

<원 저>

국내 가축 및 수산에서 항생제 판매 추이(2003-2012)

임숙경^{1,*} · 이정은² · 이해숙² · 남향미² · 문동찬¹ · 장금찬¹ · 박연주¹ · 정운구¹ · 정석찬¹ · 위성환¹

¹농림축산검역본부, ²(사)한국동물약품협회

(접수: 2014년 1월 6일, 수정: 2014년 4월 2일, 게재승인: 2014년 4월 9일)

Trends in antimicrobial sales for livestock and fisheries in Korea during 2003-2012

Suk-Kyung Lim^{1,*}, Jeong-Eun Lee², Hye-Sook Lee², Hyang-Mi Nam¹, Dong-Chan Moon¹, Geum-Chan Jang¹, Yeon-Ju Park¹, Yun-Gu Jung¹, Suk-Chan Jung¹, Sung-Hwan Wee¹

¹Animal and Plant Quarantine Agency, Anyang 430-757, Korea

²Korea Animal Health Products Association, Seongnam 463-824, Korea

(Received: January 6, 2014; Revised: April 2, 2014; Accepted: April 9, 2014)

Abstract : In this study, trends in the sales of antimicrobials for use in livestock facilities and fisheries from 2003 to 2012 were investigated with regard to antimicrobial group, antimicrobial usage, and animal species. The overall amount of antimicrobials sold each year from 2003 to 2007 was 1,500 tons, after which they decreased, with the lowest sales being 936 tons in 2012. The total volume of antimicrobials used for feed additives decreased markedly by 94% from 2003 to 2012, which was mainly attributed to banning of feed additives. However, antimicrobial consumption through self prescription by farmers for disease prevention and treatment increased by 25% from 2003 to 2012. The largest volume of antimicrobials sold was for use in pigs (48~57%), followed by poultry (18~24%), fisheries (11~25%), and cattle (5~8%). Tetracycline was the highest selling antimicrobial, followed by penicillins and sulfonamides, although the overall sale of all three antimicrobials gradually decreased over the study period. This study demonstrated that the total consumption of antimicrobials has gradually decreased since 2008. Nevertheless, usage by nonprofessionals increased, which can ultimately cause emergence and spread of antimicrobial resistance. Thus, early establishment of veterinary prescription guidelines for prudent use of antimicrobials is urgently needed in Korea.

Keywords : antimicrobials, fisheries, livestock, sales

서 론

축산업에서 가축 질병을 치료하고 예방하기 위한 항생제 사용은 필수적이며 축산업 발전에도 많이 기여했다. 그러나 항생제 오, 남용에 따른 내성균 출현으로 최근에는 가축의 질병 치료에 어려움이 증가하고 있다 [1]. 또한 가축 유래 항생제 내성균은 가축 또는 축산물 등을 통해 사람으로 전달되어 사람의 중요한 질병 치료율을 저하할 수 있어 공중보건학적으로 매우 중요하게 부각되고 있다 [1, 17, 18].

World Health Organization(WHO)/Food Agriculture Organization(FAO)/World Organization for Animal Health(OIE)의

전문가들은 축산분야의 항생제 내성을 관리하기 위해서는 현황 파악을 위해 우선 나라별로 항생제 사용과 내성에 대한 체계적인 조사를 시행할 수 있는 국가 차원의 모니터링 시스템 구축의 필요성을 강조하였다 [17].

특히 항생제 및 항생제 내성균의 위해도를 분석하고, 항생제 사용 지침의 효과를 평가하고, 지속해서 항생제 사용에 대한 경향을 추적하는 등 항생제 내성 관리 정책을 결정하는 데 과학적이고 체계적인 항생제 사용에 대한 자료는 필수적이다. 정확하고 신뢰할 수 있는 사용량 자료를 얻기 위해 OIE에서는 항생제 사용량에 대한 모니터링 방법을 제시하고 있으며, 항생제 계열별, 집중 경로별, 축종별 그리고 생

*Corresponding author

Tel: +82-31-467-1770, Fax: +82-31-467-1778

E-mail: imsk0049@korea.kr

산 유형별(젖소 또는 육우 등), 동물 일령(사육단계)별 등 세부적으로 조사할 것을 권장하고 있다 [16].

