

서울 시내 도축장의 소·돼지 지육에 대한 잔류물질 (tetracyclines, β -lactams, chloramphenicol, sulfonamides) 함량 조사

김두환¹, 이재신, 함희진, 기노준, 이정학

서울특별시 보건환경연구원
(접수 2004. 8. 17, 게재승인 2004. 8. 25.)

Survey on the residual drugs (tetracyclines, β -lactams, chloramphenicol, sulfonamides) on beef and pork carcass at abattoir in Seoul

Doo-Hwan Kim¹, Jae-Shin Lee, Hee-Jin Ham, No-Joon Ki, Jung-Hark Lee

Seoul Metropolitan Health & Environment Research Institute, Seoul, 137-734, Korea
(Received 17 August 2004, accepted in revised form 25 August, 2004)

Abstract

It was carried out to compare the residual materials by EEC 4-plate, Charm II and HPLC method in the muscles of cattle and pigs from slaughter-houses in Seoul from 2000 to 2003.

Residual materials were detected from 1.10%(73/6,623) samples by EEC 4-plate method, and 10.93%(55/503) samples by Charm II method.

The highest residual concentration(ppm) of oxytetracycline, tetracycline, chloramphenicol, chlortetracycline, sulfamethazine, sulfamerazine, sulfadimethoxine, penicillin and sulfamonomethoxine were 25.5, 3.46, 3.26, 1.5, 0.3, 0.2, 0.2, 0.14, and 0.07, respectively.

Eighty nine samples were classified as 58(65.17%) only tetracyclines, 20(22.47%) only sulfonamides, 3(3.37%) only β -lactams, 2(2.25%) only chloramphenicol, 4(4.49%) tetracyclines and sulfonamides simultaneously, 1(1.12%) chloramphenicol and sulfonamides simultaneously, and 1(1.12%) chloramphenicol, sulfonamides and tetracyclines simultaneously.

Key words : residual drugs, EEC 4-plate, Charm II

¹Corresponding author

Phone : +82-2-570-3236, Fax : +82-2-570-3206

E-mail : kdhd01018@hanmir.com

축산농가에서 사육된 소·돼지는 전국에 산재하는 도축장을 통하여 도축되고 여러 단계의 유통경로를 거쳐 우리의 식탁 위에 오르고, 또한 국외로 수출된다. 하지만 축산물을 비롯한 각종 식품의 안전성에 대한 국내·외적 요구는 날로 높아지고 있으며 실제 소비자가 확인 가능한 품질보증제도가 요구되고 있다.

이에 따라 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission)와 우리 정부에서도 축산물가공처리법에 축산물의 원료관리, 처리·가공 및 유통의 전 과정의 위해 요소를 사전에 관리·차단할 수 있는 축산물위해요소중점관리기준¹⁾(HACCP)을 적용하도록 유도하고 있으며, 농림부는 국내 소비자의 욕구와 국가간의 수입자유화에 따른 무역마찰 등에 대비하여 축산물 중 잔류물질 분석법 및 허용기준을 제정고시^{2~4)}하고 도축장에 출하되는 소, 돼지에 대한 합성항균제, 항생제, 농약, 호르몬의 모니터링 검사 등 잔류검사를 규정하고 있다.

오늘날 우리 사회에서 식품에 대한 관심은 지대하며 시민들의 신뢰감을 잃은 식품은 더 이상 시장에 발을 붙일 수 없는 실정이다. 따라서 가축의 생체량 증진만을 중시하는 축산농가에도 많은 변화가 요구되고 있다. 철저한 관리 프로그램에 의하지 않는 자의적 항생제 사용은 단기적으로 수익이 있을지 모르지만, 장기적으로는 소비자들로부터 외면당하는 위기를 맞게 될 것이다.

