 대해 감수성검사를 하였다. *E. faecium* MICs 분포도를 조사한 결과, tetracycline의 MIC_{50}은 개 유래 균주에서 16(㎍/㎖), 고양이 유래 균주에서 2(㎍/㎖)로 개에서 높게 나타났다. 그러나 *E. faecalis*에서 두 동물 간 차이는 확인되지 않았다.
*E. faecium*의 항생제 내성은 개와 고양이의 항생제 내성 양상은 비슷하였으나 내성률은 개에서 다소 높았다. 개에서 분리한 *E. faecium*에 대한 항생제 내성은 ciprofloxacin이 55.8%로 가장 높았으며 tetracycline(50.6%), erythromycin(46.8%), tigecycline(20.5%) 순으로 높았다. 그 외 ampicillin(24.7%), tigecycline(20.8%), tylosin (24.7%) 내성률은 약 20% 수준으로 나타났다. 그러나 phenicols계 항생제(chloramphenicol, florfenicol)는 약 5% 이하로 낮았으며, linezolid, vancomycin 내성은 확인되지 않았다. 고양이 유래 *E. faecium*은 ciprofloxacin(50.0%) 내성이 가장 높았으며 tetracycline(40.6%), erythromycin (21.9%), ampicillin, tigecycline, tylosin (15.6%) 순으로 나타났다. 그러나 phenicols계 항생제, linezolid, vancomycin 내성은 관찰되지 않았다.

*E. faecalis*의 항생제 내성은 항생제별로 개, 고양이 유래 균주 간 다소 차이가 있었다. 개 유래 균주에서는 tetracycline 내성이 67.7%로 가장 높았으며 erythromycin(37.9%), tylosin(37.1%), kanamycin(31.5%) 순으로 높았다. 그 외 chloramphenicol, gentamicin, streptomycin, tigecycline 항생제 내성률은 약 10~20% 수준이었다. 고양이 분변에서 분리한 *E. faecalis*도 tetracycline 내성이 76.9%로 가장 높았으며 erythromycin(46.2%), tylosin(43.6%), kanamycin (28.2%), chloramphenicol (30.8%) 순으로 높았다. 개 및 고양이 유래 *E. faecalis* 균주 모두 ampicillin, daptomycin, linezolid, vancomycin 내성은 검출되지 않았다.

반려동물 분변에서 분리된 *E. faecium/faecalis*에 대한 항생제 내성 양상을 조사한 결과, *E. faecium*은 15.6%, *E. faecalis*는 27.6%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사 항생제 중 12개 subclass 중 3계열 이상의 subclasses에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 개는 두 균종 모두 약 35%로 두 균종관 차이가 없었으나, 고양이는 *E. faecium*은 25.0%, *E. faecalis*는 43.6%로 *E. faecalis*에서 높았다(Table 61- 64).

Table 61. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 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	Dogs	1~16	1	16				51.9	15.6	5.2	2.6	24.7							
	Cats	1~16	1	16				75.0	6.2		3.1	15.6							
Chloramphenicol	Dogs	2~32	4	8					1.3	58.4	35.1		5.2						
	Cats	4~16	4	8						53.1	43.8	3.1							
Ciprofloxacin	Dogs	0.25~16	4	16		1.3	7.8	26	9.1	26	6.5	23.4							
	Cats	0.25~16	2	16		3.1	6.2	37.5	3.1	18.8	15.6	15.6							
Daptomycin	Dogs	0.5~8	4	4			2.6	3.9	24.7	64.9	3.9								
	Cats	0.5~8	4	4			6.2	3.1	9.4	75	6.2								
Erythromycin	Dogs	1~64	4	64				9.1	14.3	29.9	11.7	9.1	1.3	24.7					
	Cats	1~64	4	64				15.6	15.6	46.9		3.1		18.8					
Florfenicol	Dogs	2~32	4	4					44.2	53.2	1.3		1.3						
	Cats	2~4	2	4					56.2	43.8									
Gentamicin	Dogs	128~2048	128	2048											87.0			1.3	11.7
	Cats	128~2048	128	256											87.5	3.1			9.4
Kanamycin	Dogs	128~2048	128	2048											67.5	13.0	1.3		18.2
	Cats	128~2048	128	2048											68.8	9.4		3.1	18.8
Linezolid	Dogs	0.5~4	2	2			1.3	20.8	76.6	1.3									
	Cats	1~2	2	2				15.6	84.4										
Quinupristin/ Dalfopristin	Dogs	1~8	2	4				36.4	48.1	13.0	2.6								
	Cats	1~4	2	2				18.8	75.0	6.2									
Salinomycin	Dogs	2~2	2	2					100										
	Cats	2~2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128~2048	128	2048											79.2	1.3			19.5
	Cats	128~2048	128	128											90.6				9.4
Tetracycline	Dogs	2~128	16	128					48.1	1.3		7.8	3.9	18.2	20.8				
	Cats	2~128	2	128					59.4			3.1		12.5	25.0				
Tigecycline	Dogs	0.12~0.5	0.25	0.5	42.9	36.4	20.8												
	Cats	0.12~0.5	0.25	0.5	34.4	50.0	15.6												
Tylosin	Dogs	1~64	4	64				6.5	27.3	33.8	7.8			24.7					
	Cats	1~64	4	64				6.2	15.6	62.5				15.6					
Vancomycin	Dogs	2~4	2	2					98.7	1.3									
	Cats	2~4	2	2					96.9	3.1									

* dogs(n=77), cats(n=32)

Table 62. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecalis* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Animal species*	MIC Range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖) *														
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	≥2048
Ampicillin	Dogs	1~2	1	1				99.2	0.8										
	Cats	1~2	1	1				94.9	5.1										
Chloramphenicol	Dogs	4~32	8	32						33.9	43.5	4.0	18.5						
	Cats	4~32	8	32						38.5	30.8		30.8						
Ciprofloxacin	Dogs	0.5~16	1	2			7.3	56.5	32.3			4.0							
	Cats	0.5~16	1	2			2.6	53.8	38.5		2.6	2.6							
Daptomycin	Dogs	0.5~4	1	2			17.7	49.2	27.4	5.6									
	Cats	0.5~4	1	2			20.5	48.7	28.2	2.6									
Erythromycin	Dogs	1~64	2	64				25.0	30.6	6.5	1.6			36.3					
	Cats	1~64	4	64				15.4	23.1	15.4	2.6		2.6	41.0					
Florfenicol	Dogs	2~32	2	4					62.1	32.3	0.8	1.6	3.2						
	Cats	2~32	2	4					66.7	25.6		2.6	5.1						
Gentamicin	Dogs	128~2048	128	1024											81.5	4.0	1.6	7.3	5.6
	Cats	128~2048	128	2048											76.9		2.6	10.3	10.3
Kanamycin	Dogs	128~2048	128	2048											66.9		1.6		31.5
	Cats	128~2048	128	2048											61.5	7.7	2.6		28.2
Linezolid	Dogs	1~4	1	2				54.8	42.7	2.4									
	Cats	1~4	1	2				53.8	43.6	2.6									
Salinomycin	Dogs	2~2	2	2					100										
	Cats	2~2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128~2048	128	2048											80.6		0.8		18.5
	Cats	128~2048	128	2048											82.1				17.9
Tetracycline	Dogs	0.5~128	64	128			0.8		28.2	2.4	0.8	0.8	8.1	47.6	11.3				
	Cats	2~128	64	64					23.1				2.6	66.7	7.7				
Tigecycline	Dogs	0.12~0.5	0.25	0.5	40.3	47.6	12.1												
	Cats	0.12~0.5	0.25	0.5	33.3	56.4	10.3												
Tylosin	Dogs	1~64	2	64				6.5	52.4	3.2	0.8		0.8	36.3					
	Cats	1~64	2	64				7.7	43.6	5.1				43.6					
Vancomycin	Dogs	2~4	2	2					96.8	3.2									
	Cats	2~4	2	2					97.4	2.6									

* dogs(n=124), cats(n=39)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	E. faecium			*E. faecalis*		
	Dogs (n=77)	Cats** (n=32)	Subtotal (n=109)	Dogs (n=124)	Cats (n=39)	Subtotal (n=163)
Ampicillin	24.7(19)	15.6(5)	22.0(24)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	5.2(4)	0(0)	3.7(4)	18.5(23)	30.8(12)	21.5(35)
Ciprofloxacin	55.8(43)	50.0(16)	54.1(59)	4.0(5)	5.1(2)	4.3(7)
Daptomycin	3.9(3)	6.3(2)	4.6(5)	0(0)	0(0)	0(0)
Erythromycin	46.8(36)	21.9(7)	39.4(43)	37.9(47)	46.2(18)	39.9(65)
Florfenicol	1.3(1)	0(0)	0.9(1)	4.8(6)	7.7(3)	5.5(9)
Gentamicin	13.0(10)	9.4(3)	11.9(13)	12.9(16)	20.5(8)	14.7(24)
Kanamycin	18.2(14)	21.9(7)	19.3(21)	31.5(39)	28.2(11)	30.7(50)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Quinupristin/Dalfopristin	15.6(12)	6.3(2)	12.8(14)	ND*	ND	ND
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	19.5(15)	9.4(3)	16.5(18)	18.5(23)	17.9(7)	18.4(30)
Tetracycline	50.6(39)	40.6(13)	47.7(52)	67.7(84)	76.9(30)	69.9(114)
Tigecycline	20.8(16)	15.6(5)	19.3(21)	12.1(15)	10.3(4)	11.7(19)
Tylosin	24.7(19)	15.6(5)	22.0(24)	37.1(46)	43.6(17)	38.7(63)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

** Isolate in 2020 (n=18) and 2021 (n=14)

Table 64. 반려동물 정상 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* / *faecalis* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates					
	E. faecium			*E. faecalis*		
	Dogs (n=77)	Cats* (n=32)	Subtotal (n=109)	Dogs (n=124)	Cats (n=39)	Subtotal (n=163)
No resistance detected	11.7(9)	25.0(8)	15.6(17)	29.0(36)	23.1(9)	27.6(45)
Resistance 1 CLSI subclass	28.6(22)	37.5(12)	31.2(34)	23.4(29)	15.4(6)	21.5(35)
Resistance 2 CLSI subclasses	24.7(19)	12.5(4)	21.1(23)	12.9(16)	17.9(7)	14.1(23)
Resistance 3 CLSI subclasses	7.8(6)	3.1(1)	6.4(7)	16.9(21)	28.2(11)	19.6(32)
Resistance 4 CLSI subclasses	10.4(8)	9.4(3)	10.1(11)	13.7(17)	12.8(5)	13.5(22)
Resistance 5 CLSI subclasses	5.2(4)	3.1(1)	4.6(5)	4.0(5)	2.6(1)	3.7(6)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.8(6)	9.4(3)	8.3(9)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 7 CLSI subclasses	1.3(1)	0(0)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	2.6(2)	0(0)	1.8(2)	0(0)	0(0)	0(0)
Multiple drug resistance (MDR)	35.1(27)	25.0(8)	32.1(35)	34.7(43)	43.6(17)	36.8(60)

* Isolate in 2020 (n=18) and 2021 (n=14)

제3장. 반려동물 병원성세균의 항생제 내성

1. *Escherichia coli*

질병에 이환된 반려동물 임상시료에서 분리한 대장균 총 475균주(개: 설사분변 301, 뇨 85; 고양이: 설사분변 89)의 항생제 내성을 조사하였다. 항생제별 MIC_{50}은 개 뇨 시료에서 분리한 균주의 ampicillin은 64(㎍/㎖)로 다른 시료의 4(㎍/㎖)에 비해 높게 나타났다.

개 및 고양이에서 분리한 *E. coli*에 대한 항생제 내성 조사 결과, 대체로 내성 양상은 유사하였으나 개 뇨 시료에서 분리한 균주의 내성이 다소 높았다. 개 설사 분변 유래 균주는 cephalexin 내성률이 80.7%로 가장 높았으며, ampicillin(44.2%), tetracycline(32.2%) 순으로 내성이 높았다. 그 외 cephalosproins계 항생제와 trimethoprim/sulfamethoxazole 내성률은 약 20~30% 수준으로 나타났다. 개 뇨 시료에서 분리한 균주는 ampicillin 내성이 51.8%로 가장 높았으며 cephalosporins계(cephalexin, cefazolin)와 fluoroquinolones계(enrofloxacin, marbofloxacin, orbifloxacin, paradofloxacin) 항생제 내성률은 약 30% 수준으로 나타났다. 고양이 설사 분변 유래 대장균 항생제 내성 조사 결과, 개 설사분변 유래 균주와 내성 양상은 유사하였다. 항생제별 내성률은 cephalexin 내성률이 70.8%로 가장 높았으며 ampicillin(42.7%), tetracycline(28.1%), cefazolin(27.0%), cefovecin/cefpodoxime(24.7%), trimethoprim/sulfamethoxazole(22.5%) 순으로 내성이 높았다. 그 외 amikacin, colistin, piperacillin/tazobactam 내성은 2% 이하로 낮게 나타났으며 imipenem 내성은 개 시료에서 검출되었다(1.6%).

개 및 고양이 임상시료에서 분리한 대장균에 대한 항생제 내성 양상을 조사한 결과, 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타낸 균주가 개에서는 17.6%, 고양이에서는 18.7%로 유사하였다. 검사 항생제 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 설사 분변 유래 균주의 36.9%, 개 뇨 유래 균주의 45.9%, 고양이 설사분변 유래 균주의 40.4%로 대체로 개 뇨 시료에서 높게 나타났다(Table 65～67).

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

Antimicrobials	Samples*	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
Amikacin	Dog diarrhea	4 ~ 64	4	4						95.7	2.0			2.3		
	Dog urine	4 ~ 8	4	4						98.8	1.2					
	Cat diarrhea	4~16	4	4						96.6	2.2	1.1				
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dog diarrhea	1 ~ 64	4	32				1.0	7.6	43.9	32.9	3.7	1.0	10		
	Dog urine	1 ~ 64	4	16				2.4	5.9	43.5	35.3	5.9		7.1		
	Cat diarrhea	1~64	4	8				1.1	13.5	43.8	32.6		1.1	7.9		
Ampicillin	Dog diarrhea	1 ~ 64	4	64				1.3	21.9	30.2	2.0	0.3		44.2		
	Dog urine	0.25 ~ 64	64	64		1.2		1.2	24.7	16.5	4.7	1.2		50.6		
	Cat diarrhea	1~64	4	64				1.1	33.7	21.3	1.1			42.7		
Cefazolin	Dog diarrhea	1 ~ 32	2	32				10.6	49.8	11.3	2.7	2.0	23.6			
	Dog urine	1 ~ 32	2	32				17.6	38.8	8.2	3.5	1.2	30.6			
	Cat diarrhea	1~32	2	32				16.9	46.1	10.1	2.2		24.7			
Cefovecin	Dog diarrhea	0.25 ~ 8	1	8		2.7	27.6	42.2	4.3	1.0	22.3					
	Dog urine	0.5 ~ 8	1	8			40.0	24.7	4.7	2.4	28.2					
	Cat diarrhea	0.25~8	1	8		5.6	39.3	28.1	2.2		24.7					
Cefpodoxime	Dog diarrhea	1 ~ 8	1	8				75.7	0.3	1.7	22.3					
	Dog urine	1 ~ 8	1	8				69.4		2.4	28.2					
	Cat diarrhea	1~8	1	8				75.3			24.7					
Ceftazidime	Dog diarrhea	4 ~ 16	4	16						87.0	2.7	10.3				
	Dog urine	4 ~ 16	4	16						80.0	7.1	12.9				
	Cat diarrhea	4~16	4	8						88.8	2.2	9.0				
Cephalexin	Dog diarrhea	4 ~ 16	8	16						19.3	48.5	32.2				
	Dog urine	4 ~ 32	8	32						35.3	30.6	3.5	30.6			
	Cat diarrhea	4~16	8	16						29.2	46.1	24.7				
Chloramphenicol	Dog diarrhea	4 ~ 32	8	32						20.6	61.8	4.0	13.6			
	Dog urine	4 ~ 32	8	32						21.2	58.8	8.2	11.8			
	Cat diarrhea	2~32	8	32					1.1	34.8	44.9		19.1			
Colistin	Dog diarrhea	1 ~ 8	1	1				99.7			0.3					
	Dog urine	1 ~ 4	1	1				98.8		1.2						
	Cat diarrhea	1	1	1				100								
Doxycycline	Dog diarrhea	0.5 ~ 16	2	16			2.3	25.9	36.2	4.3	13.3	17.9				
	Dog urine	0.25 ~ 16	2	16		1.2	4.7	37.6	28.2	4.7	7.1	16.5				
	Cat diarrhea	0.5~16	2	16			2.2	31.5	36.0	3.4	11.2	15.7				
Enrofloxacin	Dog diarrhea	0.12 ~ 4	0.125	4	55.8	8.3	12.0	5.3	1.3	17.3						
	Dog urine	0.12 ~ 4	0.25	4	40.0	12.9	7.1	7.1	2.4	30.6						
	Cat diarrhea	0.12~4	0.125	4	57.3	3.4	11.2	14.6	1.1	12.4						
Gentamicin	Dog diarrhea	0.25 ~ 16	0.5	16		3.7	66.4	14.6	1.3	0.3	0.3	13.3				
	Dog urine	0.25 ~ 8	0.5	8		10.6	62.4	5.9			21.2					
	Cat diarrhea	0.25~16	0.5	16		1.1	64.0	22.5				12.4				
Imipenem	Dog diarrhea	1 ~ 8	1	1				99.0			1.0					
	Dog urine	1 ~ 8	1	1				96.5			3.5					
	Cat diarrhea	1	1	1				100								
Marbofloxacin	Dog diarrhea	0.12 ~ 4	0.125	4	57.5	4.7	16.3	4.0	0.3	17.3						
	Dog urine	0.12 ~ 4	0.5	4	38.8	4.7	21.2	4.7		30.6						
	Cat diarrhea	0.12~4	0.125	4	57.3	2.2	16.9	11.2	2.2	10.1						
Orbifloxacin	Dog diarrhea	1 ~ 8	1	8				65.8	10.0	5.6	18.6					
	Dog urine	1 ~ 8	1	8				52.9	9.4	5.9	31.8					
	Cat diarrhea	1~8	1	8				62.9	7.9	15.7	13.5					
Piperacillin /Tazobactam	Dog diarrhea	8 ~ 128	8	8							97.3	1.0		0.7	1.0	
	Dog urine	8 ~ 64	8	8							95.3	1.2		3.5		
	Cat diarrhea	8	8	8							100					
Pradofloxacin	Dog diarrhea	0.25 ~ 2	0.25	2		78.7	3.3	0.7	17.3							
	Dog urine	0.25 ~ 2	0.25	2		65.9	3.5		30.6							
	Cat diarrhea	0.25~2	0.25	2		79.8	6.7	3.4	10.1							
Tetracycline	Dog diarrhea	4 ~ 16	4	16						67.1	0.7	32.2				
	Dog urine	4 ~ 16	4	16						72.9		27.1				
	Cat diarrhea	4~16	4	16						71.9		28.1				
Trimethoprim /Sulfamethoxazole	Dog diarrhea	0.5 ~ 4	0.5	4			72.4	3.3	0.3	23.9						
	Dog urine	0.5 ~ 4	0.5	4			71.8	2.4		25.9						
	Cat diarrhea	0.5~4	0.5	4			76.4	1.1		22.5						