덴마크 [4], 노르웨이 [13], 스웨덴 [16]을 비롯한 유럽 국가들은 축산 분야 항생제 사용에 대한 모니터링을 국가 차원에서 구축하여 체계적으로 운영하고 있다. 대부분 나라에서 항생제 함량을 대상으로 조사하며, 조사방법은 자료 제공(입력) 기관, 항생제 분류 시스템(anatomical therapeutic chemical, ATC) 적용 여부, 축종 및 투여 경로 등 나라별로 다소 차이가 있다 [4, 5, 12, 13, 14].

우리나라에서도 2001년 한국동물약품협회에서 자체 개발한 종합관리시스템인 성분통계 프로그램을 이용하여 국내 축산 및 수산용으로 판매되는 항생제에 대해 용도별, 축종별, 항생제별로 판매량을 조사하고 있으며 2001년부터 2003년 9월까지의 결과는 하 등 [9]이 보고하였다. 본 연구에서는 2003년부터 2012년까지의 국내 축산 및 수산용 항생제 사용 현황과 정부에서 추진해온 항생제 사용 관리 정책 추진에 따른 사용량 변화 등을 분석하였다.

재료 및 방법

2001년 한국동물약품협회에서 개발한 종합관리시스템인 성분통계 프로그램을 이용하여 2003년부터 2012년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 조사하였다 [2].

자료입력

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

용도별 항생제 판매량 조사

용도별 항생제 판매량은 배합사료 제조용, 자가치료 및 예방용, 수의사 처방용으로 구분하여 조사하였다. 배합사료 제조용은 사료 공장으로 판매된 항생제, 수의사 처방용은 동물병원으로 판매된 항생제, 자가치료 및 예방용은 도매상으로 판매된 항생제를 대상으로 하였다.

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.

항생제별 항생제 판매량 조사

국내 축산용 및 수산용으로 판매된 모든 항생제는 Clinical Laboratory Standards Institute 2012년 가이드라인 항생제 분류(class) 기준 [3]에 따라 16개 항생제 그룹으로 조사하였다.

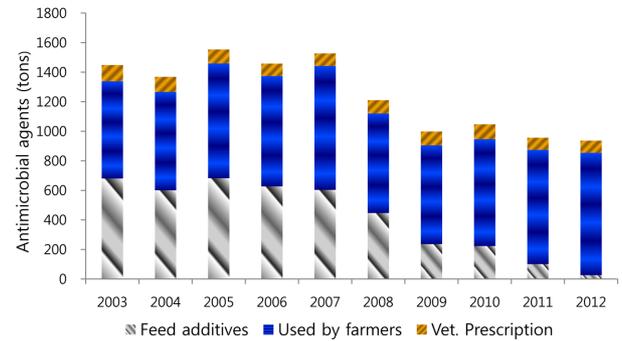


Fig. 1. Annual sales (tons, active substance) of feed additives, used by farmers, and veterinary prescription.

결 과

항생(항균)제 판매실적 총괄

2003년부터 2012년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제는 연간 약 1,249톤(936~1,553톤)으로 조사되었다. 2003년부터 2007년까지는 약 1,368~1,553톤 판매되었으나, 2008년부터는 점차 감소하여 2011년과 2012년에는 1,000톤 이하로, 가장 판매량이 많았던 2005년에 비해서는 약 40% 감소한 것으로 나타났다(Fig. 1).

용도별 항생제 판매량은 배합사료 제조용, 수의사 처방용, 자가치료 및 예방용으로 구분하여 조사한 결과, 자가치료 및 예방용으로 판매된 항생제는 약 674~839톤(평균 735톤)으로 전체 판매량 중 46~88%(평균 59%)를 차지하여 가장 많이 판매된 것으로 나타났다. 배합사료 제조용으로는 약 27~683톤(평균 423톤)으로 전체판매량의 약 3~47%를 차지하였으며 2007년까지는 전체 판매량의 약 40% 이상을 차지하였으나 2008년부터 점차 감소하여 2012년에는 약 27톤으로 약 3%를 차지하였다. 그러나 자가치료 및 예방용으로 판매된 항생제는 2003년 658톤에서 2012년 828톤으로 약 26% 증가하였다. 수의사 처방용으로는 약 82~110톤(평균 92톤)으로 전체 사용량의 약 5~10%(평균 7%)를 차지하였다(Fig. 1).