유해 잔류물질 검사는 식육 중의 유해 잔류물질을 탐색하여 잔류물질이 남아있는 식육이 시장에 유통되는 것을 차단함으로써 식육의 안전성에 대한 시민들의 불안감을 해소시켜 소비를 촉진시키고, 축산농가에 대해서는 올바른 항생제 등의 사용에 대한 기준을 제시하는 기초 자료로 제공하며, 또한 지속적인 검사를 통하여 우리의 실정에 맞는 새로운 검사기법의 개발 등에 기여한다.

시험 재료

2003년 1-12월까지 서울시 송파구 가락동에 소재하는 농협중앙회 서울축산물공판장에 출하된 가축 중 소 2,403두, 돼지 4,220두에서 지육 100g씩을 채취하여 EEC 4 - plate method를 실시하고, 긴급도살, 화농·주사자국 등이 있거나 잔류위반이 의심되는 소 488두, 돼지 15두의 지육을 100g씩 채취하여 radioimmunoassay method(Charm II)를 실시하여 항생제 및 합성항균제 양성반응을 나타낸 128건을 High Performance Liquid Chromatography(HPLC) 방법으로 분석하여 β -lactams, tetracyclines, sulfonamides 그리고 chloramphenicol 등 4종의 항생제 및 합성항균제 계열을 정량하기 위해 사용하였다.

시험 방법

EEC(European Economic Community) 4-plate method에 의한 간이정성검사

아포 현탁액 조제 : *Bacillus subtilis*(BGA) 아포 부유액(10^7 CFU/ml, Merck, U.S.A.) 2ml 에 멸균증류수(D.W.) 8ml를 첨가하여 아포수를 2×10^6 /ml로 조절하여 사용하였다.

배지조제 : pH 6.0(No.10663), 7.2(No.15787), 8.0(No.10664)의 Test agar(Merck, U.S.A.)을 사용하여 각각의 검사 건수에 따른 일정량의 증류수와 pH별 Test agar를 넣고 끓인 배지를 12 1°C 15분 고압 증기 멸균하여 50°C water bath에 약 30분간 방치 후 배지 100ml당 아포 현탁액 1ml를 첨가하여(배지 ml당 아포수 2×10^4) 사용하였다.

이때 pH 7.2 배지에는 sulfonamides와 높은 상승효과를 나타내는 trimethoprim(Sigma, T-7883, $10.0 \mu\text{g/ml}$, U.S.A.)을 배지 100ml당 0.5 ml씩 추가하였다. 이 배지를 petridish(87×15mm, 녹십자)에 6.5ml씩 분주하여 뚜껑을 살짝 열어 둔 상태로 약 30분간 방치 후 사용하였다.

시험조작 및 판정 : 시료(지육)의 중간 부위를 멸균된 외과용 칼로 절개하고 그 사이에

disk(Advantec, Japan) 3개를 삽입하여 시료의 육즙이 충분히 스며들게 한 후 준비된 배지에 pH별로 1개씩 가볍게 눌러 petridish 1개당 상·하·좌·우 형태로 시료 4건을 함께 검사하였다. 실온에서 약 30분간 방치한 후 32°C incubator에 넣어 약 20시간 배양하였으며, 항생물질의 농도에 의한 균주의 발육 억제대가 disk 직경 10mm를 포함하여 14mm 이상을 나타내는지 여부를 관찰하였다.

Radioimmunoassay method (Charm II)에 의한 간이정성검사

기기 : Charm II system analyzer(New # 7600, Charm Science Co., U.S.A.)를 사용하였다.

시약 : Charm Science Co(U.S.A.)의 Multiantimicrobial standard, Zero standard, MSU buffer, M₂ buffer, Optifluor, β -lactams, sulfonamides 및 tetracyclines kit를 사용하였다.