* dog diarrhea(n=301), dog urine(n=85) and cat diarrhea(n=89)

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

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Dogs			Cats	Total (n=475)
	Diarrhea (n=301)	Urine (n=85)	Subtotal (n=386)	Diarrhea (n=89)	
Amikacin	2.3(7)	0(0)	1.8(7)	0(0)	1.5(7)
Amoxicillin / Clavulanic acid	11.0(33)	12.9(11)	11.4(44)	9.0(8)	10.9(52)
Ampicillin	44.2(133)	51.8(44)	45.9(177)	42.7(38)	45.3(215)
Cefazolin	80.7(243)	30.6(26)	69.7(269)	70.8(63)	69.9(332)
Cefovecin	28.2(85)	30.6(26)	28.8(111)	27.0(24)	28.4(135)
Cefpodoxime	22.3(67)	28.2(24)	23.6(91)	24.7(22)	23.8(113)
Ceftazidime	22.3(67)	28.2(24)	23.6(91)	24.7(22)	23.8(113)
Cephalexin	10.3(31)	12.9(11)	10.9(42)	9.0(8)	10.5(50)
Chloramphenicol	13.6(41)	11.8(10)	13.2(51)	19.1(17)	14.3(68)
Colistin	0.3(1)	1.2(1)	0.5(2)	0(0)	0.4(2)
Doxycycline	17.9(54)	16.5(14)	17.6(68)	15.7(14)	17.3(82)
Enrofloxacin	17.3(52)	30.6(26)	20.2(78)	12.4(11)	18.7(89)
Gentamicin	13.3(40)	21.2(18)	15.0(58)	12.4(11)	14.5(69)
Imipenem	1.0(3)	3.5(3)	1.6(6)	0(0)	1.3(6)
Marbofloxacin	17.3(52)	30.6(26)	20.2(78)	10.1(9)	18.3(87)
Orbifloxacin	18.6(56)	31.8(27)	21.5(83)	13.5(12)	20.0(95)
Piperacillin / Tazobactam	1.0(3)	3.5(3)	1.6(6)	0(0)	1.3(6)
Paradofloxacin	17.3(52)	30.6(26)	20.2(78)	10.1(9)	18.3(87)
Tetracycline	32.2(97)	27.1(23)	31.1(120)	28.1(25)	30.5(145)
Trimethoprim / Sulphamethoxazole	23.9(72)	25.9(22)	24.4(94)	22.5(20)	24.0(114)

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

Resistance patterns	% (No.) of isolates*				
	Dogs			Cats	Total (n=475)
	Diarrhea (n=301)	Urine (n=85)	Subtotal (n=386)	Diarrhea (n=89)	
No resistance detected	12.0(36)	37.6(32)	17.6(68)	23.6(21)	18.7(89)
Resistance 1 CLSI subclass	41.5(125)	9.4(8)	34.5(133)	30.3(27)	33.7(160)
Resistance 2 CLSI subclasses	9.6(29)	7.1(6)	9.1(35)	5.6(5)	8.4(40)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.6(26)	11.8(10)	9.3(36)	11.2(10)	9.7(46)
Resistance 4 CLSI subclasses	8.3(25)	16.5(14)	10.1(39)	7.9(7)	9.7(46)
Resistance 5 CLSI subclasses	7.6(23)	4.7(4)	7.0(27)	4.5(4)	6.5(31)
Resistance 6 CLSI subclasses	5.3(16)	3.5(3)	4.9(19)	9.0(8)	5.7(27)
Resistance 7 CLSI subclasses	3.7(11)	2.4(2)	3.4(13)	4.5(4)	3.6(17)
Resistance 8 CLSI subclasses	2.7(8)	3.5(3)	2.8(11)	2.2(2)	2.7(13)
Resistance 9 CLSI subclasses	0.7(2)	3.5(3)	1.3(5)	1.1(1)	1.3(6)
Multiple drug resistance (MDR)	36.9(111)	45.9(39)	38.9(150)	40.4(36)	39.2(186)

2. *Enterococcus faecium/faecalis.*

개와 고양이 설사분변에서 분리한 장알균 총 408균주[(*E. faecium* 186균주(개 143균주, 고양이 43균주), *E. faecalis* 222균주(개 178균주, 고양이 44균주)]에 대한 항생제 내성을 조사하였다. 항생제별 MIC50은 *E. faecalis*에서는 개, 고양이 간 차이가 없었으나 *E. faecium*에서는 tetracycline MIC_{50}이 개 2(㎍/㎖), 고양이는 16(㎍/㎖)으로 고양이에서 높게 나타났다.

항생제 내성률을 조사한 결과, 균종별로 개와 고양이의 내성 양상은 유사하였다. *E. faecium*은 전반적으로 고양이 시료의 내성률이 개에 비해 다소 높았다. 개에서 분리한 *E. faecium*은 고양이와 내성 양상은 비슷하였으나 내성률은 고양이에 비해 다소 낮았다. Erythromycin 내성이 48.3%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(44.1%), tetracycline (43.4%) 순으로 내성이 높았다. 고양이 시료에서 분리한 E. faecium 균주는 tetracycline 내성률이 55.8%로 가장 높았으며 ciprofloxacin(53.5%), erythromycin(51.2%)의 내성률이 50% 이상으로 높게 나타났다. 그 외 ampicillin, kanamycin, streptomycin, tylosin 내성률이 약 30%로 나타났다. *E. faecalis* 내성 양상은 개와 고양이 비슷하였으나 내성률은 고양이에서 다소 높았다. 두 동물 유래 균주 모두 tetracycline 내성이 가장 높았으며(개 64.0%, 고양이 70.5%) erythromycin(개 43.3%, 고양이 50.0%)과 tylosin(개 42.7%, 고양이 50.0%) 순으로 높게 나타났다. 개, 고양이 시료 모두에서 linezolid 내성은 관찰되지 않았으나 vancomycin 내성은 개에서 분리한 E. faecium에서 1균주 검출되었다.

반려동물 분변에서 분리된 *E. faecium/faecalis*에 대한 항생제 내성 양상을 조사한 결과, *E. faecium*은 18.8%, *E. faecalis*는 25.8%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 검사 항생제 중 12개 subclass 중 3계열 이상의 subclasses에 내성을 나타낸 다제내성 균주가 균종별로는 *E. faecium*은 37.1%, *E. faecalis* 35.1%로 두 균종이 비슷한 수준으로 나타났다. 그러나 동물별로는 고양이 유래 *E. faecium*에서 58.1%, *E. faecalis* 43.2%로 개 유래 *E. faecium* 40.6%와 *E. faecalis* 33.1%에 비해 다소 높게 나타났다(Table 68∼71).

Table 68. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium* 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	Dogs	1~16	1	16				56.6	14.7	2.1	2.8	23.8							
	Cats	1~16	2	16				48.8	14.0	4.7	2.3	30.2							
Chloramphenicol	Dogs	2~32	4	16					2.1	49.7	37.1	4.9	6.3						
	Cats	2~32	8	32					2.3	46.5	39.5		11.6						
Ciprofloxacin	Dogs	0.25~16	2	16		1.4	12.6	27.3	14.7	19.6	9.1	15.4							
	Cats	0.5~16	4	16			2.3	30.2	14.0	32.6	7.0	14.0							
Daptomycin	Dogs	0.5~8	4	4			2.8	2.8	30.1	62.2	2.1								
	Cats	0.5~8	4	4			11.6	4.7	11.6	69.8	2.3								
Erythromycin	Dogs	1~64	4	64				9.8	12.6	29.4	16.1	9.8		22.4					
	Cats	1~64	8	64				11.6	7.0	30.2	9.3	2.3	7.0	32.6					
Florfenicol	Dogs	2~32	4	4					41.3	51.0		0.7	7.0						
	Cats	2~4	4	4					48.8	51.2									
Gentamicin	Dogs	128~2048	128	2048											85.3	1.4		1.4	11.9
	Cats	128~2048	128	2048											81.4			2.3	16.3
Kanamycin	Dogs	128~2048	128	2048											75.5	3.5	1.4	1.4	18.2
	Cats	128~2048	256	2048											48.8	9.3	9.3		32.6
Linezolid	Dogs	0.5~4	2	2			2.1	18.9	78.3	0.7									
	Cats	0.5~2	2	2			4.7	20.9	74.4										
Quinupristin/ Dalfopristin	Dogs	1~16	2	4				25.9	60.8	10.5	2.1	0.7							
	Cats	1~16	2	4				39.5	44.2	14.0		2.3							
Salinomycin	Dogs	2~4	2	2					99.3	0.7									
	Cats	2~2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128~2048	128	2048											72.0	1.4	1.4	3.5	21.7
	Cats	128~2048	128	2048											65.1				34.9
Tetracycline	Dogs	2~128	2	128					56.6			7.7	2.8	11.2	21.7				
	Cats	2~128	16	128					41.9	2.3		7.0	11.6	14.0	23.3				
Tigecycline	Dogs	0.12~0.5	0.25	0.5	28.7	48.3	23.1												
	Cats	0.12~0.5	0.25	0.5	32.6	44.2	23.3												
Tylosin	Dogs	1~64	4	64				7.7	22.4	35	9.1	1.4	0.7	23.8					
	Cats	1~64	4	64				4.7	37.2	16.3	7.0		2.3	32.6					
Vancomycin	Dogs	2~32	2	2					95.8	2.8	0.7		0.7						
	Cats	2~4	2	2					97.7	2.3									

*dogs(n=143), cats(n=43)

Table 69. 개와 고양이 설사 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	1~8	1	1				95.5	3.9		0.6								
	Cats	1~2	1	2				86.4	13.6										
Chloramphenicol	Dogs	4~32	8	32						30.3	51.7	0.6	17.4						
	Cats	4~32	8	32						27.3	36.4	2.3	34.1						
Ciprofloxacin	Dogs	0.5~16	1	2			4.5	62.4	29.8		0.6	2.8							
	Cats	0.5~16	1	2			4.5	47.7	43.2			4.5							
Daptomycin	Dogs	0.5~16	1	2			9.0	48.3	38.2	3.9		0.6							
	Cats	0.5~4	1	2			2.3	59.1	36.4	2.3									
Erythromycin	Dogs	1~64	4	64				18.5	29.8	8.4	1.7	1.7		39.9					
	Cats	1~64	4	64				18.2	25.0	6.8	2.3			47.7					
Florfenicol	Dogs	2~32	2	4					60.7	36.5	0.6		2.2						
	Cats	2~32	2	32					52.3	34.1			13.6						
Gentamicin	Dogs	128~2048	128	2048											74.2	1.7		6.7	17.4
	Cats	128~2048	128	2048											70.5	4.5		6.8	18.2
Kanamycin	Dogs	128~2048	128	2048											68.5	1.7		0.6	29.2
	Cats	128~2048	128	2048											59.1		2.3		38.6
Linezolid	Dogs	1~4	2	2				44.4	53.4	2.2									
	Cats	0.5~4	2	2			2.3	34.1	56.8	6.8									
Salinomycin	Dogs	2~2	2	2					100										
	Cats	2~2	2	2					100										
Streptomycin	Dogs	128~2048	128	2048											77.5	2.2			20.2
	Cats	128~2048	128	2048											65.9	4.5			29.5
Tetracycline	Dogs	2~128	64	64					34.3	1.1	0.6	1.7	7.9	46.1	8.4				
	Cats	2~128	64	128					29.5					54.5	15.9				
Tigecycline	Dogs	0.12~0.5	0.25	0.5	31.5	48.3	20.2												
	Cats	0.12~0.5	0.25	0.5	20.5	54.5	25.0												
Tylosin	Dogs	1~64	4	64				2.8	42.1	10.7	0.6	1.1	1.1	41.6					
	Cats	1~64	4	64				4.5	36.4	9.1				50.0					
Vancomycin	Dogs	2~4	2	2					99.4	0.6									
	Cats	2~2	2	2					100										

*dogs(n=178), cats(n=44)

Table 70. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium / faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	E. faecium			*E. faecalis*		
	Dogs (n=143)	Cats (n=43)	Subtotal (n=186)	Dogs (n=178)	Cats (n=44)	Subtotal (n=222)
Ampicillin	23.8(34)	30.2(13)	25.3(47)	0(0)	0(0)	0(0)
Chloramphenicol	6.3(9)	11.6(5)	7.5(14)	17.4(31)	34.1(15)	20.7(46)
Ciprofloxacin	44.1(63)	53.5(23)	46.2(86)	3.4(6)	4.5(2)	3.6(8)
Daptomycin	2.1(3)	2.3(1)	2.2(4)	0.6(1)	0(0)	0.5(1)
Erythromycin	48.3(69)	51.2(22)	48.9(91)	43.3(77)	50.0(22)	44.6(99)
Florfenicol	7.7(11)	0(0)	5.9(11)	2.2(4)	13.6(6)	4.5(10)
Gentamicin	13.3(19)	18.6(8)	14.5(27)	24.2(43)	25.0(11)	24.3(54)
Kanamycin	19.6(28)	32.6(14)	22.6(42)	29.8(53)	38.6(17)	31.5(70)
Linezolid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Quinupristin/Dalfopristin	13.3(19)	16.3(7)	14.0(26)	ND*	ND	ND
Salinomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Streptomycin	25.2(36)	34.9(15)	27.4(51)	20.2(36)	29.5(13)	22.1(49)
Tetracycline	43.4(62)	55.8(24)	46.2(86)	64(114)	70.5(31)	65.3(145)
Tigecycline	23.1(33)	23.3(10)	23.1(43)	20.2(36)	25.0(11)	21.2(47)
Tylosin	24.5(35)	34.9(15)	26.9(50)	42.7(76)	50.0(22)	44.1(98)
Vancomycin	0.7(1)	0(0)	0.5(1)	0(0)	0(0)	0(0)

* ND, Not determined

Table 71. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Enterococcus faecium / faecalis* 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates					
	E. faecium			*E. faecalis*		
	Dogs (n=143)	Cats (n=43)	Subtotal (n=186)	Dogs (n=178)	Cats (n=44)	Subtotal (n=222)
No resistance detected	18.2(26)	20.9(9)	18.8(35)	20.2(36)	13.6(6)	18.9(42)
Resistance 1 CLSI subclass	24.5(35)	4.7(2)	19.9(37)	25.8(46)	31.8(14)	27.0(60)
Resistance 2 CLSI subclasses	16.8(24)	16.3(7)	16.7(31)	20.8(37)	11.4(5)	18.9(42)
Resistance 3 CLSI subclasses	9.8(14)	23.3(10)	12.9(24)	18(32)	11.4(5)	16.7(37)
Resistance 4 CLSI subclasses	11.9(17)	11.6(5)	11.8(22)	11.8(21)	22.7(10)	14.0(31)
Resistance 5 CLSI subclasses	8.4(12)	11.6(5)	89.1(17)	3.4(6)	9.1(4)	4.5(10)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.7(11)	9.3(4)	8.1(15)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.8(4)	0(0)	2.2(4)	0(0)	0(0)	0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	0(0)	2.3(1)	0.5(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Multiple drug resistance (MDR)	40.6(58)	58.1(25)	37.1(83)	33.1(59)	43.2(19)	35.1(78)

3. *Staphylococcus* spp.

질병에 이환된 반려동물 임상 시료로부터 분리한 *Staphylococcus* spp. 3종 744균주(*S. pseudintermedius* 489균주(개 459균주, 고양이 30균주), *S. schleiferi* 개 207; *S. felis* 고양이 48균주)를 분리하여 15개 계열(CLSI subclass) 23종에 대해 항생제감수성검사를 실시하였다. *Staphylococcus* spp 균종별 MICs 분포도를 조사한 결과, 전반적으로 *S. pseudintermedius*의 MICs가 전반적으로 높게 나타났다. *S. pseudintermedius*와 다른 두 균종(*S. schleiferi*, *S. felis*)의 MIC_{50}은 chloramphenicol 32(㎍/㎖)와 8(㎍/㎖), clindamycin은 4(㎍/㎖)와 0.5(㎍/㎖), erythromycin은 8(㎍/㎖)과 0.25-0.5(㎍/㎖)로 전반적으로 *S. pseudintermedius*에서 높게 나타났다.

항생제 내성률은 균종별로 차이가 있었으며 전반적으로 *S. pseudintermedius*와 *S. schleiferi*,에 비해 *S. felis*의 내성률이 낮았다. 균종별 항생제 내성률을 비교한 결과, *S. pseudintermedius*는penicillin(80.6%), doxycycline, tetracycline(80.4%), minocycline(75.5%) 내성이 70% 이상으로 높게 나타났다. *S. schleiferi*는 모든 항생제 내성률이 50% 이하였으며 enrofloxacin(46.9%), marbofloxacin(46.4%), cefovecin(41.5%) 항생제 내성이 40% 이상으로 다른 항생제에 비해 높았다. *S. felis*는 penicillin(20.8%)을 제외한 모든 항생제 내성률이 5.0% 이하로 낮았다. Oxacillin 내성은 *S. pseudintermedius*에서 37.8%, *S. schleiferi*에서 38.2%로 높았으나 *S. felis*는 4.2%로 낮게 나타났다. Amikacin과 vancomycin 내성은 모든 균종에서 검출되지 않았다.

질병에 이환된 개와 고양이 피부에서 분리된 *Staphylococcus* spp.의 내성 양상을 조사한 결과, *S. pseudintermedius*의 5.1%, *S. schleiferi*의 35.7%, S. felis의 77.1%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내어 균종별로 큰 차이가 있었다. 항생제 감수성 검사 항생제 15계열(subclass) 중 3계열 이상에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 *S. pseudintermedius*에서 83.2%, *S. schleiferi*에서 39.6%, *S. felis*에서 4.2%로 *S. pseudintermedius*에서 높게 나타났다 (Table 72~76).