축종별 항생제 판매량

2003년부터 2012년까지 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 축종별로 조사한 결과, 돼지, 닭, 수산용, 소의 순으로 판매되었다. 가장 판매량이 많은 돼지에서는 연간 약 449~874톤(평균 683톤) 판매되었으며 전체판매량의 약 48~57%(평균 55%)를 차지하였다. 닭에서는 매년 약 194~348톤(평균 259톤)으로 전체판매량 중 약 18~24%(평균 21%), 소에서는 약 57~121톤(평균 90톤)으로 전체판매량 중 6~8%(평균 7%), 수산용으로는 약 165~275톤(평균 217톤)으로 약 12~25%(평균 17%)를 차지한 것으로 조사되었다.

연도별로 다소 차이는 있지만 대체로 가축용으로 판매된 항생제는 지속적으로 감소하였으나 수산용으로 판매된 항생제는 판매량 및 전체 판매되는 항생제에서 차지하는 비율이

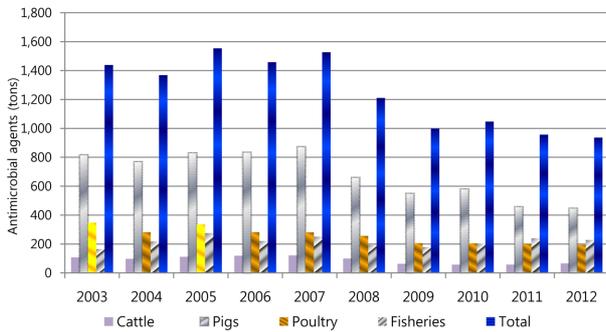


Fig. 2. Annual sales of antimicrobial sold (tons, active substance) by animal species.

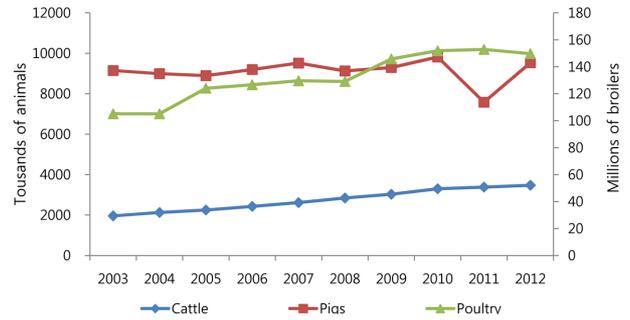


Fig. 4. Annual numbers of cattle, pigs and poultry in Denmark as an annual average of four quarters (data of animal numbers obtained from Statistics Korea).

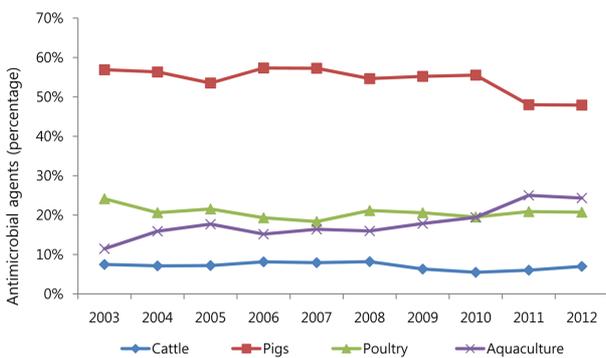


Fig. 3. Proportional sales of antimicrobials by animal species.

2009년부터 지속적으로 증가추세를 나타내어 2011년부터는 닭으로 판매되는 항생제 양보다 많이 판매되는 것으로 나타

났다(Figs. 2 and 3). 가축에서 전반적인 항생제 판매량 감소가 가축의 사육두수 감소에 의한 것인지 알아보기 위해 2003년부터 2012년까지 가축의 사육두수를 조사한 통계청 자료를 분석한 결과, 2011년에 돼지의 사육두수가 다소 감소하였지만 전반적으로 증가추세를 나타내었다(Fig. 4).