시료의 전처리 : 50ml 원심 분리관에 MSU buffer 30ml를 넣고 여기에 세절한 시료 10g을 넣은 후 믹서기로 약 30초간 갈아서 균질화시켜 80°C 항온 블럭에 넣어 약 45분간 가열하였다. 얼음물(ice water bath)에서 10분간 냉각시켜 원심분리(4,300 rpm, 10 분)한 후 여과지를 이용하여 상층액을 여과하고 M₂ buffer를 사용하여 pH를 7.5로 조절하여 사용하였다.

시험조작 및 판정 : 시험관에 각각의 항균물질 계열별 미생물 수용체 정제시약과 증류수 300 μ l를 넣고 15초간 혼합하여 시료 추출액을 β -lactams 2ml, sulfonamides와 tetracyclines 4 ml씩 넣고, β -lactams계열은 약 15초간 혼합하

여 55°C 항온 블럭에 2분간 가열하고, 이어서 항균물질 정제 시약을 넣어 약 15초간 혼합하여 다시 2분간 가열하였다.

sulfonamides와 tetracyclines 계열은 항균물질 정제시약을 넣은 후 약 15초간 혼합하여 각각 65°C에서 3분, 35°C에서 5분간 가열하였다. 4,300rpm에서 β -lactams, sulfonamides는 3분간, tetracyclines는 5분간 원심분리 하여 상층액은 버리고 멸균증류수 300 μ l를 가하여 약 15초간 혼합하고 optifluor 3ml를 가하여 약 15초간 혼합한 후 analyzer에서 측정하였다. 시료의 count per minute(cpm) 값이 각 계열별 cp(control point)값보다 낮은 경우 양성으로 판정하였다.

High Performance Liquid Chromatography (HPLC)에 의한 정량검사

EEC 4-plate method와 radioimmunoassay method(Charm II)에서 양성 반응을 보이는 시료에 대해 정량검사를 실시하였으며, 시험방법은 식품공전 제7. 일반시험법 15. 축산식품중의 잔류물질시험법⁵⁻⁶⁾에 의하였다. 분석조건은 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

EEC 4-plate method에 의한 간이정성검사 결과

2003년 6,623두를 검사한 결과 73두(1.10%)가 양성으로 나타났다. 이 가운데 소는 2,403두

Table 1. Analytical condition of HPLC

	β -lactams	Sulfonamides	Tetracyclines
Column	Symmetry C ₁₈ (3.9mm×150mm, 5 μ m)	Nova-park C ₁₈ (3.9mm×150mm, 4 μ m)	Cap cell C ₁₈ (4.6mm×250mm, 5 μ m)
Detector	UV 325nm	UV 270nm	UV 360nm
Mobile phase	0.1M phosphate buffer containing 0.0157M thiosulfate : acetonitrile (75 : 25)	0.1M KH ₂ PO ₄ : acetonitrile (85 : 15)	0.01M oxalic acid : acetonitrile : methanol (720 : 180 : 100)
Flow rate	1.0ml/min	1.0ml/min	1.0ml/min

Table 2. Screening test of residual materials by EEC 4-plate in beef and pork

Species	Year	No of slaughtered	No of tested	No of positive(%)
Beef	2003	78,624	2,403	3 (0.13)
	2000~2002	272,863	6,940	21 (0.30)
Pork	2003	567,893	4,220	70 (1.66)
	2000~2002	2,539,150	11,530	115 (1.00)
Total		3,458,530	25,093	209 (0.83)

Table 3. Screening test of residual materials by radioimmunoassay in beef and pork

Species	Year	No of tested	No of positive (%)
Beef	2003	488	53 (10.86)
	2000~2002	860	93 (10.81)
Pork	2003	15	2 (13.33)
	2000~2002	8	2 (25.0)
Total		1,371	150 (10.94)

중 3두(0.12%)가 양성이었고, 돼지는 4,220두 중 70두(1.66%)가 양성으로, 전 3년 동안 소, 돼지의 평균 검출율 0.30%, 1.0%에 비하여 소는 낮았으나 돼지는 다소 높았다(Table 2).