Table 72. 개와 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus pseudintermedius* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Amimal species*	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	Dogs	8	8	8								100				
	Cats**	8	8	8								100				
Amoxicillin / Clavulanic acid	Dogs	0.25~8	0.25	2			64.1	12.2	9.2	5.9	3.9	4.8				
	Cats	0.25~8	0.25	8			60.0	16.7	3.3	3.3		16.7				
Ampicillin	Dogs	0.25~8	0.25	8			59.0	3.5	1.7	2.0	3.7	30.1				
	Cats	0.25~8	0.25	8			60.0	3.3	6.7		3.3	26.7				
Cefazolin	Dogs	2~8	2	2						90.4	3.9	5.7				
	Cats	2~8	2	8						83.3		16.7				
Cefovecin	Dogs	0.06~8	0.25	8	0.2	2.2	56.6	2.6	3.1	2.6	7.2	25.5				
	Cats	0.25~8	0.25	8			60.0	6.7		6.7	3.3	23.3				
Cefpodoxime	Dogs	2~8	2	8						68.4	6.5	25.1				
	Cats	2~8	2	8						66.7	13.3	20.0				
Cephalothin	Dogs	2~8	2	2						93.2	2.8	3.9				
	Cats	2~8	2	8						83.3		16.7				
Chloramphenicol	Dogs	8~32	32	32								39.9		60.1		
	Cats	8~32	32	32								46.7		53.3		
Clindamycin	Dogs	0.5~4	4	4				31.8	0.9	1.1	66.2					
	Cats	0.5~4	4	4				40.0	3.3		56.7					
Doxycycline	Dogs	0.12~0.5	0.5	0.5		18.3	0.7	81.0								
	Cats	0.12~0.5	0.5	0.5		30.0		70.0								
Enrofloxacin	Dogs	0.25~4	1	4			20.3	4.8	38.3	3.9	32.7					
	Cats	0.25~4	1	4			30.0	6.7	33.3	6.7	23.3					
Erythromycin	Dogs	0.25~8	8	8			24.4	5.7				69.9				
	Cats	0.25~8	8	8			26.7	3.3				70.0				
Gentamicin	Dogs	4~16	8	16							32.0	37.9	30.1			
	Cats	4~16	4	16							53.3	33.3	13.3			
Imipenem	Dogs	1~4	1	1					99.3	0.2	0.4					
	Cats	1	1	1					100							
Marbofloxacin	Dogs	1~4	1	4					64.9	1.5	33.6					
	Cats	1~4	1	4					63.3	6.7	30.0					
Minocycline	Dogs	0.5~2	2	2				19.8	3.9	76.3						
	Cats	0.5~2	2	2				26.7	10.0	63.3						
Nitrofurantoin	Dogs	16~64	16	16									99.8		0.2	
	Cats	16~64	16	16									96.7		3.3	
Oxacillin	Dogs	0.25~2	0.25	2			62.3	3.3	8.3	26.1						
	Cats	0.25~2	0.25	2			60.0		10.0	30.0						
Penicillin	Dogs	0.06~8	0.5	8	13.3	5.9	16.8	15.9	7.2	3.7	2.2	35.1				
	Cats	0.06~8	0.5	8	23.3		16.7	13.3	10.0	6.7		30.0				
Pradofloxacin	Dogs	0.25~2	0.25	2			64.9	5.2	2.4	27.5						
	Cats	0.25~2	0.25	2			70	6.7	6.7	16.7						
Rifampin	Dogs	1~4	1	1					99.6	0.2	0.2					
	Cats	1	1	1					100							
Tetracycline	Dogs	0.25~1	1	1			17.9	1.1	81							
	Cats	0.25~1	1	1			30.0		70.0							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	Dogs	2~4	4	4						46.8	53.2					
	Cats	2~4	4	4						46.7	53.3					
Vancomycin	Dogs	1~2	1	1					99.3	0.7						
	Cats	1~2	1	1					93.3	6.7						

*dogs(n=459), cats(n=30)
**Isolates in 2020(n=15) and 2021(n=15)

Table 73. 개 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus schleiferi* (n=207) 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			61.4	23.2	7.7	4.3	2.4	1.0				
Ampicillin	0.25~8	0.25	2			67.1	10.6	7.2	5.3	6.3	3.4				
Cefazolin	2~8	2	2						95.2	3.9	1.0				
Cefovecin	0.25~8	0.5	8			32.4	23.2	2.9	4.8	12.6	24.2				
Cefpodoxime	2~8	2	8						60.4	15	24.6				
Cephalothin	2~8	2	2						98.1	1.4	0.5				
Chloramphenicol	8~32	8	8								98.6		1.4		
Clindamycin	0.5~4	0.5	0.5				98.1			1.9					
Doxycycline	0.12~0.5	0.125	0.125		92.8	2.9	4.3								
Enrofloxacin	0.25~4	1	4			40.1	5.3	6.8	1.0	46.9					
Erythromycin	0.25~8	0.25	0.25			96.1	1.0				2.9				
Gentamicin	4~16	4	4							95.2	2.4	2.4			
Imipenem	1	1	1					100							
Marbofloxacin	1~4	1	4					52.2	1.4	46.4					
Minocycline	0.5~2	0.5	1				76.8	18.4	4.8						
Nitrofurantoin	16	16	16									100			
Oxacillin	0.25~2	0.25	2			61.8	2.9	10.6	24.6						
Penicillin	0.06~8	0.064	8	53.1	2.9	10.1	5.3	7.7	5.8	2.4	12.6				
Pradofloxacin	0.25~2	0.25	2			53.1	15.9	11.6	19.3						
Rifampin	1	1	1					100							
Tetracycline	0.25~1	0.25	0.25			95.2	0.5	4.3							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	2	2	2						100						
Vancomycin	1~2	1	1					93.2	6.8						

Table 74. 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus felis* (n=48) 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	0.25~4	0.25	0.25			97.9				2.1					
Ampicillin	0.25~8	0.25	0.25			95.8				2.1	2.1				
Cefazolin	2	2	2						100						
Cefovecin	0.12~8	0.25	0.5		2.1	85.4	8.3	2.1			2.1				
Cefpodoxime	2~8	2	2						95.8	2.1	2.1				
Cephalothin	2	2	2						100						
Chloramphenicol	8~32	8	8								97.9		2.1		
Clindamycin	0.5~4	0.5	0.5				97.9			2.1					
Doxycycline	0.12~0.5	0.125	0.125		97.9		2.1								
Enrofloxacin	0.25~1	0.25	0.25			97.9		2.1							
Erythromycin	0.25~8	0.25	0.5			56.2	39.6				4.2				
Gentamicin	4	4	4							100					
Marbofloxacin	1	1	1					100							
Minocycline	1~2	1	1					97.9	2.1						
Nitrofurantoin	0.5~1	0.5	1				72.9	27.1							
Oxacillin	16	16	16									100			
Penicillin	0.25~2	0.25	0.25			95.8	2.1		2.1						
Pradofloxacin	0.06~8	0.064	0.5	79.2		6.2	10.4				4.2				
Rifampin	0.25	0.25	0.25			100									
Tetracycline	1	1	1					100							
Trimethoprim / Sulfamethoxazole	0.25~1	0.25	0.25			97.9		2.1							
Vancomycin	2	2	2						100						

Table 75. 개와 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	S. pseudintermedius			*S. schleiferi* (n=207)	*S. felis* (n=48)	Total (n=744)
	Dogs (n=459)	Cats** (n=30)	Subtotal (n=489)			
Amikacin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Amoxicillin/Clavulanic acid	23.7(109)	23.3(7)	23.7(116)	15.5(32)	2.1(1)	20.0(149)
Ampicillin	41.0(188)	36.7(11)	40.7(199)	32.9(68)	4.2(2)	36.2(269)
Cefazolin	5.7(26)	16.7(5)	6.3(31)	1.0(2)	0(0)	4.4(33)
Cefovecin	35.3(162)	33.3(10)	35.2(172)	41.5(86)	2.1(1)	34.8(259)
Cefpodoxime	25.1(115)	20(6)	24.7(121)	24.6(51)	2.1(1)	23.3(173)
Cephalothin	3.9(18)	16.7(5)	4.7(23)	0.5(1)	0(0)	3.2(24)
Chloramphenicol	60.1(276)	53.3(16)	59.7(292)	1.4(3)	2.1(1)	39.8(296)
Clindamycin	66.2(304)	56.7(17)	65.6(321)	1.9(4)	2.1(1)	43.8(326)
Doxycycline	81.0(372)	70.0(21)	80.4(393)	4.3(9)	2.1(1)	54.2(403)
Enrofloxacin	32.7(150)	23.3(7)	32.1(157)	46.9(97)	0(0)	34.1(254)
Erythromycin	69.9(321)	70.0(21)	69.9(342)	2.9(6)	4.2(2)	47.0(350)
Gentamicin	30.1(138)	13.3(4)	29.0(142)	2.4(5)	0(0)	19.8(147)
Imipenem	ND*	ND	ND	ND	ND	ND
Marbofloxacin	33.6(154)	30.0(9)	33.3(163)	46.4(96)	0(0)	34.8(259)
Minocycline	76.3(350)	63.3(19)	75.5(369)	4.8(10)	0(0)	50.9(379)
Nitrofurantoin	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Oxacillin	37.7(173)	40.0(12)	37.8(185)	38.2(79)	4.2(2)	35.8(266)
Penicillin	80.8(371)	76.7(23)	80.6(394)	44.0(91)	20.8(10)	66.5(495)
Pradofloxacin	27.5(126)	16.7(5)	26.8(131)	19.3(40)	0(0)	23.0(171)
Rifampin	0.2(1)	0(0)	0.2(1)	0(0)	0(0)	0.1(1)
Tetracycline	81(372)	70.0(21)	80.4(393)	4.3(9)	2.1(1)	54.2(403)
Trimethoprim /Sulfamethoxazole	53.2(244)	53.3(16)	53.2(260)	0(0)	0(0)	34.9(260)
Vancomycin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

*ND, Not determined

**Isolates in 2020(n=15) and 2021(n=15)

Table 76. 개와 고양이 피부질환에서 분리한 *Staphylococcus* spp. 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates					
	S. pseudintermedius			*S. schleiferi* (n=207)	*S. felis* (n=48)	Total (n=744)
	Dogs (n=459)	Cats** (n=30)	Subtotal (n=489)			
No resistance detected	4.8(22)	10(3)	5.1(25)	35.7(74)	77.1(37)	18.3(136)
Resistance 1 CLSI subclass	4.4(20)	6.7(2)	4.5(22)	17.9(37)	12.5(6)	8.7(65)
Resistance 2 CLSI subclasses	7.2(33)	6.7(2)	7.2(35)	6.8(14)	6.3(3)	7.0(52)
Resistance 3 CLSI subclasses	4.6(21)	3.3(1)	4.5(22)	8.7(18)	2.1(1)	5.5(41)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.7(26)	10.0(3)	5.9(29)	13.5(28)	2.1(1)	7.8(58)
Resistance 5 CLSI subclasses	13.7(63)	13.3(4)	13.7(67)	15(31)	0(0)	13.2(98)
Resistance 6 CLSI subclasses	18.5(85)	13.3(4)	18.2(89)	1.9(4)	0(0)	12.5(93)
Resistance 7 CLSI subclasses	15.5(71)	10.0(3)	15.1(74)	0(0)	0(0)	9.9(74)
Resistance 8 CLSI subclasses	7.8(36)	6.7(2)	7.8(38)	0(0)	0(0)	5.1(38)
Resistance 9 CLSI subclasses	9.8(45)	6.7(2)	9.6(47)	0.5(1)	0(0)	6.5(48)
Resistance 10 CLSI subclasses	5.4(25)	6.7(2)	5.5(27)	0(0)	0(0)	3.6(27)
Resistance 11 CLSI subclasses	2.2(10)	6.7(2)	2.5(12)	0(0)	0(0)	1.6(12)
Resistance 12 CLSI subclasses	0.4(2)	0(0)	0.4(2)	0(0)	0(0)	0.3(2)
Multiple drug resistance (MDR)	83.7(384)	76.7(23)	83.2(407)	39.6(82)	4.2(2)	66.0(491)

**Isolates in 2020(n=15) and 2021(n=15)

4. *Clostridium* spp.

개와 고양이의 설사 분변으로부터 분리한 *Clostridium* spp. 2종 총 172균주(*C. perfringens*: 개 87, 고양이 28; *C. difficile*: 개 36, 고양이 21)에 대해 총 9개 계열(subclass) 15종의 항생제의 감수성검사를 실시하였다. 설사 분변으로부터 분리한 *C. perfringens* 및 *C. difficile* 항생제별 MICs 분포도를 조사한 결과, 두 균종 간 MIC 분포도 및 고양이 유래 균주의 내성 양상도 유사하였다.

개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens* 균주의 항생제 내성 양상은 유사하였으나 항생제별로는 큰 차이가 있었다. 개와 고양이 유래 균주 모두 tetracycline이 내성이 약 60% 이상으로 높았으나 그 외 ampicillin, clindamycin, penicillin의 내성률은 10% 이하로 낮았다. 또한 amoxicillin/clavulanic acid, ampicillin/sulbactam, chloramphenicol, meropenem, piperacillin, pipiperacillin/tazobactam에 대해서는 모든 균주에서 감수성을 보였다. *C. difficile* 균주는 cefoxitin에 대한 내성률이 75.4%로 가장 높게 나타났다. 동물별로는 개에서 분리한 *C. difficile* 균주는 clindamycin(36.1%), penicillin(19.4%) 순으로 내성이 높았다. 고양이에서 분리한 *C. difficile* 균주도 개에서 분리한 균주와 내성 양상이 유사하였으며 clindamycin/ampicillin(19.0%), penicillin (14.3%) 순으로 나타났다. 인체에서 *C. difficile* 치료에 중요하게 사용되는 metronidazole 내성 균주가 개에서 1주(1.1%) 검출되었다.

개와 고양이 설사분변에서 분리된 *C. perfringens* 균주의 내성 양상을 조사한 결과, 개 유래 균주에서는 33.3%, 고양이 유래 균주에서는 39.3%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었다. 항생제 감수성 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 균주에서 2.3% 확인되었으나 고양이 유래 균주에서 검출되지 않았다. *C. difficile* 균주의 다제내성 양상을 조사한 결과, 개에서는 11.1%, 고양이 유래 균주에서는 23.8%가 검사한 모든 항생제에 감수성을 나타내었으며, 검사 항생제 중 3계열 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 개 유래 균주에서 13.9%, 고양이 유래 균주에서 14.3% 검출되었다(Table 77~80).

Table 77. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. perfringens* 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				95.4	1.1	2.3	1.1						
	Cats	0.5~2	0.5	2				78.6	10.7	10.7							
Ampicillin	Dogs	0.5~4	0.5	0.5				92.0	4.6	2.3	1.1						
	Cats	0.5~4	0.5	1				78.6	14.3	3.6	3.6						
Ampicillin/ Sulbactam	Dogs	0.5~4	0.5	0.5				94.3	1.1	3.4	1.1						
	Cats	0.5~2	0.5	2				78.6		21.4							
Cefotetan	Dogs	4~64	4	4							95.4	3.4			1.1		
	Cats	4~16	4	8							75.0	17.9	7.1				
Cefoxitin	Dogs	1~64	1	2					60.9	32.2			3.4	2.3	1.1		
	Cats	1~32	1	32					50.0	25.0		3.6		21.4			
Chloramphenicol	Dogs	2~16	4	4						2.3	88.5	8.0	1.1				
	Cats	2~4	4	4						7.1	92.9						
Clindamycin	Dogs	0.25~8	1	8			40.2	9.2	13.8	17.2	8.0	11.5					
	Cats	0.25~8	0.5	2			35.7	25.0	14.3	17.9	3.6	3.6					
Imipenem	Dogs	0.12~4	0.125	0.25		74.7	16.1	1.1	5.7	1.1	1.1						
	Cats	0.12~8	0.125	2		75.0			10.7	10.7		3.6					
Meropenem	Dogs	0.5~4	0.5	0.5				98.9			1.1						
	Cats	0.5	0.5	0.5				100									
Metronidazole	Dogs	0.5~32	4	4				1.1	2.3	32.2	59.8	3.4		1.1			
	Cats	1~8	4	8					3.6	42.9	39.3	14.3					
Mezlocillin	Dogs	4~16	4	4							98.9		1.1				
	Cats	4	4	4							100						
Penicillin	Dogs	0.06~4	0.125	0.25	42.5	33.3	17.2		1.1	3.4	2.3						
	Cats	0.06~4	0.125	4	39.3	25.0	10.7		3.6		21.4						
Piperacillin	Dogs	4~32	4	4							96.6	1.1	1.1	1.1			
	Cats	4~8	4	4							92.9	7.1					
Piperacillin/ Tazobactam	Dogs	0.25~32	0.25	0.5			82.8	9.2	1.1	2.3	1.1		2.3	1.1			
	Cats	0.25~8	0.25	4			67.9	7.1	3.6		14.3	7.1					
Tetracycline	Dogs	0.25~16	16	16			4.6				11.5	21.8	62.1				
	Cats	0.25~16	16	16			3.6			3.6	14.3	17.9	60.7				

*dogs (n=87), cats (n=28)

Table 78. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *C. difficile* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	samples*	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	≥256
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Dogs	0.5~4	0.5	0.5				88.9	2.8	5.6	2.8						
	Cats	0.5~2	0.5	2				81.0	14.3	4.8							
Ampicillin	Dogs	0.5~8	0.5	0.5				38.9	55.6	2.8		2.8					
	Cats	0.5~2	0.5	1				57.1	23.8	19.0							
Ampicillin/ Sulbactam	Dogs	0.5~8	0.5	0.5				58.3	36.1	2.8		2.8					
	Cats	0.5~4	0.5	2				57.1	28.6	9.5	4.8						
Cefotetan	Dogs	4~64	4	4							5.6	11.1	47.2	27.8	8.3		
	Cats	4~32	4	8							9.5	28.6	38.1	23.8			
Cefoxitin	Dogs	1~64	1	2					2.8		2.8	2.8	5.6	5.6	80.6		
	Cats	1~64	1	32					9.5		4.8	4.8	4.8	9.5	66.7		
Chloramphenicol	Dogs	2~8	4	4						30.6	61.1	8.3					
	Cats	2~4	4	4						61.9	38.1						
Clindamycin	Dogs	0.25~8	1	8			13.9	2.8	11.1	25.0	11.1	36.1					
	Cats	0.25~8	0.5	2			23.8	14.3	19.0	19.0	4.8	19.0					
Imipenem	Dogs	0.12~16	0.125	0.25		2.8		8.3	16.7	5.6	41.7	22.2	2.8				
	Cats	0.12~16	0.125	2		9.5		4.8	4.8	19.0	28.6	28.6	4.8				
Meropenem	Dogs	0.5~2	0.5	0.5				22.2	38.9	38.9							
	Cats	0.5~4	0.5	0.5				28.6	28.6	38.1	4.8						
Metronidazole	Dogs	0.5~4	4	4				94.4	2.8		2.8						
	Cats	0.5~16	4	8				85.7		4.8	4.8		4.8				
Mezlocillin	Dogs	4~32	4	4							91.7	2.8		5.6			
	Cats	4~8	4	4							85.7	14.3					
Penicillin	Dogs	0.06~4	0.125	0.25	2.8	2.8	5.6	19.4	50.0	13.9	5.6						
	Cats	0.06~4	0.125	4	9.5	4.8		19.0	52.4		14.3						
Piperacillin	Dogs	4~64	4	4							44.4	47.2	2.8	2.8	2.8		
	Cats	4~16	4	4							57.1	28.6	14.3				
Piperacillin/ Tazobactam	Dogs	0.25~64	0.25	0.5			2.8		5.6	19.4	22.2	44.4		2.8	2.8		
	Cats	0.25~16	0.25	4			4.8		9.5	23.8	14.3	33.3	14.3				
Tetracycline	Dogs	0.25~16	16	16			61.1	5.6	2.8	2.8	22.2	2.8	2.8				
	Cats	0.25~16	16	16			66.7			9.5		4.8	19.0				

*dogs (n=36), cats (n=21)