항생제별 항생제 판매량

축산용 및 수산용으로 판매된 항생제를 계열별로 조사한 결과, tetracycline계(평균 503톤), penicillin계(평균 183톤), sulfonamide계(평균 148톤)의 항생제가 가장 많이 판매되는 것으로 나타났다. 가장 판매량이 많은 tetracycline계 항생제는 연간 약 282~724톤(평균 503톤) 판매되었으며, 2007년까지는 약 600톤 이상이 판매되었으나 2008년부터는 점차 감소하여 2011년부터는 약 300톤으로 약 50% 이상 감소하였다.

Table 1. Annual sales of antimicrobials by antimicrobial classes

Antimicrobials	Amount of antimicrobial consumption (tons, active substance)									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tetracyclines	724	699	723	630	624	471	288	284	308	282
Penicillins	130	169	229	225	267	171	151	145	155	190
Sulfonamides	181	164	200	184	183	157	92	117	100	102
Macrolides	48	49	55	74	75	69	88	91	60	56
Quinolones	33	45	53	48	57	51	37	46	51	49
Ionophores	62	57	63	51	59	47	51	36	53	48
Polypeptides	25	24	34	35	39	44	97	117	57	10
Phenolics	10	20	25	28	34	36	55	64	59	83
Aminoglycosides	79	63	72	82	94	73	51	59	46	46
Pleuromutilins	15	13	18	23	21	20	35	35	22	18
Lincosamides	10	12	14	18	16	12	6	7	8	9
Cephems	10	2	2	3	2	3	3	5	6	8
Streptogramins	4	5	5	5	5	5	8	6	3	1
Orthosomycins	5	4	4	5	5	5	6	4	1	0
Glycolipid	5	3	3	2	2	2	2	2	1	0
Quinoxalines	30	35	16	10	13	18	5	0	0	0
Others	70	5	36	34	29	27	24	30	26	34
Total	1,439	1,368	1,553	1,458	1,527	1,211	998	1,047	956	936

그 외 판매량이 비교적 높았던 penicillin계 및 sulfonamide계의 항생제는 연도별로 다소 차이는 있으나 점차 감소 추세를 나타낸 반면 phenicol계와 cephalosporin계 항생제 사용은 지속해서 증가 추세를 나타내었다. Phenicol계 항생제 판매량은 2003년에 10톤에서 2012년에 83톤으로 판매량이 약 8배 이상 증가하였으며 cephalosporin계 항생제 판매량도 2004년 약 1.8톤에서 2012년에 7.8톤으로 약 4배 이상 증가하였다(Table 1).

고 찰

2003년부터 2012년까지 국내 축산용 및 수산용으로 판매된 항생제는 연간 약 1,000~1,500톤으로, 2008년부터 점차 감소하여 2011년 이후에는 1,000톤 이하로, 가장 판매량이 많았던 2005년과 비교 시 약 40% 이상 감소하였다. 가축에서 항생제 사용은 가축 사육두수, 질병발생 상황, 사육환경 등 여러 가지 요소에 의해 영향을 받기 때문에 판매된 항생제 감소로 실제 사용한 항생제가 감소했다고 판단하기는 어렵다.

따라서 이러한 판매량 감소가 국내 가축의 사육두수 감소에 의한 것인지 알아보기 위해 통계청에서 제공한 가축 사육두수를 분석한 결과(2003~2012년), 소와 닭의 사육두수는 점차 증가하여 2012년에는 2003년에 비해 소는 약 1.77배[1백만 9백6십 1천두(2003년)→3백만 4백7십 6천두(2012년)], 닭은 약 1.42배[1억 5백만 수(2003년)→1억 5천만 수(2012년)] 증가하였다(Fig. 4). 그러나 소와 닭에서 항생제 사용량은 점차 감소하여 2012년 항생제 사용량은 2003년에 비해 소는 약 40%, 닭은 약 45% 감소한 것으로 보고되었다. 따라서 국내 가축의 사육두수 증가에도 불구하고 항생제 판매량 감소는 실제로 가축에서 항생제 사용량이 감소한 것으로 생각된다. 또한 돼지의 사육두수는 2011년을 제외한 모든 기간 큰 차이를 보이지는 않았으나 항생제 판매량은 2005년에 비해 2012년에는 약 45% 감소하여 돼지에서도 항생제 사용량이 감소한 것으로 생각된다 [2, 11].