Table 79. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Clostridium* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates					
	C. perfringens			*C. difficile*		
	Dogs (n=87)	Cats (n=28)	Subtotal (n=115)	Dogs (n=36)	Cats* (n=21)	Subtotal (n=57)
Amoxicillin /Clavulanic acid	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ampicillin	3.4(3)	7.1(2)	4.3(5)	5.6(2)	19.0(4)	10.5(6)
Ampicillin/Sulbactam	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Cefotetan	1.1(1)	0(0)	0.9(1)	8.3(3)	0(0)	5.3(3)
Cefoxitin	1.1(1)	0(0)	0.9(1)	80.6(29)	66.7(14)	75.4(43)
Chloramphenicol	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Clindamycin	11.5(10)	3.6(1)	9.6(11)	36.1(13)	19.0(4)	29.8(17)
Imipenem	0(0)	0(0)	0(0)	2.8(1)	4.8(1)	3.5(2)
Meropenem	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Metronidazole	1.1(1)	0(0)	0.9(1)	0(0)	0(0)	0(0)
Mezlocillin	ND**	ND	0(0)	ND	ND	0(0)
Penicillin	5.7(5)	21.4(6)	9.6(11)	19.4(7)	14.3(3)	17.5(10)
Piperacillin	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Piperacillin /Tazobactam	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Tetracycline	62.1(54)	60.7(17)	61.7(71)	2.8(1)	19.0(4)	8.8(5)

* Isolates in 2020(n=14) and 2021(n=7)

** ND, Not determined

Table 80. 개와 고양이 설사 분변에서 분리한 *Clostridium* spp. 다제내성

Resistance patterns	% (No.) of isolates					
	C. perfringens			*C. difficile*		
	Dogs (n=87)	Cats (n=28)	Subtotal (n=115)	Dogs (n=36)	Cats* (n=21)	Subtotal (n=57)
No resistance detected	33.3(29)	39.3(11)	34.8(40)	11.1(4)	23.8(5)	15.8(9)
Resistance 1 CLSI subclass	54.0(47)	35.7(10)	49.6(57)	41.7(15)	47.6(10)	43.9(25)
Resistance 2 CLSI subclasses	10.3(9)	25(7)	13.9(16)	33.3(12)	14.3(3)	26.3(15)
Resistance 3 CLSI subclasses	1.1(1)	0(0)	0.9(1)	13.9(5)	4.8(1)	10.5(6)
Resistance 4 CLSI subclasses	1.1(1)	0(0)	0.9(1)	0(0)	9.5(2)	3.5(2)
Multiple drug resistance (MDR)	2.3(2)	0(0)	1.7(2)	13.9(5)	14.3(3)	14.0(8)

* Isolates in 2020 (n=14) and 2021 (n=7)

VI. 유통 축산물 유래 세균의 항생제 내성(2021)

제1장. 대상세균의 분리 및 동정

1. 대상 시료

국내산 유통 축산물에 대해서 2021년 2월부터 11월까지 전국 5권역(서울/경기권, 충청권, 경상권, 전라권 및 강원권)의 대형마트 및 소매상에서 구매한 소고기 328건, 돼지고기 338건, 닭고기 388건, 오리고기 300건 총 1,354건으로부터 *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecium/faecalis*, *Salmonella* spp., *C. jejuni/coli*를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다(Table 81).

수입 축산물은 2021년 2월부터 11월까지 대형마트, 소매상에서 구매한 돼지고기 161건, 닭고기 150건 총 311건에 대해 *E. coli*, *S. aureus*, *E. faecium/faecalis*, *Salmonella* spp., *C. jejuni/coli*를 분리하여 항생제 감수성 검사를 실시하였다(Table 81). 수입 돼지고기의 경우 스페인산을 구매하였고, 수입 닭고기의 경우 브라질산을 구매하였다.

Table 81. 대상 시료 모니터링 건수

Category	Province	No. of samples				
		Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Total
Domestic	Seoul/Gyeonggi	112	83	85	106	386
	Chungcheong	50	44	45	60	199
	Gyeongsang	90	120	171	89	470
	Jeolla	70	81	77	41	269
	Gangwon	6	10	10	4	30
	Subtotal	328	338	388	300	1,354
Imported	Gwangju regional office of FDS	ND	61	20	ND	81
	Daegu regional office of FDS	ND	47	20	ND	67
	Busan regional office of FDS	ND	48	72	ND	120
	NIFDS	ND	5	38	ND	43
	Subtotal	0	161	150	0	311
Total		328	499	538	300	1,665

* ND: Not determined

2. 대상세균의 분리 및 동정

국내산 유통 축산물의 경우 총 1,354건(소고기 328건, 돼지고기 338건, 닭고기 388건, 오리고기 300건)에서 *E. coli* 725주, *E. faecium/faecalis* 330주, *Salmonella* spp. 248주, *S. aureus* 219주, *C. jejuni/coli* 22주 등 총 1,544주를 분리하였다(Table 82).

수입 축산물의 경우 총 311건 (돼지고기 161건, 닭고기 150건)에서 *E. coli* 118주, *E. faecium/faecalis* 83주, *Salmonella* spp. 5주, *S. aureus* 120주, *C. jejuni/coli* 1주 등 총 327주를 분리하였다(Table 82).

Table 82. 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	254	173	27	0	54	ND
	Pork	174	71	45	5	53	ND
	Chicken meat	652	295	149	121	85	2
	Duck meat	464	186	109	122	27	20
	Subtotal	1,544	725	330	248	219	22
Imported meats	Pork	91	35	16	0	40	ND
	Chicken meat	236	83	67	5	80	1
	Subtotal	327	118	83	5	120	1
Total		1,871	843	413	253	339	23

* ND: Not determined

*E. faecium/faecalis*의 식품별 분리현황은 Table 83와 같다. *E. faecium/faecalis* 모두 닭고기 등 가금육에서 주로 분리되었다.

Table 83. 유통 축산물에서 분리한 *E. faecium/E. faecalis*

Bacterial species	Domestic meats				Imported meats	
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Pork	Chicken meat
E. faecium	6	25	14	43	3	1
E. faecalis	21	20	135	66	13	66

C. jejuni/coli 의 종별 분리 현황은 아래의 Table 84과 같다. *C. jejuni*는 국내산 닭고기에서 1주, 오리고기에서 12주가 분리되었으며, *C. coli*는 국내산 닭고기에서 1주, 오리고기에서 8주가 분리되었다. *C. jejuni/coli*는 수입 닭고기에서 1주 분리되었다.

Table 84. 국내산 및 수입 축산물에서 분리한 *C. jejuni/coli*

Bacterial species	Domestic meats				Imported meats		
	Beef	Pork	Chicken meat	Duck meat	Beef	Pork	Chicken meat
C. jejuni	ND*	ND	1	12	ND	ND	0
C. coli	ND	ND	1	8	ND	ND	1

*ND: Not determined

제2장. 지표세균의 항생제내성

1. *Escherichia coli*

가. 국내산 축산물 유래 *E. coli*

국내산 축산물에서 분리된 *E. coli* 725 균주를 대상으로 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 85 및 Table 86와 같다. 축산물에서 분리된 *E. coli*의 항생제 내성률은 ampicillin(57.1%)에서 가장 높았으며, tetracycline(53.9%), nalidixic acid(53.7%), sulfisoxazole(52.3%) 순으로 나타났다. 반면, carbapenem계 항생제인 meropenem에 대하여는 모든 균주가 감수성을 나타냈다.

축산물 중에서 소고기 유래 *E. coli*는 다른 축종 육류 유래 *E. coli*와 비교하여 전반적으로 낮은 항생제 내성률을 보였고, 모든 항생제 내성률이 30% 미만으로 낮게 나타났다.

돼지고기 유래 *E. coli*의 항생제 내성률은 sulfisoxazole(74.6%), ampicillin(69.0%), streptomycin(63.4%), chloramphenicol(60.6%), tetracycline(56.3%) 순으로 나타났다. 닭고기 유래 *E. coli*의 항생제 내성률은 nalidixic acid(81.0%), ampicillin(78.3%), tetracycline(68.8%), ciprofloxacin(68.1%), sulfisoxazole(68.1%) 순으로 나타났다.

오리고기 유래 *E. coli*의 항생제 내성률은 tetracycline(54.8%), ampicillin(52.2%), nalidixic acid(51.1%), chloramphenicol(47.3%), sulfisoxazole(44.1%) 순으로 나타났다.

항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 소고기 유래 *E. coli*는 다른 축종 유래 *E. coli*와 비교하여 MIC_{50}, MIC_{90} 모두 낮았다. 돼지고기 유래 *E. coli*의 경우 streptomycin MIC_{50}이 64 ㎍/㎖로 다른 축종 유래 균보다 높았다. 닭고기 유래 *E. coli*의 경우 chloramphenicol, ciprofloxacin, nalidixic acid, tetracycline, trimethoprim/ sulfamethoxazole 항생제에서 다른 축종 유래 균보다 가장 높은 MIC_{50}을 나타냈다. 오리고기 유래 *E. coli*의 경우 MIC_{50}이 소고기 유래 균보다 높았지만 돼지고기, 닭고기 유래 균보다 낮았다. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 725 균주의 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 19.4%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 87). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 66.1%, 소고기 유래 균주의 30.1%, 돼지고기 유래 균주의 71.8%, 닭고기 유래 균주의 88.5%, 오리고기 유래 균주의 61.3%로 나타났다. 2020년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주의 비율은 61.5%('20)에서 65.9%('21)로 소폭 증가하였으나, 통계적 유의성은 확인되지 않았다($P>0.05$).

Table 85. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli*의 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	2-64	4	8					12.7	46.8	33.5	4.6	1.7	0.6			
	Pork	2-64	8	16					8.5	18.3	60.6	9.9		2.8			
	Chicken meat	2-64	8	16					4.7	18.0	61.0	11.2	3.1	2.0			
	Duck meat	2-64	8	16					21.0	24.7	40.9	8.6	3.2	1.6			
Ampicillin	Beef	2-128	4	128					21.4	48.6	7.5	1.2	1.2	3.5	16.8		
	Pork	2-128	128	128					11.3	11.3	8.5			2.8	66.2		
	Chicken meat	2-128	128	128					7.1	6.8	7.8		1.7	0.3	76.3		
	Duck meat	2-128	64	128					22.6	18.3	7.0		1.6	3.8	46.8		
Cefepime	Beef	0.25-16	0.25	0.5		87.3	4.0	1.7	2.9	1.7	1.7	0.6					
	Pork	0.25-8	0.25	0.5		84.5	8.5	1.4		1.4	4.2						
	Chicken meat	0.25-32	0.25	4		67.5	8.5	4.1	5.4	7.1	5.4	1.4	0.7				
	Duck meat	0.25-16	0.25	2		79.0	7.0	2.2	3.8	3.8	2.2	2.2					
Cefoxitin	Beef	1-64	4	8				1.7	15.0	55.5	22.0	3.5		2.3			
	Pork	2-32	4	8					19.7	49.3	22.5	4.2	4.2				
	Chicken meat	2-64	4	8					14.6	47.8	29.8	3.7	3.1	1.0			
	Duck meat	2-64	4	8					28.0	47.8	17.2	3.2	2.2	1.6			
Ceftazidime	Beef	1-32	1	1				91.3	3.5	0.6	2.3	1.7	0.6				
	Pork	1-16	1	2				87.3	5.6	1.4	4.2	1.4					
	Chicken meat	1-32	1	8				80.0	3.7	5.8	4.7	4.4	1.4				
	Duck meat	1-32	1	2				88.7	1.6	2.2	2.7	4.3	0.5				
Ceftiofur	Beef	0.5-16	0.5	1			86.7	6.9		1.2	1.2	4.0					
	Pork	0.5-16	0.5	1			85.9	7.0		2.8	1.4	2.8					
	Chicken meat	0.5-16	0.5	16			76.6	5.4	0.7	0.7	2.4	14.2					
	Duck meat	0.5-16	0.5	8			83.3	3.8	1.1	1.6	3.2	7.0					
Chloramphenicol	Beef	2-128	8	64					1.2	28.9	46.8	8.1	2.9	4.0	8.1		
	Pork	4-128	64	128						16.9	15.5	7.0	5.6	7.0	47.9		
	Chicken meat	4-128	128	128						14.9	14.2	5.8	1.4	8.5	55.3		
	Duck meat	2-128	16	128					1.6	21.0	25.3	4.8	5.9	4.8	36.6		
Ciprofloxacin	Beef	0.125-32	0.125	2	73.4	11.6	2.3	1.7	1.2	2.3	4.6	1.2	1.7				
	Pork	0.125-32	0.25	8	40.8	26.8	12.7	2.8		2.8	5.6	2.8	5.6				
	Chicken meat	0.125-32	8	16	11.5	12.9	7.5	5.8	3.7	3.4	34.2	11.5	9.5				
	Duck meat	0.125-32	0.25	16	28.5	25.3	9.7	3.8	5.4	2.2	13.4	4.3	7.5				
Colistin	Beef	2	2	2					100								
	Pork	2-4	2	2					97.2	2.8							
	Chicken meat	2-4	2	2					99.7	0.3							
	Duck meat	2-16	2	2					98.9	0.5		0.5					
Gentamicin	Beef	1-64	1	1				93.1	3.5			2.3		1.2			
	Pork	1-128	1	64				77.5	4.2			5.6	1.4	8.5	2.8		
	Chicken meat	1-128	1	64				78.6	2.7	0.7	2.4	3.1	1.4	8.1	3.1		
	Duck meat	1-128	1	4				86.6	3.2	0.5	0.5	1.1	1.1	5.9	1.1		
Meropenem	Beef	0.25-1	0.25	0.25		97.1	1.7	1.2									
	Pork	0.25-1	0.25	0.25		98.6		1.4									
	Chicken meat	0.25-2	0.25	0.25		97.3	1.7	0.7	0.3								
	Duck meat	0.25-2	0.25	0.25		95.7	3.2	1.1									
Nalidixic acid	Beef	2-256	2	256					52.0	24.9	2.9	1.2	1.7	1.7	5.2	10.4	
	Pork	2-256	4	256					32.4	18.3	14.1	4.2		1.4	11.3	18.3	
	Chicken meat	2-256	256	256					5.8	6.8	3.7	2.7	2.7	4.7	7.5	66.1	
	Duck meat	2-256	32	256					25.3	14.0	8.1	1.6	4.3	2.7	12.4	31.7	
Streptomycin	Beef	16-256	16	128								71.1	2.9	9.2	7.5	9.2	
	Pork	16-256	64	256								36.6	5.6	18.3	15.5	23.9	
	Chicken meat	16-256	32	256								35.9	14.2	3.7	6.1	40.0	
	Duck meat	16-256	16	256								58.6	11.3	2.7	5.4	22.0	
Sulfisoxazole	Beef	16-512	16	512								65.9	5.8	0.6	2.3	0.6	24.9
	Pork	16-512	512	512								22.5	2.8				74.6
	Chicken meat	16-512	512	512								27.8	3.1	0.3	0.7		68.1
	Duck meat	16-512	32	512								46.8	5.9	2.2	1.1		44.1
Tetracycline	Beef	2-256	2	128					64.2	8.1	1.2	4.0	4.6	2.9	11.0	4.0	
	Pork	2-256	32	128					35.2	5.6	2.8	1.4	5.6	21.1	21.1	7.0	
	Chicken meat	2-256	64	128					28.1	2.0	1.0	4.4	12.2	31.2	15.9	5.1	
	Duck meat	2-256	16	128					36.6	5.4	3.2	5.4	11.8	23.1	12.9	1.6	
Trimethoprim /sulfamethoxazole	Beef	0.125-8	0.125	4	75.7	9.8	1.2		1.7	2.3	9.2						
	Pork	0.125-8	0.25	8	35.2	35.2	1.4			1.4	26.8						
	Chicken meat	0.125-8	0.5	8	30.5	16.3	6.1	3.1	0.7	1.4	42.0						
	Duck meat	0.125-8	0.25	8	47.8	9.7	6.5	3.2		3.8	29.0						

* Beef(n=173), Pork(n=71), Chicken meat(n=295), Duck meat(n=186)

Table 86. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=173)	Pork (n=71)	Chicken meat (n=295)	Duck meat (n=186)	Total (n=725)
Amoxicillin/clavulanic acid	2.3(4)	2.8(2)	5.1(15)	4.8(9)	4.1(30)
Ampicillin	21.4(37)	69.0(49)	78.3(231)	52.2(97)	57.1(414)
Cefepime	0.6(1)	0.0(0)	2.0(6)	2.2(4)	1.5(11)
Cefoxitin	2.3(4)	4.2(3)	4.1(12)	3.8(7)	3.6(26)
Ceftazidime	2.3(4)	1.4(1)	5.8(17)	4.8(9)	4.3(31)
Ceftiofur	5.2(9)	4.2(3)	16.6(49)	10.2(19)	11.0(80)
Chloramphenicol	15.0(26)	60.6(43)	65.1(192)	47.3(88)	48.1(349)
Ciprofloxacin	12.7(22)	19.7(14)	68.1(201)	36.6(68)	42.1(305)
Colistin	0.0(0)	2.8(2)	0.3(1)	1.1(2)	0.7(5)
Gentamicin	3.5(6)	18.3(13)	15.6(46)	9.1(17)	11.3(82)
Meropenem	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Nalidixic acid	19.1(33)	31.0(22)	81.0(239)	51.1(95)	53.7(389)
Streptomycin	28.9(50)	63.4(45)	64.1(189)	41.4(77)	49.8(361)
Sulfisoxazole	24.9(43)	74.6(53)	68.1(201)	44.1(82)	52.3(379)
Tetracycline	26.6(46)	56.3(40)	68.8(203)	54.8(102)	53.9(391)
Trimethoprim/Sulfamethoxazole	11.6(20)	28.2(20)	43.4(128)	32.8(61)	31.6(229)

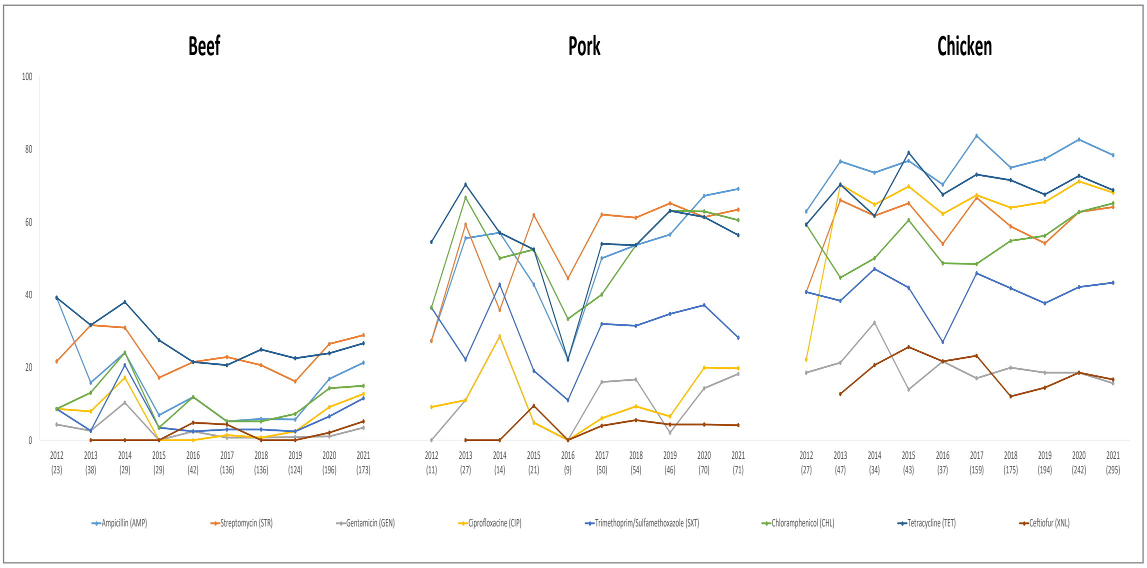
Table 87. 국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef (n=173)	Pork (n=71)	Chicken meat (n=295)	Duck meat (n=186)	Total (n=725)
No resistance detected	55.5(96)	14.1(10)	1.4(4)	16.7(31)	19.4(141)
Resistance 1 CLSI subclass	8.7(15)	5.6(4)	5.8(17)	12.4(23)	8.1(59)
Resistance 2 CLSI subclasses	5.8(10)	8.5(6)	4.4(13)	9.7(18)	6.5(47)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.7(15)	8.5(6)	8.5(25)	13.4(25)	9.8(71)
Resistance 4 CLSI subclasses	5.8(10)	16.9(12)	13.2(39)	11.3(21)	11.3(82)
Resistance 5 CLSI subclasses	5.8(10)	23.9(17)	14.2(42)	10.8(20)	12.3(89)
Resistance 6 CLSI subclasses	7.5(13)	8.5(6)	18.6(55)	12.4(23)	13.4(97)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.6(1)	11.3(8)	24.7(73)	5.4(10)	12.7(92)
Resistance 8 CLSI subclasses	1.2(2)	1.4(1)	5.4(16)	3.8(7)	3.6(26)
Resistance 9 CLSI subclasses	0.6(1)	1.4(1)	2.0(6)	2.7(5)	1.8(13)
Resistance 10 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	1.4(4)	0.5(1)	0.7(5)
Resistance 11 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	0.3(1)	1.1(2)	0.4(3)
Multiple drug resistance (MDR)	30.1(52)	71.8(51)	88.5(261)	61.3(114)	65.9(478)

【국내산 축산물에서 분리한 *E. coli* 의 항생제 내성 경향 (2012-2021)】

’12년부터 ’21년까지 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 ’12년 이후 소고기에서 tetracycline(39.1%→26.6%)에 대한 내성률이 크게 감소하였다. 소고기 유래 균의 항생제 내성률은 전년(’20)도와 비교하여 전체적으로 증가하였으나 통계적 유의성은 확인되지 않았다(p〉0.05). 돼지고기 유래 균은 전년도와 비교하여 tetracycline(61.4%→56.3%), trimethoprim/ sulfamethoxazole(37.1%→28.2%) 항생제 내성률이 감소하였으나 통계적 유의성은 확인되지 않았다(p〉0.05). 닭고기 유래 균의 ’21년도 내성률도 전년도에 비해 유의적인 차이가 없었다.