축종별 항생제 판매량을 조사한 결과 전체 판매량 중 돼지(평균 55%)에서 가장 많이 판매되었으며 닭(평균 21%), 소(평균 7%)의 순으로 판매되었다. 이는 다른 나라와 유사한 결과로 일본에서는 전체 판매량 중 약 54%가 돼지에 판매되었으며, 닭(16%), 소(8%)의 순으로 보고되었다 [9]. 그러나 덴마크에서는 돼지에서 76%, 소에서 11%, 닭에서 1%로 판매되는 것으로 보고되어 [4], 이는 나라별로 가축 사육두수, 축산사육환경 등이 다르기 때문으로 생각된다. 그러나 일반적으로 소보다 돼지와 닭에서 항생제가 많이 사용되는 것으로 보고되고 있으며 [1], 이는 소에 비해 이들 가축은 주로 밀집 사육되고 있어 이에 따른 스트레스 증가 및 면역력 저하로 질병에 취약해서 항생제 사용이 많은 것으로 생각된다. 또한 돼지와 닭에서는 개체치료보다는 배합사료나 음수에 혼합하여 군 단위로 투여하기 때문에 사용량이 많은 것으로 생각되며 축종별로 서로 다른 사육환경 시스템으로 항생제 사

용량이 차이가 있을 것으로 생각된다.

항생제 계열별로 판매량(연간평균)을 조사한 결과, tetracycline계(503톤), penicillin계(83톤), sulfonamide계(148톤)의 항생제가 가장 많이 판매된 것으로 나타났다. 2001~2005년까지 조사한 일본 판매량(연간평균) 결과에서도 tetracycline계(417톤)가 가장 많이 판매되었으며, 그 외 sulfonamide계(145톤), macrolide계(103톤), penicillin계(23톤) 순으로 판매되어 [9], macrolide계 항생제를 제외한 다른 항생제 판매 경향은 국내와 유사하였다. 덴마크의 결과(2011년)에서도 penicillin계(36톤), tetracycline계(31톤), sulfa-TMP계(14톤), macrolide계(12톤) 순으로 [4], 판매량은 나라별로 다소 차이가 있었으나 항생제 종류는 대체로 유사하였다.

국내 배합사료 제조용 항생제 사용 금지 정책은 1990년 중반부터 사람에서 사용하는 항생제와 동일 제제이거나 교차내성을 일으키는 항생제, 그리고 독성이 강한 항생제를 중심으로 추진해오다가 2011년 7월에 항콕시든펙테제를 제외한 모든 항생제를 전면 금지하였다. 금지 후 전체판매량은 2003년에 비해 2012년에는 약 40% 감소하였으며, 2012년에는 배합사료 제조용으로는 항콕시든펙테제 약 27톤만 판매된 것으로 조사되었다.

이러한 결과는 1990년대부터 성장촉진목적으로 항생제 사용을 금지한 덴마크 등 유럽국가에서도 유사하게 나타났다 [6, 7]. 덴마크에서는 전체 항생제 판매량이 금지 전(1996년) 보다 금지 후(2003년)에 약 35% 감소하였으며, 스웨덴은 금지 후 2년(1986~1988년) 동안 육계에서 괴사성 장염 예방 및 치료와 돼지의 이유단계에서 여러 가지 질병을 예방하기 위해 사용한 항생제 증가로 판매량이 약 21% 증가하였으나 2003년에는 다시 절반 수준(약 47%)으로 감소하였다 [6].

배합사료 제조용 항생제 사용 금지 후 항생제별 사용량 변화를 분석한 결과, tetracycline계 항생제는 2007년까지는 약 600톤 이상을 판매되었으나 2008년부터는 점차 감소하여 2011년에 약 300톤으로 2007년 이전보다 약 50% 이상 감소되었다. 이러한 감소는 tetracycline계 항생제가 주로 배합사료 제조용으로 사용되었으며, 배합사료 제조용 사용 금지 정책 추진으로 국내 축산용 항생제 중에서 가장 많이 감소한 것으로 생각된다. 그러나 주로 치료용으로 사용되는 항생제 중 phenicol계 항생제와 cephalosporin계 항생제 판매량은 2003년과 2004년보다 현저하게 증가하였다.

WHO에서는 항생제 중 사람에서 중요한 감염성질환 치료에 사용되고 대체 항생제가 없는 항생제인 (fluoro)quinolone계, 3세대와 4세대 cephalosporin계, macrolide계 항생제를 critically important antimicrobials로 분류하고 우선으로 관리가 필요하다고 강조하고 있다 [18]. 이들 3계열 항생제 판매량은 macrolides계가 약 48~91톤(평균 66톤), quinolone계는 약 33~57톤(평균 47톤), cephalosporin계는 약 2~10톤(평균 4톤) 판매된 것으로 나타났다. 2000년부터 2005년까지 일본에서 이들 항생제 연간 판매량(평균)은 macrolide계 항생제가 약 103톤, fluoroquinolone계가 약 6.5톤, cephalosporin계가

약 2.4톤으로 보고되어 [9], 일본에서는 macrolide계 항생제가 많이 사용됐지만 국내에서는 fluoroquinolone계 항생제가 많이 판매된 것으로 조사되어 국가별로는 다소 차이가 있었다. 이는 국가별로 질병 발생상황, 항생제 선호도, 질병 관리 방법, 항생제내성 관리 전략 등이 다르기 때문으로 생각된다.

우리나라에서는 2013년 8월부터 수의사 처방제가 시행되었으나 단계적으로 도입되기 때문에 항생제는 우선 공중보건학적으로 중요한 20종만 적용되고 있다. 또한 축주나 약품 판매업자 등 비전문가들이 자유롭게 항생제를 구입하여 사용하는 자가치료 및 예방용 항생제 판매량은 2003년에 약 658톤(전체 항생제의 45%)이었으나 2012년에는 약 828톤(전체 항생제의 88%)으로 증가하고 있어, 이에 대한 항생제 사용 관리가 필요할 것으로 생각된다.

WHO/FAO/OIE에서는 국제적으로 비교할 수 있고 함께 공유할 수 있는 항생제 사용에 대한 전체판매량, 축종별, 연령별, 기간별, 지역별 판매량 자료를 표준화된 방법으로 조사해야 하며 그 결과는 표준화된 단위로 표현되어야 한다고 강조하고 있다 [5]. 사람에서 사용하는 항생제에 대해서는 국제적인 약물분류기준(Anatomical Therapeutic Chemical)에 따라 의약품의 일일 사용량은 DDD(Defined Daily Dose: 인구 1,000명의 성인이 소비한 항생제량) 값에 따라 사용량을 산출하고 있다 [5, 12, 14].

그러나 동물은 축종별로 대사과정이나 체중의 차이가 크기 때문에 유사한 체중을 가지고 있는 사람에 적용하는 DDD 단위를 동물에도 동일하게 적용하는 것은 정확하지 않다. 그 대안으로 덴마크의 항생제 사용량 프로그램인 VetStat에서는 ADDs[animal (defined) daily dose]로 조사하고 있다. ADD는 사용한 항생제량을 축종/일령별로 표준 체중과 하루 투여량을 반영하여 일일 투여량을 산출하므로 절대량으로 조사한 결과에 비해 좀 더 정확하게 사용량을 산출할 수 있다 [5, 10, 14, 15].

항생제 내성 관리를 위한 위해도 평가, 가이드라인 설정, 정책 결정 등을 위해서는 무엇보다도 나라별로 항생제 사용에 대한 자료가 필수적이다. 따라서 좀 더 정확한 사용량 자료를 얻기 위해서는 국내에서도 축산에서 사용하는 항생제를 국제표준분류법에 따라 분류하고 조사 방법도 투여경로, 축종, 사육단계, 질병 등 좀 더 세분화하고 모든 처방된 항생제를 입력할 수 있는 전산시스템 개발 및 임상 수의사 교육 등이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 국내 축산분야 항생제 판매량 조사 방법은 동물용 의약품 판매업체에서 판매량을 축종별, 판매경로별, 항생제별로 입력하고 그 결과를 분석하고 있어 연도별로 사육두수, 질병발생, 일령, 투여경로 등에 따른 요인들을 반영하지 못해 실제 사용하는 항생제량과 다소 차이가 있을 수 있다. 따라서 추후 수의사 처방제가 정착되어 처방된 항생제에 대한 축종별, 질병별, 일령별, 처방기간별, 투여경로 등 세부 자료 등이 전산화가 되면 좀 더 과학적이고 객관적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산검역본부 농림축산검역사기술개발사업(C-AD13-2006-14-04)의 지원으로 수행되었습니다.