〈국내산 축산물 유래 대장균의 내성률〉



나. 수입 축산물 유래 *E. coli*

수입 축산물에서 분리된 *E. coli* 118 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 88 및 Table 89와 같다. 수입 축산물 유래 *E. coli*의 내성률은 tetracycline(39.8%)에서 가장 높게 나타났으며, ampicillin(39.0%), streptomycin(36.4%), sulfisoxazole(34.7%), nalidixic acid(32.2%) 순으로 내성률이 높게 나타났다. 검사한 모든 균주에서 carbapenem계 항생제인 meropenem에 대한 내성은 나타나지 않았다. 수입 돼지고기 유래 *E. coli*는 streptomycin(42.9%)의 내성률이 가장 높았으며, tetracycline(40.0%), ampicillin(40.0%), sulfisoxazole(31.4%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 수입 닭고기 유래 *E. coli*는 tetracycline(39.8%)의 내성률이 가장 높았으며, ampicillin(38.6%), nalidixic acid(36.1%), sulfisoxazole(36.1%), streptomycin(33.7%) 순으로 내성이 높게 나타났다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 수입 닭고기 유래 *E. coli*의 MIC_{90}이 cefepime, ceftiofur, gentamicin 항생제에서 수입 돼지고기 유래 *E. coli*보다 높았다. 수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 118 균주의 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 33.1%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 90). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 42.4%, 돼지고기 유래 균주의 42.9%, 닭고기 유래 균주의 42.2%로 나타났다.

Table 88. 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	Pork	2-16	4	8					17.1	34.3	42.9	5.7					
	Chicken meat	2-32	4	8					24.1	30.1	39.8	4.8	1.2				
Ampicillin	Pork	2-128	4	128					20.0	34.3	2.9	2.9			40.0		
	Chicken meat	2-128	4	128					25.3	31.3	3.6	1.2		2.4	36.1		
Cefepime	Pork	0.25-2	0.25	0.25		91.4	2.9		5.7								
	Chicken meat	0.25-8	0.25	2		77.1	3.6	3.6	7.2	6.0	2.4						
Cefoxitin	Pork	2-32	4	8					5.7	71.4	20.0		2.9				
	Chicken meat	2-64	4	8					14.5	51.8	27.7	2.4	2.4	1.2			
Ceftazidime	Pork	1	1	1				100									
	Chicken meat	1-16	1	1				90.4	4.8	1.2	2.4	1.2					
Ceftiofur	Pork	0.5-4	0.5	0.5			94.3	2.9		2.9							
	Chicken meat	0.5-16	0.5	16			73.5	12.0	2.4		1.2	10.8					
Chloramphenicol	Pork	2-64	8	16					5.7	25.7	45.7	17.1	2.9	2.9			
	Chicken meat	4-128	8	16						43.4	43.4	3.6	2.4	3.6	3.6		
Ciprofloxacin	Pork	0.125-32	0.125	2	71.4	14.3	2.9		2.9		2.9	2.9	2.9				
	Chicken meat	0.125-32	0.125	4	57.8	15.7	8.4	2.4	3.6	4.8	3.6	1.2	2.4				
Colistin	Pork	2-4	2	2					97.1	2.9							
	Chicken meat	2	2	2					100								
Gentamicin	Pork	1-2	1	1				94.3	5.7								
	Chicken meat	1-128	1	32				71.1	3.6	1.2	2.4	6.0	7.2	7.2	1.2		
Meropenem	Pork	0.25-2	0.25	0.25		97.1			2.9								
	Chicken meat	0.25-2	0.25	0.25		96.4	1.2		2.4								
Nalidixic acid	Pork	2-256	4	256					45.7	25.7	5.7				8.6	14.3	
	Chicken meat	2-256	4	256					42.2	12.0	2.4	7.2	2.4	6.0	10.8	16.9	
Streptomycin	Pork	16-256	16	256								57.1	8.6	14.3	5.7	14.3	
	Chicken meat	16-256	16	128								66.3	4.8	10.8	8.4	9.6	
Sulfisoxazole	Pork	16-512	16	512								60.0	5.7	2.9			31.4
	Chicken meat	16-512	16	512								54.2	3.6	1.2	2.4	2.4	36.1
Tetracycline	Pork	2-256	4	128					45.7	8.6	5.7	2.9	8.6	5.7	17.1	5.7	
	Chicken meat	2-256	2	128					59.0		1.2	7.2	6.0	14.5	10.8	1.2	
Trimethoprim/ sulfamethoxazole	Pork	0.125-8	0.125	8	60.0	17.1			2.9		20.0						
	Chicken meat	0.125-8	0.125	8	62.7	7.2	4.8	2.4	1.2		21.7						

*Pork(n=35), Chicken meat(n=83)

Table 89. 수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Pork (n=35)	Chicken meat (n=83)	Total (n=118)
Amoxicillin/clavulanic acid	0.0(0)	1.2(1)	0.8(1)
Ampicillin	40.0(14)	38.6(32)	39.0(46)
Cefepime	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Cefoxitin	2.9(1)	3.6(3)	3.4(4)
Ceftazidime	0.0(0)	1.2(1)	0.8(1)
Ceftiofur	0.0(0)	12.0(10)	8.5(10)
Chloramphenicol	5.7(2)	9.6(8)	8.5(10)
Ciprofloxacin	11.4(4)	18.1(15)	16.1(19)
Colistin	2.9(1)	0.0(0)	0.8(1)
Gentamicin	0.0(0)	21.7(18)	15.3(18)
Meropenem	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Nalidixic acid	22.9(8)	36.1(30)	32.2(38)
Streptomycin	42.9(15)	33.7(28)	36.4(43)
Sulfisoxazole	31.4(11)	36.1(30)	34.7(41)
Tetracycline	40.0(14)	39.8(33)	39.8(47)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	20.0(7)	21.7(18)	21.2(25)

Table 90. 수입 축산물에서 분리한 *E. coli* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Pork (n=35)	Chicken meat (n=83)	Total (n=118)
No resistance detected	42.9(15)	28.9(24)	33.1(39)
Resistance 1 CLSI subclass	11.4(4)	13.3(11)	12.7(15)
Resistance 2 CLSI subclasses	2.9(1)	15.7(13)	11.9(14)
Resistance 3 CLSI subclasses	8.6(3)	16.9(14)	14.4(17)
Resistance 4 CLSI subclasses	22.9(8)	8.4(7)	12.7(15)
Resistance 5 CLSI subclasses	5.7(2)	4.8(4)	5.1(6)
Resistance 6 CLSI subclasses	2.9(1)	3.6(3)	3.4(4)
Resistance 7 CLSI subclasses	2.9(1)	6.0(5)	5.1(6)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.0(0)	2.4(2)	1.7(2)
Multiple drug resistance (MDR)	42.9(15)	42.2(35)	42.4(50)

2. *Enterococcus* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Enterococcus faecium*

국내산 축산물에서 분리된 *E. faecium* 88 균주를 대상으로 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 91 및 Table 92과 같다. 국내산 축산물에서 분리된 *E. faecium*의 항생제 내성률은 ciprofloxacin(38.6%), erythromycin(27.3%), chloramphenicol(22.7%), florfenicol(22.7%) 순으로 높았다. 모든 *E. faecium*에서 vancomycin에 대한 내성은 관찰되지 않았다.
돼지고기 유래 *E. faecium*의 항생제 내성률은 erythromycin(24.0%), tigecycline(24.0%), quinupristin/dalfopristin(20.0%), ciprofloxacin(12.0%) 순으로 나타났다. 오리고기 유래 *E. faecium*의 항생제 내성률은 ciprofloxacin(51.2%), chloramphenicol (34.9%), florfenicol(34.9%), erythromycin(32.6%), tylosin(27.9%) 순으로 나타났다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 돼지고기 유래 *E. faecium*의 경우 tigecycline MIC_{90}이 1 ㎍/㎖로 오리고기 유래 균보다 높았다. 오리고기 유래 *E. faecium*의 경우 chloramphenicol, erythromycin, florfenicol, streptomycin, tylosin 항생제에서 돼지고기 유래 균보다 높은 MIC_{90}을 나타냈다.
국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium*의 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 23.9%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 93). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 23.9%, 돼지고기 유래 균주의 8.0%, 오리고기 유래 균주의 34.9%로 나타났다.

Table 91. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 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	Pork	1-4	1	2				72.0	24.0	4.0										
	Duck meat	1-32	1	4				53.5	30.2	14.0			2.3							
Chloramphenicol	Chicken	4-64	8	8						24.0	72.0			4.0						
	Duck meat	4-64	8	64						23.3	41.9		2.3	32.6						
Ciprofloxacin	Chicken	0.5-4	1	4			12.0	68.0	8.0	12.0										
	Duck	0.5-32	4	8			2.3	23.3	23.3	37.2	7.0	2.3	4.7							
Daptomycin	Chicken	0.5-4	2	4			8.0	8.0	44.0	40.0										
	Duck	0.5-8	4	4			7.0	7.0	30.2	51.2	4.7									
Erythromycin	Chicken	1-8	4	8				32.0	12.0	32.0	24.0									
	Duck	1-128	4	128				39.5	7.0	20.9	18.6		2.3		11.6					
Florfenicol	Chicken	2-64	4	4					4.0	92.0				4.0						
	Duck	2-64	4	64					16.3	48.8			4.7	30.2						
Gentamicin	Chicken	128	128	128											100					
	Duck	128	128	128											100					
Kanamycin	Chicken	128-256	128	256											80.0	20.0				
	Duck	128-4096	128	256											67.4	23.3	7.0			2.3
Linezolid	Chicken	1-4	2	2				8.0	88.0	4.0										
	Duck	1-16	2	8				9.3	60.5	11.6	11.6	7.0								
Quinupristin/dalfopristin	Chicken	1-32	2	4				20.0	60.0	12.0	4.0		4.0							
	Duck	1-16	2	4				41.9	46.5	7.0	2.3	2.3								
Salinomycin	Chicken	1-8	1	2				64.0	32.0		4.0									
	Duck	1-2	1	2				60.5	39.5											
Streptomycin	Chicken	128	128	128											100					
	Duck	128-4096	128	4096											79.1	2.3			7.0	11.6
Tetracycline	Chicken	2-64	2	8					88.0		4.0	4.0		4.0						
	Duck	2-256	2	32					76.7		7.0	2.3	4.7		7.0	2.3				
Tigecycline	Chicken	0.125-1	0.125	1	68.0	8.0	12.0	12.0												
	Duck	0.125-0.5	0.125	0.25	60.5	34.9	4.7													
Tylosin	Chicken	1-64	4	8				8.0	28.0	40.0	20.0			4.0						
	Duck	1-128	2	128				18.6	37.2	16.3					27.9					
Vancomycin	Chicken	2	2	2					100											
	Duck	2	2	2					100											

* Pork(n=25), Duck meat(n=43)

Table 92. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef* (n=6)	Pork (n=25)	Chicken meat* (n=14)	Duck meat (n=43)	Total (n=88)
Ampicillin	(0)	0.0(0)	(2)	2.3(1)	3.4(3)
Chloramphenicol	(0)	4.0(1)	(4)	34.9(15)	22.7(20)
Ciprofloxacin	(1)	12.0(3)	(8)	51.2(22)	38.6(34)
Daptomycin	(0)	0.0(0)	(1)	4.7(2)	3.4(3)
Erythromycin	(0)	24.0(6)	(4)	32.6(14)	27.3(24)
Florfenicol	(0)	4.0(1)	(4)	34.9(15)	22.7(20)
Gentamicin	(0)	0.0(0)	(1)	0.0(0)	1.1(1)
Kanamycin	(0)	0.0(0)	(2)	2.3(1)	3.4(3)
Linezolid	(0)	0.0(0)	(0)	18.6(8)	9.1(8)
Quinupristin /dalfopristin	(2)	20.0(5)	(3)	11.6(5)	17.0(15)
Salinomycin	(0)	4.0(1)	(0)	0.0(0)	1.1(1)
Streptomycin	(0)	0.0(0)	(2)	18.6(8)	11.4(10)
Tetracycline	(1)	8.0(2)	(6)	16.3(7)	18.2(16)
Tigecycline	(0)	24.0(6)	(1)	4.7(2)	10.2(9)
Tylosin	(0)	4.0(1)	(2)	27.9(12)	17.0(15)
Vancomycin	(0)	0.0(0)	(0)	0.0(0)	0.0(0)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 93. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecium* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef* (n=6)	Pork (n=25)	Chicken meat* (n=14)	Duck meat (n=43)	Total (n=88)
No resistance detected	(2)	40.0(10)	(1)	18.6(8)	23.9(21)
Resistance 1 CLSI subclass	(4)	32.0(8)	(5)	18.6(8)	28.4(25)
Resistance 2 CLSI subclasses	(0)	20.0(5)	(4)	27.9(12)	23.9(21)
Resistance 3 CLSI subclasses	(0)	8.0(2)	(1)	18.6(8)	12.5(11)
Resistance 4 CLSI subclasses	(0)	0.0(0)	(2)	9.3(4)	6.8(6)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	0.0(0)	(0)	4.7(2)	2.3(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	0.0(0)	(0)	2.3(1)	1.1(1)
Resistance 7 CLSI subclasses	(0)	0.0(0)	(0)	0.0(0)	0.0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	(0)	0.0(0)	(1)	0.0(0)	1.1(1)
Multiple drug resistance (MDR)	(0)	8.0(2)	(4)	34.9(15)	23.9(21)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

나. 국내산 축산물 유래 *Enterococcus faecalis*

국내산 축산물에서 분리된 *E. faecalis* 242 균주를 대상으로 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 94 및 Table 95과 같다. 국내산 축산물 유래 *E. faecalis*의 내성률은 tetracycline(69.4%), tylosin(22.7%), erythromycin(22.7%), tigecycline(19.4%) 순으로 높았다. *E. faecalis*는 quinupristin/dalfopristin에 대한 내성률이 89.3%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 5.8%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 96). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 39.3%, 소고기 유래 균주의 19.0%, 돼지고기 유래 균주의 20.0%, 닭고기 유래 균주의 43.0%, 오리고기 유래 균주의 43.9%로 나타났다.

Table 94. 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	Beef	1-2	1	2				85.7	14.3											
	Pork	1	1	1				100												
	Chicken meat	1-2	1	1				97.8	2.2											
	Duck meat	1	1	1				100												
Chloramphenicol	Beef	2-64	8	16					4.8	4.8	76.2	4.8		9.5						
	Pork	2-64	8	8					5.0		90.0			5.0						
	Chicken meat	4-64	8	64						3.7	71.9	1.5	5.9	17.0						
	Duck meat	2-64	8	32					1.5	1.5	83.3	1.5	4.5	7.6						
Ciprofloxacin	Beef	0.5-4	1	2			4.8	47.6	42.9	4.8										
	Pork	0.25-32	1	2		5.0	15.0	60.0	15.0				5.0							
	Chicken meat	0.25-32	1	32		0.7	2.2	67.4	3.7		1.5	1.5	23.0							
	Duck meat	0.5-32	1	4			6.1	59.1	21.2	6.1			7.6							
Daptomycin	Beef	0.5-8	2	2			4.8	28.6	57.1	4.8	4.8									
	Pork	0.5-4	1	2			15.0	70.0	10.0	5.0										
	Chicken meat	0.5-64	1	2			5.9	74.1	16.3	3.0				0.7						
	Duck meat	0.5-4	1	4			9.1	68.2	10.6	12.1										
Erythromycin	Beef	1-128	1	128				57.1	19.0	9.5					14.3					
	Pork	1-128	1	128				55.0	25.0						20.0					
	Chicken meat	1-128	1	128				65.2	6.7	1.5	4.4	1.5		1.5	19.3					
	Duck meat	1-128	1	128				69.7	10.6	1.5	1.5			1.5	15.2					
Florfenicol	Beef	2-32	4	4					19.0	76.2			4.8							
	Pork	2-32	4	4					15.0	80.0			5.0							
	Chicken meat	2-64	4	64					3.0	72.6	0.7	2.2	3.7	17.8						
	Duck meat	2-64	4	64					7.6	78.8			3.0	10.6						
Gentamicin	Beef	128-4096	128	128											95.2					4.8
	Pork	128	128	128											100					
	Chicken meat	128-4096	128	128											92.6	0.7	0.7	3.0	0.7	2.2
	Duck meat	128-4096	128	128											93.9	3.0				3.0
Kanamycin	Beef	128-4096	128	128											95.2					4.8
	Pork	128-4096	128	128											95.0					5.0
	Chicken meat	128-4096	128	1024											89.6			0.7	2.2	7.4
	Duck meat	128-4096	128	4096											86.4					13.6
Linezolid	Beef	1-2	2	2				14.3	85.7											
	Pork	0.5-2	2	2			5.0	25.0	70.0											
	Chicken meat	0.5-8	2	4			0.7	7.4	74.8	8.9	8.1									
	Duck meat	1-8	2	4				6.1	83.3	7.6	3.0									
Quinupristin /dalfopristin	Beef	1-16	8	16				14.3	4.8		52.4	28.6								
	Pork	1-16	1	8				55.0			35.0	10.0								
	Chicken meat	1-32	8	16				3.7	1.5	1.5	73.3	19.3	0.7							
	Duck meat	1-32	8	8				4.5	1.5	10.6	80.3	1.5	1.5							
Salinomycin	Beef	2	2	2					100											
	Pork	2	2	2					100											
	Chicken meat	2-4	2	2					98.5	1.5										
	Duck meat	2-4	2	2					98.5	1.5										
Streptomycin	Beef	128-4096	128	4096											71.4	4.8	4.8			19.0
	Pork	128-4096	128	128											90.0					10.0
	Chicken meat	128-4096	128	128											92.6				0.7	6.7
	Duck meat	128-4096	128	128											90.9	3.0				6.1
Tetracycline	Beef	2-256	2	128					61.9	4.8			9.5	9.5	9.5	4.8				
	Pork	2-128	2	64					60.0	5.0				25.0	10.0					
	Chicken meat	2-256	64	128					25.2		0.7	0.7	3.0	54.8	13.3	2.2				
	Duck meat	2-256	64	128					12.1	3.0	3.0	3.0	4.5	59.1	13.6	1.5				
Tigecycline	Beef	0.125-0.5	0.125	0.5	52.4	33.3	14.3													
	Pork	0.125-0.5	0.125	0.25	50.0	40.0	10.0													
	Chicken meat	0.125-1	0.25	0.5	31.9	48.1	18.5	1.5												
	Duck meat	0.125-1	0.25	0.5	30.3	47.0	21.2	1.5												
Tylosin	Beef	1-128	2	128				19.0	61.9			4.8			14.3					
	Pork	1-128	2	128				40.0	35.0	5.0					20.0					
	Chicken meat	1-128	2	128				11.9	59.3	1.5		0.7	0.7	0.7	25.2					
	Duck meat	1-128	2	128				16.7	63.6	1.5					18.2					
Vancomycin	Beef	2-4	2	2					90.5	9.5										
	Pork	2	2	2					100											
	Chicken meat	2-4	2	2					99.3	0.7										
	Duck meat	2-4	2	2					97.0	3.0										

* Beef(n=21), Pork(n=20), Chicken meat(n=135), Duck meat(n=66)

Table 95. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=21)	Pork (n=20)	Chicken meat (n=135)	Duck meat (n=66)	Total (n=242)
Ampicillin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Chloramphenicol	9.5(2)	5.0(1)	23.0(31)	12.1(8)	17.4(42)
Ciprofloxacin	4.8(1)	5.0(1)	25.9(35)	13.6(9)	19(46)
Daptomycin	4.8(1)	0.0(0)	0.7(1)	0.0(0)	0.8(2)
Erythromycin	14.3(3)	20.0(4)	26.7(36)	18.2(12)	22.7(55)
Florfenicol	4.8(1)	5.0(1)	23.7(32)	13.6(9)	17.8(43)
Gentamicin	4.8(1)	0.0(0)	5.9(8)	3.0(2)	4.5(11)
Kanamycin	4.8(1)	5.0(1)	10.4(14)	13.6(9)	10.3(25)
Linezolid	0.0(0)	0.0(0)	8.1(11)	3.0(2)	5.4(13)
Quinupristin/dalfopristin	81.0(17)	45.0(9)	94.8(128)	93.9(62)	89.3(216)
Salinomycin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Streptomycin	19.0(4)	10.0(2)	7.4(10)	6.1(4)	8.3(20)
Tetracycline	33.3(7)	35.0(7)	74.1(100)	81.8(54)	69.4(168)
Tigecycline	14.3(3)	10.0(2)	20.0(27)	22.7(15)	19.4(47)
Tylosin	14.3(3)	20.0(4)	26.7(36)	18.2(12)	22.7(55)
Vancomycin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)

Table 96. 국내산 축산물에서 분리한 *E. faecalis* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef (n=21)	Pork (n=20)	Chicken meat (n=135)	Duck meat (n=66)	Total (n=242)
No resistance detected	47.6(10)	55.0(11)	7.4(10)	12.1(8)	16.1(39)
Resistance 1 CLSI subclass	33.3(7)	25.0(5)	48.9(66)	43.9(29)	44.2(107)
Resistance 2 CLSI subclasses	4.8(1)	5.0(1)	17.8(24)	19.7(13)	16.1(39)
Resistance 3 CLSI subclasses	0.0(0)	10.0(2)	7.4(10)	16.7(11)	9.5(23)
Resistance 4 CLSI subclasses	9.5(2)	5.0(1)	10.4(14)	4.5(3)	8.3(20)
Resistance 5 CLSI subclasses	4.8(1)	0.0(0)	3.7(5)	1.5(1)	2.9(7)
Resistance 6 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	4.4(6)	1.5(1)	2.9(7)
Multiple drug resistance (MDR)	14.3(3)	15.0(3)	25.9(35)	24.2(16)	23.6(57)

* Quinupristin/dalfopristin 항생제 내성 제외

다. 수입 축산물 유래 *Enterococcus faecium*

수입 축산물에서 분리된 *E. faecium* 4 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*의 내성률은 분리된 균주 수가 적어 산출하지 않았다. 4주 중 3주는 돼지고기(스페인), 1주는 닭고기(브라질)에서 유래되었다. 2주는 모든 항생제에 감수성을 나타냈고 1주는 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주이었다(Table 97).

Table 97. 수입 축산물에서 분리된 *E. faecium* 항생제 내성 패턴

Strain No.	Antimicrobial Resistance	No. of resistance CLSI subclasses	Source
23	-	0	돼지고기(스페인)
25	-	0	돼지고기(스페인)
54	STR, FFN	2	돼지고기(스페인)
162	TET, CIP, ERY, TYL, STR, SYN	5	닭고기(브라질)

* STR, streptomycin; FFN, florfenicol; TET, tetracycline; CIP, ciprofloxacin; ERY, erythromycin; TYL, tylosin; SYN, quinupristin/dalfopristin

라. 수입 축산물 유래 *Enterococcus faecalis*

수입 축산물에서 분리된 *E. faecalis* 79 균주를 대상으로 총 12계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 98과 같다. 수입 축산물 유래 *E. faecalis*은 내성률이 tetracycline(74.7%), erythromycin(25.3%), tigecycline(25.3%) 순으로 높게 나타났다.
*E. faecalis*는 quinupristin/dalfopristin에 대한 내성률이 96.2%로 높게 관찰되었으나, 이 항생제에 자연내성을 가지고 있다고 보고된 바 있다. 한편, 모든 *E. faecalis* 균주에서는 salinomycin, vancomycin에 대해 감수성을 나타냈다. 수입 축산물에서 분리한 *E. faecalis*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 2.5%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 94). 총 12개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 41.8%로 나타났다.

Table 98. 수입 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 meat	1-2	1	1				95.5	4.5											
Chloramphenicol	Chicken meat	4-64	8	32						6.1	78.8	4.5	1.5	9.1						
Ciprofloxacin	Chicken meat	0.5-32	1	32			3.0	56.1	22.7	1.5	1.5	1.5	13.6							
Daptomycin	Chicken meat	0.5-8	1	2			3.0	66.7	25.8	3.0	1.5									
Erythromycin	Chicken meat	1-128	1	128				66.7	9.1						24.2					
Florfenicol	Chicken meat	2-64	4	16					6.1	78.8	3.0	9.1	1.5	1.5						
Gentamicin	Chicken meat	128-2048	128	128											98.5				1.5	
Kanamycin	Chicken meat	128-4096	128	256											89.4	1.5				9.1
Linezolid	Chicken meat	1-8	2	2				6.1	90.9	1.5	1.5									
Quinupristin/ dalfopristin	Chicken meat	1-64	8	16				1.5		1.5	74.2	19.7	1.5	1.5						
Salinomycin	Chicken meat	1-4	2	2				12.1	86.4	1.5										
Streptomycin	Chicken meat	128-4096	128	1024											87.9	1.5		1.5		9.1
Tetracycline	Chicken meat	2-256	64	128					18.2	1.5	1.5	3.0	9.1	56.1	7.6	3.0				
Tigecycline	Chicken meat	0.125-1	0.25	0.5	37.9	33.3	25.8	3.0												
Tylosin	Chicken meat	1-128	2	128				6.1	62.1	7.6		1.5			22.7					
Vancomycin	Chicken meat	1-4	2	2				10.6	83.3	6.1										

* Chicken meat(n=66)

Table 99. 수입 축산물에서 분리한 *E. faecalis* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Pork* (n=13)	Chicken meat (n=66)	Total (n=79)
Ampicillin	(0)	0.0(0)	0.0(0)
Chloramphenicol	(2)	10.6(7)	11.4(9)
Ciprofloxacin	(2)	18.2(12)	17.7(14)
Daptomycin	(0)	1.5(1)	1.3(1)
Erythromycin	(4)	24.2(16)	25.3(20)
Florfenicol	(1)	12.1(8)	11.4(9)
Gentamicin	(0)	1.5(1)	1.3(1)
Kanamycin	(1)	9.1(6)	8.9(7)
Linezolid	(0)	1.5(1)	1.3(1)
Quinupristin/dalfopristin	(11)	98.5(65)	96.2(76)
Salinomycin	(0)	0.0(0)	0.0(0)
Streptomycin	(1)	10.6(7)	10.1(8)
Tetracycline	(7)	78.8(52)	74.7(59)
Tigecycline	(1)	28.8(19)	25.3(20)
Tylosin	(4)	22.7(15)	24.1(19)
Vancomycin	(0)	0.0(0)	0.0(0)

*분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 100. 수입 축산물에서 분리된 *E. faecalis* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Pork* (n=13)	Chicken meat (n=66)	Total (n=79)
No resistance detected	(4)	6.1(4)	10.1(8)
Resistance 1 CLSI subclass	(4)	50(33)	46.8(37)
Resistance 2 CLSI subclasses	(2)	21.2(14)	20.3(16)
Resistance 3 CLSI subclasses	(2)	9.1(6)	10.1(8)
Resistance 4 CLSI subclasses	(1)	12.1(8)	11.4(9)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	0(0)	0(0)
Resistance 6 CLSI subclasses	(0)	1.5(1)	1.3(1)
Multiple drug resistance (MDR)	(3)	22.7(15)	22.8(18)

*분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

제3장. 식중독 세균의 항생제내성

1. *Salmonella* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Salmonella* spp.

국내산 축산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 248 균주를 대상으로 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 101 및 Table 102와 같다.

축산물에서 분리된 *Salmonella* spp.의 항생제 내성률은 nalidixic acid(64.5%), ampicillin(30.2%), tetracycline(25.0%), sulfisoxazole(23.4%), streptomycin(23.0%) 순으로 나타났다. 반면, carbapenem계 항생제인 meropenem에 대하여는 모든 균주가 감수성을 나타냈다. 국내산 소고기에서는 *Salmonella* spp. 균주가 분리되지 않았다. 돼지고기 유래 *Salmonella* spp.는 5주 분리되었으며, ampicillin, chloramphenicol, nalidixic acid, streptomycin, sulfisoxazole, tetracycline, trimethoprim/sulfamethoxazole에 대한 내성이 확인되었다. 닭고기 유래 *Salmonella* spp.의 항생제 내성률은 nalidixic acid(78.5%), ampicillin(38.8%), tetracycline(38.8%), ceftiofur(37.2%), chloramphenicol(33.1%) 순으로 나타났다. 오리고기 유래 *Salmonella* spp.의 항생제 내성률은 nalidixic acid(51.6%), ampicillin(19.7%), colistin(18.0%), sulfisoxazole(13.1%), streptomycin(12.3%) 순으로 나타났다.

항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 닭고기 유래 *Salmonella* spp.의 경우 cefepime, ceftiofur, gentamicin, tetracycline, trimethoprim/sulfamethoxazole 항생제의 MIC_{90}이 오리고기 유래 균보다 높았다. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 248 균주의 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 27.0%가 검사한 모든 항생제(16종)에 감수성을 나타내었다(Table 103). 총 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주는 전체 균주의 31.5%, 닭고기 유래 균주의 45.5%, 오리고기 유래 균주의 16.4%로 관찰되었다. 2020년 결과와 비교했을 때 축산물 유래 다제내성 균주의 비율은 45.5%('20)에서 31.5%('21)로 유의미한 감소를 보였다($P<0.05$).

Table 101. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(㎍/㎖)												
					≤0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	≥512
Amoxicillin/ Clavulanic acid	Chicken meat	2-64	2	4					66.9	24.8	5.0	0.8	1.7	0.8			
	Duck meat	2-16	2	8					74.6	8.2	7.4	9.8					
Ampicillin	Chicken meat	2-128	2	128					56.2	4.1		0.8		0.8	38.0		
	Duck meat	2-128	2	128					75.4	2.5		2.5		1.6	18.0		
Cefepime	Chicken meat	0.25-32	0.25	8		59.5	2.5		14.0	13.2	4.1	5.8	0.8				
	Duck meat	0.25-32	0.25	0.5		89.3	3.3	0.8	1.6	1.6	2.5		0.8				
Cefoxitin	Chicken meat	1-64	4	16				0.8	35.5	21.5	27.3	9.1	2.5	3.3			
	Duck meat	2-64	2	8					68.9	15.6	9.0	3.3	1.6	1.6			
Ceftazidime	Chicken meat	1-32	1	8				63.6	5.8	19.0	2.5	2.5	6.6				
	Duck meat	1-128	1	1				93.4	2.5	0.8	1.6		0.8		0.8		
Ceftiofur	Chicken meat	0.5-16	1	16			4.1	53.7	5.0			37.2					
	Duck meat	0.25-16	1	1		1.6	9.8	81.1	4.1			3.3					
Chloramphenicol	Chicken meat	4-128	8	128						9.9	50.4	6.6	3.3	0.8	28.9		
	Duck meat	2-128	8	16					1.6	31.1	56.6	4.1	2.5		4.1		
Ciprofloxacin	Chicken meat	0.125-32	0.25	0.5	30.6	35.5	31.4	0.8			0.8		0.8				
	Duck meat	0.125-1	0.125	0.5	55.7	18.9	23.8	1.6									
Colistin	Chicken meat	2-32	2	4					83.5	14.9	0.8		0.8				
	Duck meat	1-32	2	4				1.6	80.3	13.1	2.5	0.8	1.6				
Gentamicin	Chicken meat	1-64	1	16				62.8	1.7	3.3	19	5.8	0.8	6.6			
	Duck meat	1-64	1	1				95.1	1.6	0.8	1.6			0.8			
Meropenem	Chicken meat	0.25-2	0.25	0.25		93.4	3.3	1.7	1.7								
	Duck meat	0.25-2	0.25	0.25		95.1	1.6	1.6	1.6								
Nalidixic acid	Chicken meat	2-256	256	256					1.7	17.4	2.5		0.8		6.6	71.1	
	Duck meat	4-256	32	256						31.1	14.8	2.5	1.6	0.8	6.6	42.6	
Streptomycin	Chicken meat	16-256	16	32								68.6	26.4	4.1		0.8	
	Duck meat	16-256	16	32								87.7	3.3	0.8	6.6	1.6	
Sulfisoxazole	Chicken meat	16-512	32	512								19.0	35.5	11.6	2.5		31.4
	Duck meat	16-512	16	512								62.3	19.7	4.1		0.8	13.1
Tetracycline	Chicken meat	2-256	2	256					58.7	1.7	0.8	2.5	0.8		24.8	10.7	
	Duck meat	2-256	2	16					85.2	3.3	0.8	1.6		2.5	5.7	0.8	
Trimethoprim/ Sulfamethoxazole	Chicken meat	0.125-8	0.125	8	68.6	5.8				0.8	24.8						
	Duck meat	0.125-8	0.125	0.25	84.4	9.0		0.8			5.7						

* Pork meat(n=121), Duck meat(n=122)

Table 102. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates			
	Pork* (n=5)	Chicken meat (n=121)	Duck meat (n=122)	Total (n=248)
Amoxicillin/clavulanic acid	(0)	2.5(3)	0.0(0)	1.2(3)
Ampicillin	(4)	38.8(47)	19.7(24)	30.2(75)
Cefepime	(0)	6.6(8)	0.8(1)	3.6(9)
Cefoxitin	(0)	5.8(7)	3.3(4)	4.4(11)
Ceftazidime	(0)	9.1(11)	1.6(2)	5.2(13)
Ceftiofur	(0)	37.2(45)	3.3(4)	19.8(49)
Chloramphenicol	(1)	33.1(40)	6.6(8)	19.8(49)
Ciprofloxacin	(0)	2.5(3)	1.6(2)	2.0(5)
Colistin	(0)	16.5(20)	18(22)	16.9(42)
Gentamicin	(0)	13.2(16)	0.8(1)	6.9(17)
Meropenem	(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Nalidixic acid	(2)	78.5(95)	51.6(63)	64.5(160)
Streptomycin	(4)	31.4(38)	12.3(15)	23.0(57)
Sulfisoxazole	(4)	31.4(38)	13.1(16)	23.4(58)
Tetracycline	(2)	38.8(47)	10.7(13)	25.0(62)
Trimethoprim/sulfamethoxazole	(1)	25.6(31)	5.7(7)	15.7(39)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

Table 103. 국내산 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates			
	Pork* (n=5)	Chicken meat (n=121)	Duck meat (n=122)	Total (n=248)
No resistance detected	(0)	14.9(18)	40.2(49)	27.0(67)
Resistance 1 CLSI subclass	(0)	36.4(44)	27.0(33)	31.0(77)
Resistance 2 CLSI subclasses	(2)	3.3(4)	16.4(20)	10.5(26)
Resistance 3 CLSI subclasses	(1)	4.1(5)	2.5(3)	3.6(9)
Resistance 4 CLSI subclasses	(1)	3.3(4)	2.5(3)	3.2(8)
Resistance 5 CLSI subclasses	(0)	4.1(5)	4.9(6)	4.4(11)
Resistance 6 CLSI subclasses	(1)	1.7(2)	4.9(6)	3.6(9)
Resistance 7 CLSI subclasses	(0)	28.1(34)	1.6(2)	14.5(36)
Resistance 8 CLSI subclasses	(0)	1.7(2)	0.0(0)	0.8(2)
Resistance 9 CLSI subclasses	(0)	2.5(3)	0.0(0)	1.2(3)
Multiple drug resistance (MDR)	(3)	45.5(55)	16.4(20)	31.5(78)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

나. 수입 축산물 유래 *Salmonella* spp.