References

1. **Aarestrup FM.** Association between the consumption of antimicrobial agents in animal husbandry and the occurrence of resistant bacteria among food animals. *Int J Antimicrob Agents* 1999, **12**, 279-85.
2. **QLA.** Establishment of antimicrobial resistance surveillance system for livestock 2011. pp. 15-27, Animal and Plant Quarantine Agency, 2012.
3. **CLSI.** Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Third Informational Supplement. CLSI document M100-S23. pp. 190-195, Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, 2013.
4. **DANMAP 2012.** Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, foods and humans in Denmark. pp. 25-36, Copenhagen, ISSN 1600-2032.
5. **Grave K, Jensen VF, McEwen S, Kruse H.** Monitoring of antimicrobial drug usage in animals: methods and applications. pp. 375-396, ASM press, Washington DC, 2006.
6. **Grave K, Jensen VF, Odensvik K, Wierup M, Bangen M.** Usage of veterinary therapeutic antimicrobials in Denmark, Norway and Sweden following termination of antimicrobial growth promoter use. *Prev Vet Med* 2006, **75**, 123-132.
7. **Grave K, Torren-Edo J, Mackay D.** Comparison of the sales of veterinary antibacterial agents between 10 European countries. *J Antimicrob Chemother* 2010, **65**, 2037-2040.
8. **Ha JI, Hong KS, Song SW, Jung SC, Min YS, Shin HC, Lee GO, Lim KJ, Park JM.** Survey of antimicrobial agents used in livestock and fishes. *Korean J Vet Public Health* 2003, **27**, 205-217.
9. **Harada K, Asai T.** Role of antimicrobial selective pressure and secondary factors on antimicrobial resistance prevalence in *Escherichia coli* from food-producing animals in Japan. *J Biomed Biotechnol* 2010, Epub ahead of print. doi: 10.1155/2010/180682.
10. **Jensen VF, Jacobsen E, Bager F.** Veterinary antimicrobial-usage statistics based on standardized measures of dosage. *Prev Vet Med* 2004, **64**, 201-215.
11. **KOSTAT.** Livestock Statistics Survey 1983/4-2014/1. Statistics Korea, Seoul, 2014.
12. **Nicholls T, Acar J, Anthony F, Franklin A, Gupta R, Tamura Y, Thompson S, Threlfall EJ, Vose D, van Vuuren M, White DG, Wegener HC, Costarrica ML.** Antimicrobial resistance: monitoring the quantities of antimicrobials used in animal husbandry. *Rev Sci Tech* 2001, **20**, 841-847.
13. **NORM/NORM-VET 2011.** Usage of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Norway. pp. 15-20, Tromsø/Oslo, ISSN 1502-2307 (print) / 1890-9965 (electronic).
14. **Silley P, Simjee S, Schwarz S.** Surveillance and monitoring of antimicrobial resistance and antibiotic consumption in humans and animals. *Rev Sci Tech* 2012, **31**, 105-120.
15. **Stege H, Bager F, Jacobsen E, Thougard A.** VETSTAT-the

- Danish system for surveillance of the veterinary use of drugs for production animals. *Prev Vet Med* 2003, **57**, 105-115.
16. **SWEDRES/SVARM 2012**. Use of antimicrobials and occurrence of antimicrobial resistance in Sweden. pp. 37-40, Solna/Uppsala, ISSN 1650-6332.
17. **World Health Organization**. Joint FAO/OIE/WHO Expert Workshop on Non-Human Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance: Scientific assessment. pp. 10-14, WHO, Geneva, 2003.
18. **World Health Organization**. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine. 3rd rev. pp. 10-14, WHO, Geneva, 2011.