수입 축산물에서 분리된 *Salmonella* spp. 5개 균주의 총 13계열(CLSI subclass 기준) 16종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 104와 같다. 수입 축산물 유래 *Salmonella* spp.의 내성률은 분리된 균주 수가 적어 산출하지 않았다. 모든 분리 균은 수입 닭고기에서 유래되었다. 모든 분리 균은 13개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 다제내성 균주이었다.

Table 104. 수입 축산물에서 분리한 *Salmonella* spp. 항생제 내성 패턴

Strain No.	Antimicrobial Resistance	No. of resistance CLSI subclasses	Source
12	AUG2, FOX, TET, AMP, TAZ, XNL	4	닭고기(브라질)
158	AUG2, FOX, TET, AMP, TAZ, FIS, XNL	5	닭고기(브라질)
160	AUG2, FOX, TET, NAL, AMP, TAZ, FIS, XNL, STR	7	닭고기(브라질)
187	TET, NAL, COL, FIS, STR	5	닭고기(브라질)
237	AUG2, FOX, CIP, TET, NAL, AMP, TAZ, FIS, XNL	7	닭고기(브라질)

* AMP, ampicillin; COL, colistin; CIP, ciprofloxacin; FIS, sulfisoxazole; STR, streptomycin; TET, tetracycline; AUG2, amoxicillin/clavulanic acid; TAZ, ceftazidime; FOX, cefoxitin; NAL, nalidixic acid; XNL, ceftiofur

2. *Staphylococcus aureus*

가. 국내산 축산물 유래 *Staphylococcus aureus*

국내산 축산물에서 분리된 *S. aureus* 219 균주를 대상으로 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 105 및 Table 106과 같다.

국내산 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률은 penicillin(58.0%)에서 가장 높게 나타났으며, ciprofloxacin(28.3%), tetracycline(19.6%), erythromycin(13.2%) 순으로 높게 나타났다. 반면 모든 균주는 gentamicin, linezolid, mupirocin, rifampin, vancomycin에 대해 감수성을 나타냈다. 축종별 항생제 내성률 조사 결과, 돼지고기 유래 균은 penicillin(71.7%), tetracycline(45.3%), ciprofloxacin(34.0%) 순으로 높았으며, 닭고기 유래 균은 ciprofloxacin (48.2%), penicillin(35.3%), tetracycline(20.0%) 순으로 높았다. 오리고기 유래 균은 penicillin(59.3%), fusidate(11.1%), sulfamethoxazole(11.1%) 순으로 높았다. 소고기 유래 균은 penicillin(79.6%) 이외에 다른 항생제에 대해서는 낮은 내성률을 보였다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 소고기 유래 균주에서 penicillin의 MIC_{50}은 2 ㎍/㎖로 돼지고기 및 닭고기 유래 균주의 0.125 - 1 ㎍/㎖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 107). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 20.5%, 소고기 유래 균주의 3.7%, 돼지고기 유래 균주의 41.5%, 닭고기 유래 균주의 22.4%, 오리고기 유래 균주의 7.4%로 관찰되었다. 2020년 결과와 비교했을 때 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 축산물 유래 다제내성 균주의 비율은 19.3%('20)에서 20.5%('21)로 증가하였다($P>0.05$)

Table 105. 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus* 최소억제농도(MICs) 분포도

Antimicrobials	Food type*	MIC range	MIC_{50}	MIC_{90}	Distribution (%) of MICs(μg/mℓ)																
					≤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	2-8	4	4								5.6	88.9	5.6							
	Pork	0.5-32	4	8						3.8	1.9		73.6	13.2	3.8	3.8					
	Chicken meat	0.5-32	4	4						2.4		14.1	78.8	2.4	1.2	1.2					
	Duck meat	0.5-16	4	4						3.7		3.7	85.2		7.4						
Chloramphenicol	Beef	8-32	8	8										98.1		1.9					
	Pork	4-128	8	64									9.4	56.6	3.8	7.5	20.8	1.9			
	Chicken meat	4-128	8	8									15.3	76.5	1.2		5.9	1.2			
	Duck meat	4-32	8	8									11.1	85.2		3.7					
Ciprofloxacin	Beef	0.25-16	0.5	1					14.8	72.2	9.3	1.9			1.9						
	Pork	0.25-16	0.5	8					35.8	28.3		1.9		24.5	9.4						
	Chicken meat	0.25-16	2	16					10.6	20.0	17.6	3.5	2.4	12.9	32.9						
	Duck meat	0.25-16	0.5	2					29.6	55.6	3.7	3.7		3.7	3.7						
Clindamycin	Beef	0.125-8	0.125	0.125				96.3	1.9					1.9							
	Pork	0.125-8	0.125	8				66.0		3.8	1.9			28.3							
	Chicken meat	0.125-8	0.125	8				82.4	1.2	1.2	1.2		2.4	11.8							
	Duck meat	0.125-2	0.125	0.125				92.6			3.7	3.7									
Erythromycin	Beef	0.25-16	0.5	0.5					9.3	88.9					1.9						
	Pork	0.25-16	0.5	16					28.3	39.6		1.9			30.2						
	Chicken meat	0.25-16	0.5	16					28.2	51.8	2.4	4.7			12.9						
	Duck meat	0.25-16	0.5	0.5					14.8	77.8		3.7			3.7						
Fusidate	Beef	0.5-8	0.5	1						83.3	7.4	1.9	3.7	3.7							
	Pork	0.5-8	0.5	8						77.4	1.9	1.9	5.7	13.2							
	Chicken meat	0.5-8	0.5	0.5						90.6	3.5	1.2	3.5	1.2							
	Duck meat	0.5-8	0.5	2						88.9		3.7		7.4							
Gentamicin	Beef	1-8	1	1							96.3		1.9	1.9							
	Pork	1-8	1	1							90.6			9.4							
	Chicken meat	1-8	1	2							89.4	1.2	7.1	2.4							
	Duck meat	1-4	1	1							92.6	3.7	3.7								
Kanamycin	Beef	4-128	4	4									96.3	1.9				1.9			
	Pork	4-128	4	16									86.8	1.9	1.9	3.8	1.9	3.8			
	Chicken meat	4-64	4	16									87.1	1.2	3.5	3.5	4.7				
	Duck meat	4-64	4	8									88.9	3.7		3.7	3.7				
Linezolid	Beef	1-2	2	2							1.9	98.1									
	Pork	1-4	2	2							41.5	56.6	1.9								
	Chicken meat	1-2	2	2							31.8	68.2									
	Duck meat	1-4	2	2							18.5	77.8	3.7								
Mupirocin	Beef	0.5-2	0.5	1						88.9	5.6	5.6									
	Pork	0.5-2	0.5	0.5						96.2		3.8									
	Chicken meat	0.5-2	0.5	0.5						96.5	2.4	1.2									
	Duck meat	0.5-2	0.5	1						88.9	7.4	3.7									
Penicillin	Beef	0.125-4	2	4				20.4	1.9	5.6	9.3	27.8	35.2								
	Pork	0.125-4	1	4				28.3	3.8	11.3	7.5	15.1	34.0								
	Chicken meat	0.125-4	0.125	2				64.7	5.9	12.9	4.7	5.9	5.9								
	Duck meat	0.125-4	0.25	4				40.7	14.8	14.8	11.1	7.4	11.1								
Quinupristin/ dalfopristin	Beef	0.5-2	1	1						37.0	59.3	3.7									
	Pork	0.5-8	0.5	8						50.9	11.3	17.0	7.5	13.2							
	Chicken meat	0.5-8	0.5	1						75.3	20.0	1.2	2.4	1.2							
	Duck meat	0.5-1	0.5	1						77.8	22.2										
Rifampin	Beef	0.016-0.125	0.016	0.032	79.6	16.7	1.9	1.9													
	Pork	0.016-1	0.016	0.064	83.0	5.7	1.9	1.9	3.8		3.8										
	Chicken meat	0.016-1	0.016	0.032	89.4	2.4	1.2			1.2	5.9										
	Duck meat	0..016-0.125	0.016	0.032	85.2	7.4	3.7	3.7													
Streptomycin**	Beef	4-64	8	8									46.3	46.3		1.9	5.6				
	Pork	4-64	4	8									79.2	13.2			7.5				
	Chicken meat	4-64	4	8									78.8	16.5	1.2	2.4	1.2				
	Duck meat	4-64	4	16									81.5	7.4	7.4		3.7				
Sulfamethoxazole	Beef	64-512	64	128													85.2	9.3	3.7	1.9	
	Pork	64-1024	64	64													94.3	1.9			3.8
	Chicken meat	64-1024	64	64													90.6	4.7	1.2	2.4	1.2
	Duck meat	64-1024	64	512													74.1	14.8		7.4	3.7
Tetracycline	Beef	0.5-32	0.5	0.5						90.7	5.6	1.9				1.9					
	Pork	0.5-32	0.5	32						50.9	1.9			1.9	11.3	34.0					
	Chicken meat	0.5-32	0.5	32						70.6	4.7	1.2	2.4	1.2	4.7	15.3					
	Duck meat	0.5-32	0.5	0.5						92.6		3.7				3.7					
Tiamulin**	Beef	0.5-8	1	1						35.2	59.3			5.6							
	Pork	0.5-8	1	8						39.6	15.1	1.9	1.9	41.5							
	Chicken meat	0.5-8	0.5	2						75.3	14.1	2.4	2.4	5.9							
	Duck meat	0.5-4	0.5	2						59.3	25.9	11.1	3.7								
Trimethoprim	Beef	2-64	2	2								96.3	1.9				1.9				
	Pork	2-64	2	64								75.5				1.9	22.6				
	Chicken meat	2-64	2	2								91.8	5.9	1.2			1.2				
	Duck meat	2-4	2	2								92.6	7.4								
Vancomycin	Beef	1-4	2	2							44.4	53.7	1.9								
	Pork	1-4	1	2							77.4	20.8	1.9								
	Chicken meat	1-4	1	2							68.2	29.4	2.4								
	Duck meat	1-2	1	2							63.0	37.0									

* Beef(n=54), Pork(n=53), Chicken meat(n=85), Duck meat(n=27)
** 최소억제농도 breakpoint not determined

Table 106. 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates				
	Beef (n=54)	Pork (n=53)	Chicken meat (n=85)	Duck meat (n=27)	Total (n=219)
Cefoxitin	5.6(3)	20.8(11)	4.7(4)	7.4(2)	9.1(20)
Chloramphenicol	1.9(1)	30.2(16)	7.1(6)	3.7(1)	11.0(24)
Ciprofloxacin	1.9(1)	34.0(18)	48.2(41)	7.4(2)	28.3(62)
Clindamycin	1.9(1)	28.3(15)	14.1(12)	0.0(0)	12.8(28)
Erythromycin	1.9(1)	30.2(16)	12.9(11)	3.7(1)	13.2(29)
Fusidate	9.3(5)	20.8(11)	5.9(5)	11.1(3)	11.0(24)
Gentamicin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Kanamycin	1.9(1)	5.7(3)	4.7(4)	3.7(1)	4.1(9)
Linezolid	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Mupirocin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Penicillin	79.6(43)	71.7(38)	35.3(30)	59.3(16)	58(127)
Quinupristin/dalfopristin	0.0(0)	20.8(11)	3.5(3)	0.0(0)	6.4(14)
Rifampin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Streptomycin	ND*	ND	ND	ND	ND
Sulfamethoxazole	1.9(1)	3.8(2)	3.5(3)	11.1(3)	4.1(9)
Tetracycline	1.9(1)	45.3(24)	20.0(17)	3.7(1)	19.6(43)
Tiamulin	ND	ND	ND	ND	ND
Trimethoprim	1.9(1)	24.5(13)	1.2(1)	0.0(0)	6.8(15)
Vancomycin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)

* ND: Not determined

Table 107. 국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus* 다제내성

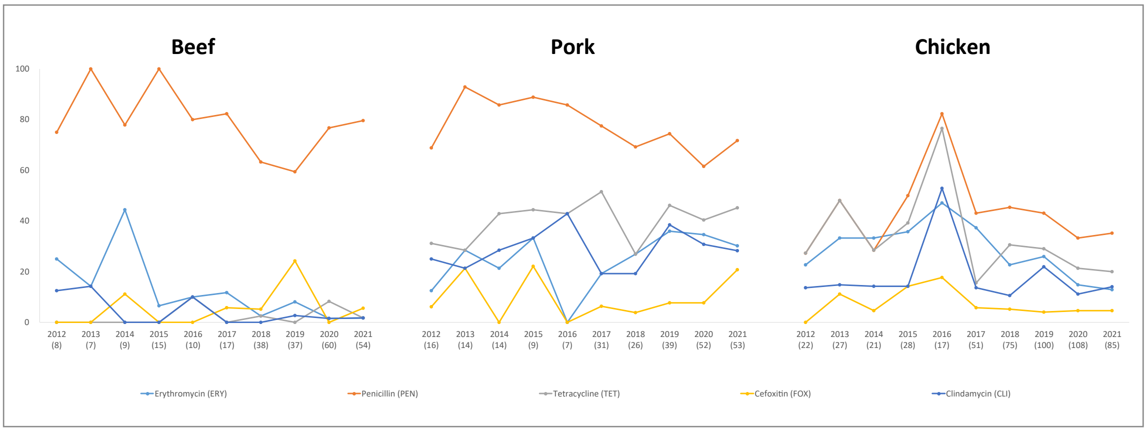
Resistance patterns	%(No.) of isolates				
	Beef (n=54)	Pork (n=53)	Chicken meat (n=85)	Duck meat (n=27)	Total (n=219)
No resistance detected	18.5(10)	17.0(9)	24.7(21)	29.6(8)	21.9(48)
Resistance 1 CLSI subclass	68.5(37)	17.0(9)	31.8(27)	44.4(12)	38.8(85)
Resistance 2 CLSI subclasses	9.3(5)	24.5(13)	21.2(18)	18.5(5)	18.7(41)
Resistance 3 CLSI subclasses	1.9(1)	11.3(6)	15.3(13)	0.0(0)	9.1(20)
Resistance 4 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	7.4(2)	0.9(2)
Resistance 5 CLSI subclasses	0.0(0)	1.9(1)	1.2(1)	0.0(0)	0.9(2)
Resistance 6 CLSI subclasses	0.0(0)	3.8(2)	5.9(5)	0.0(0)	3.2(7)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.0(0)	5.7(3)	0.0(0)	0.0(0)	1.4(3)
Resistance 8 CLSI subclasses	0.0(0)	9.4(5)	0.0(0)	0.0(0)	2.3(5)
Resistance 9 CLSI subclasses	1.9(1)	7.5(4)	0.0(0)	0.0(0)	2.3(5)
Resistance 10 CLSI subclasses	0.0(0)	1.9(1)	0.0(0)	0.0(0)	0.5(1)
Multiple drug resistance (MDR)	3.7(2)	41.5(22)	22.4(19)	7.4(2)	20.5(45)

* 분리된 균주 수가 적어, 내성률은 산출하지 않고 균주 수만 표기

【국내산 축산물에서 분리한 *S. aureus*의 항생제 내성 경향 (2012-2021)】

'12년부터 '21년까지 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. '21년도 소고기 유래 *S. aureus*의 내성률은 전년도('20년)와 비교하여 유의적인 차이가 확인되지않았다. '21년도 돼지고기 유래 *S. aureus*의 내성률은 전년도와 비교하여 cefoxitin(7.7%→20.8%) 항생제 내성률이 증가하였지만 통계적 유의성은 확인되지않았다(p〉0.05). '21년도 닭고기 유래 *S. aureus*의 내성률은 전년도('20년)와 비교하여 유의적인 차이가 확인되지않았다.

〈국내산 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률〉



나. 수입 축산물 유래 *Staphylococcus aureus*

수입 축산물에서 분리된 *S. aureus* 120 균주를 대상으로 총 15계열(CLSI subclass 기준) 17종 항생제에 대한 감수성 검사를 미량희석법으로 실시한 결과, 항생제 내성 양상은 Table 108 및 Table 109과 같다. 수입 축산물 유래 *S. aureus*의 내성률은 penicillin(34.2%)에서 가장 높게 나타났으며, erythromycin(17.5%), tetracycline(12.5%), clindamycin(10.0%) 순으로 나타났다. 모든 균주는 gentamicin, mupirocin, rifampin, vancomycin 항생제에 대해 100% 감수성을 나타내었다. 축종별 항생제 내성률 조사 결과, 닭고기 유래 균은 penicillin(27.5%), erythromycin(20.0%) 순으로 높았으며, 돼지고기 유래 균은 penicillin(47.5%), tetracycline(20.0%) 순으로 높았다. 항생제별 MIC 분포도를 조사한 결과, 돼지고기 유래 균주에서 clindamycin, tetracycline, Trimethoprim의 MIC_{90}이 닭고기 유래 균보다 높았다. 수입 축산물에서 분리한 *S. aureus*에 대해 다제내성을 조사한 결과, 전체 균주의 50.8%가 검사한 모든 항생제(17종)에 감수성을 나타내었다(Table 110). 총 15개 subclass 중 3개 이상의 subclass에 내성을 나타낸 균주는 전체 균주의 12.5%, 돼지고기 유래 균주의 22.5%, 닭고기 유래 균주의 7.5%로 관찰되었다.

Table 108. 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	Pork	2-32	4	4								5.0	85.0	2.5	2.5	5.0					
	Chicken meat	2-32	4	4								10.0	87.5		1.3	1.3					
Chloramphenicol	Pork	4-64	8	16									20.0	62.5	7.5	2.5	7.5				
	Chicken meat	4-32	8	8									8.8	88.8	1.3	1.3					
Ciprofloxacin	Pork	0.25-16	0.5	2					37.5	20.0	15.0	20.0	2.5	2.5	2.5						
	Chicken meat	0.25-16	1	2					23.8	23.8	10.0	35.0	2.5	1.3	3.8						
Clindamycin	Pork	0.125-8	0.125	4				77.5	2.5		2.5	2.5	5.0	10.0							
	Chicken meat	0.125-8	0.125	0.125				90.0	1.3			1.3	1.3	6.3							
Erythromycin	Pork	0.25-16	0.5	8					22.5	62.5	2.5			5.0	7.5						
	Chicken meat	0.25-16	0.5	16					31.3	45.0	1.3	2.5		1.3	18.8						
Fusidate	Pork	0.5-8	0.5	1						85.0	5.0		2.5	7.5							
	Chicken meat	0.5-2	0.5	0.5						97.5	1.3	1.3									
Gentamicin	Pork	1-2	1	1							95.0	5.0									
	Chicken meat	1-4	1	1							97.5	1.3	1.3								
Kanamycin	Pork	4-8	4	8									87.5	12.5							
	Chicken meat	4-128	4	4									91.3	5.0	1.3	1.3		1.3			
Linezolid	Pork	1-8	2	2							22.5	70.0	2.5	5.0							
	Chicken meat	1-2	2	2							23.8	76.3									
Mupirocin	Pork	0.5-256	0.5	1						85.0	7.5	5.0							2.5		
	Chicken meat	05-1	0.5	0.5						95.0	5.0										
Penicillin	Pork	0.125-4	0.125	4				52.5	5.0	12.5	7.5	7.5	15.0								
	Chicken meat	0.125-4	0.125	1				72.5	3.8	6.3	8.8	3.8	5.0								
Quinupristin/ dalfopristin	Pork	0.5-8	0.5	2						57.5	27.5	7.5	5.0	2.5							
	Chicken meat	0.5-2	0.5	1						83.8	15.0	1.3									
Rifampin	Pork	0.016-2	0.016	0.016	90.0	2.5				2.5	2.5	2.5									
	Chicken meat	0.016-0.125	0.016	0.016	96.3	1.3	1.3	1.3													
Streptomycin**	Pork	4-64	4	16									70.0	17.5	7.5	2.5	2.5				
	Chicken meat	4-64	4	8									80.0	17.5	1.3		1.3				
Sulfamethoxazole	Pork	64-1024	64	128													85.0	7.5		2.5	5.0
	Chicken meat	64-1024	64	64													93.8	3.8		1.3	1.3
Tetracycline	Pork	0.5-32	0.5	32						70.0	5.0	2.5	2.5		5.0	15.0					
	Chicken meat	0.5-32	0.5	0.5						90.0				1.3	1.3	7.5					
Tiamulin**	Pork	0.5-8	1	8						40.0	42.5		5.0	12.5							
	Chicken meat	0.5-32	0.5	1						78.8	13.8	1.3	1.3	3.8		1.3					
Trimethoprim	Pork	0.5-64	0.5	32						55.0		27.5	5.0			5.0	7.5				
	Chicken meat	0.5-4	0.5	0.5						90.0		7.5	2.5								
Vancomycin	Pork	1-2	1	2							70.0	30.0									
	Chicken meat	1-4	1	2							87.5	11.3	1.3								

* Pork(n=40), Chicken meat(n=80)
** 최소억제농도 breakpoint not determined

Table 109. 수입 축산물에서 분리한 *S. aureus* 항생제 내성률

Antimicrobials	% (No.) of resistant isolates		
	Pork (n=40)	Chicken meat (n=80)	Total (n=120)
Cefoxitin	10.0(4)	2.5(2)	5.0(6)
Chloramphenicol	10.0(4)	1.3(1)	4.2(5)
Ciprofloxacin	7.5(3)	7.5(6)	7.5(9)
Clindamycin	15.0(6)	7.5(6)	10.0(12)
Erythromycin	12.5(5)	20.0(16)	17.5(21)
Fusidate	10.0(4)	1.3(1)	4.2(5)
Gentamicin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Kanamycin	0.0(0)	1.3(1)	0.8(1)
Linezolid	5.0(2)	0.0(0)	1.7(2)
Mupirocin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Penicillin	47.5(19)	27.5(22)	34.2(41)
Quinupristin/dalfopristin	7.5(3)	0.0(0)	2.5(3)
Rifampin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Streptomycin	ND*	ND	ND
Sulfamethoxazole	7.5(3)	2.5(2)	4.2(5)
Tetracycline	20.0(8)	8.8(7)	12.5(15)
Tiamulin	ND	ND	ND
Trimethoprim	12.5(5)	0.0(0)	4.2(5)
Vancomycin	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)

*ND: Not determined

Table 110. 수입 축산물에서 분리한 *S. aureus* 다제내성

Resistance patterns	%(No.) of isolates		
	Pork (n=40)	Chicken meat (n=80)	Total (n=120)
No resistance detected	45.0(18)	53.8(43)	50.8(61)
Resistance 1 CLSI subclass	25.0(10)	20.0(16)	21.7(26)
Resistance 2 CLSI subclasses	7.5(3)	18.8(15)	15.0(18)
Resistance 3 CLSI subclasses	5.0(2)	7.5(6)	6.7(8)
Resistance 4 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Resistance 5 CLSI subclasses	7.5(3)	0.0(0)	2.5(3)
Resistance 6 CLSI subclasses	5.0(2)	0.0(0)	1.7(2)
Resistance 7 CLSI subclasses	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)
Resistance 8 CLSI subclasses	2.5(1)	0.0(0)	0.8(1)
Resistance 9 CLSI subclasses	2.5(1)	0.0(0)	0.8(1)
Multiple drug resistance (MDR)	22.5(9)	7.5(6)	12.5(15)

3. *Campylobacter* spp.

가. 국내산 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

국내산 축산물 시료에서 분리된 *C. jejuni* 13개 균주 및 *C. coli* 9개 균주 등 총 22개 균주에 대한 주요 항생제 내성률은 Table 111와 같다. 22개 균주 중 닭고기 유래 2개 균주를 제외한 20개 균주가 오리고기에서 분리되었다.
22개 균주 중 15개 균주에서 ciprofloxacin과 nalidixic acid에 대한 내성이 공통적으로 나타났다. 22개 균주 중 9개 균주가 3개 이상의 항생제 계열에 내성을 보였으며, 최대 5개 subclass에 내성을 나타냈다.

Table 111. 국내 가금류에서 분리한 *Campylobacter jejuni/coli* 에 대한 항생제 내성

Strains		Resistant antimicrobial								No. of resistance CLSI subclasses	Source
		AZI	CIP	ERY	GEN	TET	FFC	NAL	CLI		
532	*C. coli*		○					○		2	오리고기(국내산)
566	*C. coli*		○			○		○		3	오리고기(국내산)
668	*C. jejuni*	○								1	닭고기(국내산)
675	*C. coli*		○					○		2	닭고기(국내산)
706	*C. jejuni*	○	○					○		3	오리고기(국내산)
711	*C. coli*		○			○		○		3	오리고기(국내산)
830	*C. coli*		○					○		2	오리고기(국내산)
930	*C. coli*		○							1	오리고기(국내산)
1052	*C. coli*		○			○		○		3	오리고기(국내산)
1053	*C. jejuni*	○	○		○	○		○		5	오리고기(국내산)
1064	*C. jejuni*	○	○		○			○	○	5	오리고기(국내산)
1065	*C. jejuni*		○			○			○	3	오리고기(국내산)
1313	*C. jejuni*									0	오리고기(국내산)
1315	*C. coli*		○					○		2	오리고기(국내산)
1316	*C. jejuni*		○					○		2	오리고기(국내산)
1317	*C. jejuni*									0	오리고기(국내산)
1391	*C. jejuni*		○					○		2	오리고기(국내산)
1392	*C. jejuni*									0	오리고기(국내산)
1689	*C. coli*		○			○		○		3	오리고기(국내산)
1690	*C. jejuni*		○			○		○		3	오리고기(국내산)
1766	*C. jejuni*		○					○		2	오리고기(국내산)
1768	*C. jejuni*									0	오리고기(국내산)

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

나. 수입 축산물 유래 *Campylobacter* spp.

수입 축산물 시료에서 분리된 *C. coli* 1주에 대한 주요 항생제 내성률은 Table 112와 같다. 닭고기(브라질) 유래이며, ciprofloxacin과 nalidixic acid에 내성을 나타냈다.

Table 112. 수입 가금류에서 분리한 *C. jejuni/coli* 에 대한 항생제 내성

Strains		Resistant antimicrobial								No. of resistance CLSI subclasses	Source
		AZI	CIP	ERY	GEN	TET	FFC	NAL	CLI		
127	*C. coli*		○					○		2	닭고기(브라질)

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

Ⅶ. 부록

제1장. 축·수산용 항생제 판매량 조사

2001년 한국동물약품협회에서 개발한 종합관리시스템인 성분통계 프로그램(http://www.kahpa.or.kr/main.asp)을 이용하여 2012년부터 2021년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 조사하였다(Fig. A.1.).

1. 자료입력

동물용 항생제 판매실적이 있는 국내 총 120업체(48개 제조업체, 72개의 수입업체)에서 종합관리시스템-성분통계 프로그램에 각 품목별로 판매량을 입력하고 각 품목별 항생제 함유량은 active ingredient(AI) 값으로 산출하였다.

2. 축종별 항생제 판매량 조사

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

3. 항생제별 항생제 판매량 조사

국내 축산용 및 수산용으로 판매된 모든 항생제는 Clinical Laboratory Standards Institute (2021년) 가이드라인 항생제 분류(class) 기준[4]에 따라 16개 항생제 그룹으로 조사하였다.

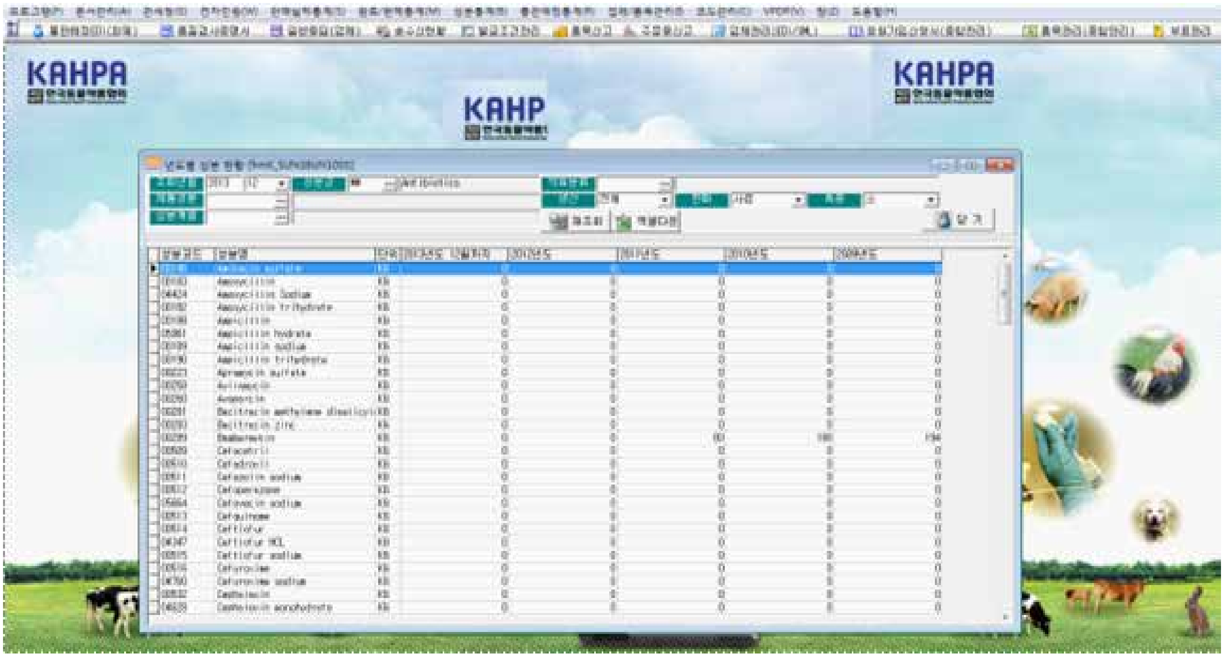


Fig. A.1. 축·수산용 항생제 판매량 검색창

제2장. 가축 및 도체에서 대상세균 분리

1. 공시 시료

2021년 1월부터 12월까지 가축 및 도체 유래 세균의 항생제 내성 조사를 위하여 도축장에서 소, 돼지, 닭의 분변 시료와 도체 표면 스왑 시료를 채취하여 지표세균과 식중독세균을 분리하였으며 질병에 이환된 가축의 병변시료를 채취하여 가축병원성세균을 분리하였다. 농장 및 도축장에서의 시료 채취는 농가당 5개 이내의 시료를 채취함을 원칙으로 하였다. 전체 시료채취 농가 수와 시료 수는 대상세균의 분리 및 동정에 기술하였다.

2. 미생물 분리 및 동정

가. 지표세균

1) *Escherichia coli*

(가) 증균배양 : 도체 표면을 swab 한 멸균 거즈를 넣은 멸균 백에 일정량의 Buffered Peptone Water에 넣고 stomacher로 약 60초 진탕하여 현탁액을 시험용액으로 사용하였다. 가축의 분변시료는 증균 과정 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*의 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

1. 공시 시료

2021년 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 분리하였다.

(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 분리하였다.

(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 뇨로감염 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

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

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, 2021
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, 2021
2) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2015
3) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2019
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, 2021

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 (㎍/㎖)	Breakpoints(㎍/㎖)			
			A. pleuropneumoniae	*P. multocida*	*S. suis*	*B. bronchiseptica*
Aminoglycosides	Gentamicin (GEN)	1~16	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Neomycin (NEO)	4~32	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
Aminopenicillin	Ampicillin (AMP)	0.25~16	≥2[1]	≥2[1]	≥2[1]	≥2[1]
Cephalosporin III	Ceftiofur (XNL)	0.25~8	≥8[1]	≥8[1]	≥8[1]	ND[3]
Fluoroquinolone	Danofloxacin (DAN)	0.12~1	ND[1]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
	Enrofloxacin (ENO)	0.12~2	≥1[1]	≥1[1]	≥2[1]	ND[3]
Macrolides	Tilmicosin (TIL)	4~32	≥32[1]	≥32[1]	ND[3]	ND[3]
	Tulathromycin (TUL)	1~64	≥128[1]	≥64[1]	ND[3]	≥64[1]
	Tylosin (TYL)	0.5~32	ND[3]	ND[3]	ND[3]	ND[3]
Penicillin	Penicillin (PEN)	0.12~8	ND[3]	≥1[1]	≥1[1]	ND[3]
Folate pathway inhibitors	Sulphadimethoxine (SDM)	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
					Dogs	Cats	
Aminoglycosides	Amikacin (AMK)	4~32	≥64[2]	CLSI	≥16[1]	≥16[1]	CLSI VET01S
	Gentamicin (GEN)	0.25~8	≥16[2]	CLSI	≥8[1]	≥8[1]	CLSI VET01S
β-lactam/β-lactamase inhibitor combinations	Amoxicillin/ clavulanic acid (AMC)	0.25/0.12~8/4	≥32/16[2]	CLSI	≥16/8[1]	≥16/8[1]	CLSI VET01S
	Piperacillin/ tazobactam (PTZ)	8/0.12~64/2	≥128/4[2]	CLSI	≥32/4[1]	≥32/4[1]	CLSI VET01S
Carbapenem	Imipenem (IPM)	1~8	≥4[2]	CLSI	≥4[2]	≥4[2]	CLSI
Cephalosporin I	Cephalexin (LEX)	0.5~16	≥8[1]	CLSI VET01S	≥32[1]	≥32[1]	CLSI VET01S
	Cefazolin (CFZ)	1~32	≥8[2]	CLSI	≥32[1]	≥32[1]	CLSI VET01S
Cephalosporin III	Cefovecin (VEC)	0.25~8	≥8[1]	CLSI VET01S	≥8[1]	≥8[1]	CLSI VET01S
	Cefpodoxime (POD)	1~8	≥8[2]	CLSI	≥8[2]	≥8[2]	CLSI VET01S
	Ceftazidime (CAZ)	4~16	≥16[2]	CLSI	≥16[2]	≥16[2]	CLSI
Fluoroquinolone	Enrofloxacin (ENO)	0.12~4	≥4[1]	CLSI VET01S	≥4[1]	≥4[1]	CLSI VET01S
	Marbofloxacin (MAR)	0.12~4	≥4[1]	CLSI VET01S	≥4[1]	≥4[1]	CLSI VET01S
	Orbifloxacin (ORB)	1~8	≥8[1]	CLSI VET01S	≥8[1]	≥8[1]	CLSI VET01S
	Pradofloxacin (PRA)	0.25~2	≥2[1]	CLSI VET01S	≥2[1]	≥2[1]	CLSI VET01S
Folate pathway inhibitors	Trimethoprim/ Sulfamethoxazole (SXT)	0.5/9.5~4/76	≥4/76[2]	CLSI	≥4/76[2]	≥4/76[2]	CLSI
Penicillinase-labile penicillins	Ampicillin (AMP)	0.25~8	≥32[2]	CLSI	≥16[1]	≥16[1]	CLSI VET01S
Phenicols	Chloramphenicol (CHL)	2~32	≥32[2]	CLSI	≥32[2]	≥32[2]	CLSI
Polymyxins	Colistin (COL)	1~16	≥4[2]	CLSI	≥4[2]	≥4[2]	CLSI
Tetracyclines	Doxycycline (DOX)	0.25~8	≥16[2]	CLSI	≥16[2]	≥16[2]	CLSI
	Tetracycline (TET)	4~16	≥16[2]	CLSI	≥16[2]	≥16[2]	CLSI

1) Clinical Laboratory Standards Institute, M100, 2021

2) Clinical Laboratory Standards Institute, VET01S, 2021

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, 2021

2) National Antimicrobial Resistance Monitoring System, 2013

3) The Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2019

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, 2021, Anaerobes

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, 2021
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 5㎖ 멸균증류수에 현탁하여 0.5 McFarland로 조정하였다. *Campylobacter* spp., *A. pleuropneumoniae*, *S. suis*, *G. parasuis*, *Clostridium* spp.는 5㎖ 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 10㎕를 11㎖의 CAMHBT(cation adjusted Mueller-Hinton broth with TES) broth에, *Campylobacter* spp.와 *S. suis*는 조정된 균액 100㎕를 11㎖의 MHB+lysed horse blood(5%). *A. pleuropneumoniae*와 *G. parasuis*는 조정된 균액 50㎕를 11㎖ VFM(Veterinary Fastidious Medium), *Clostridium* spp.는 조정된 균액 100㎕를 11㎖의 brucella broth에 접종하였다.

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

4) **판 독** : 배양이 완료된 MIC plate를 판독하여 완전히 균의 증식이 억제된 가장 낮은 농도를 최소억제농도(MICs)로 판정하였다. 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 판정 하였으며, 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, *A. pleuropneumoniae* ATCC 27090. *H. somni* ATCC 700025, *Cl. difficile* ATCC 700057 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. 2019. 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. 2015, 2021. 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. 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
6. Clinical and Laboratory Standards Institute. 2020. 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.
7. 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.
8. Clinical and Laboratory Standards Institute. 2021. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: M100 (29th Edition), Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), Wayne, PA, USA.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.

16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Piddock, LJV. 2002. Fluoroquinolone resistance in *Salmonella* serovars isolated from humans and food animals. FEMS Microbiology Letters, 26,3-16.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. World Health Organization. 2015. Global action plan on antimicrobial resistance.
25. World Organisation for Animal Health. 2016. The OIE strategy on antimicrobial resistance and the prudent use of antimicrobials.
26. World Organisation for Animal Health. 2018. OIE LIST OF ANTIMICROBIAL AGENTS OF VETERINARY IMPORTANCE
27. 농림축산검역본부. 2003-2020. 「축산 항생제 내성균 감시체계 구축」보고서
28. 식품의약품안전처. 2013, 식품공전
29. 식품의약품안전청, 2010, 항생제 내성균 검사 표준 시험법

【참 여 기 관】

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

2021년도 「국가 항생제 사용 및 내성 모니터링 - 동물, 축산물 -」 보고서

2022년 7월 일 인쇄

2022년 7월 일 발행

발 행 처 :	농 림 축 산 식 품 부 조류인플루엔자방역과	Tel) 044-201-2562
	농 림 축 산 검 역 본 부 세 균 질 병 과	Tel) 054-912-0738
	식품의약품안전평가원 미 생 물 과	Tel) 043-719-4304
	한 국 동 물 약 품 협 회	Tel) 031-707-2470
인 쇄 처 :	마마커뮤니케이션	Tel) 031-442-1395