Radioimmunoassay(Charm II)에 의한 간이 정성검사 결과

2003년에 Charm II를 이용하여 503두를 검사한 결과 55두(10.93%)에서 양성반응이 나타났다. 이 가운데 소는 488두 중 양성 53건으로 10.86%의 검출율을 보여, 2000년~2002년까지 3년간 평균 검출율 10.81%와 유사하였고, 돼지는 15두 중 2두에서 양성반응을 보이는데 그쳤는데, 이는 긴급도축이 없었던 관계로 인해 2000년부터 4년간 돼지 검사두수가 23두에 불과한 때문이었다(Table 3).

고속액체크로마토그래프(HPLC)에 의한 정량검사 결과

2003년 EEC 4-plate method와 radioimmunoassay method에서 검출된 128두(소 56건, 돼지 72건)를 HPLC로 정량 검사한 결과 Table 4-6과 같이 chlortetracycline의 8종의 잔류물질

이 89두(소 34두, 돼지 55두)에서 검출되었다. 한 종류의 항생제 사용이 56두(소 27건, 돼지 29건)였으며, 이 중 19두(소 8두, 돼지 11두)가 허용 기준치를 초과하였고, 2종 이상의 항생제가 동시에 검출된 경우가 33두(소 7두, 돼지 26두)였으며 이 중 허용 기준치 초과는 18두(소 3두, 돼지 15두)였다.

항생제 종류별로 살펴보면 tetracyclines 계열은 chlortetracycline 20두, tetracycline 9두, oxytetracycline 5두의 단독 검출 및 동일 계열 2종류 이상 동시 검출이 24두, 타 계열 항생제와 동시검출이 6두로 나타나 총 64두(71.91%)로 가장 높은 검출 빈도를 보였다.

다음은 sulfonamides 계열로 sulfamethazine 7두, sulfamerazine 5두, sulfamonomethoxine 3두, sulfadimethoxine 2두의 단독 검출과 3두의 동일 계열 동시 검출, 5두의 타 계열 동시 검출로 총 25두(28.08%)의 검출 빈도를 나타냈다.

특히 chlortetracycline은 46두에서 검출되었는데 이 중 43두가 돼지에서 검출되어 소에서는 거의 사용하지 않는 것으로 나타났으며, penicillin은 소에서만 3두가 검출되었다.

chloramphenicol의 경우는 사용이 금지된 약

물임에도 불구하고 소, 돼지에서 각 2두씩 검출되었으며, oxytetracycline은 허용 기준치의 255배(25.5ppm), tetracycline은 14배(3.46ppm)가 검출되는 경우도 있어서 항생제 잔류의 위험성을 새삼 환기시켰다.

2003년 간이(정성)검사에서 양성을 나타낸 시료 128건(소 56건, 돼지 72건)에 대하여 정량검사를 실시한 결과 소에서는 19.64%(11/34)이, 돼지에서는 36.11%(26/55)가 기준치를 각각 초과하였고, 2000~2002년 사이의 3년 동안에는 간이(정성)검사 양성 시료 151건(소 114건, 돼지 37건)에 대하여 정량검사를 실시한 결과 소에서는 47.37%(54/66)이, 돼지는 51.35%(19/25)가 기준치를 초과하여, 간이검사에서 양성 반응이 나타나면 소는 약 20%, 돼지는 약 40%가 확정(정량)검사 결과 항생제 함유량이 기준치를 초과하는 것으로 나타났다.

그리고, 2003년 EEC 4-plate method를 통해 검사한 결과 돼지는 1.66%(70/4,220)가 양성 반응을, 소에서는 0.13%(3/2,403)만이 양성으로

판정되어 간이검사 양성율에서 무려 13배나 차이가 났다. 이러한 결과는 축산농가에서 가축을 도축장에 출하하기 전에 충분한 기간동안 사육 후기 사료를 급여하여 체내 항생제 잔류를 방지해야 하지만, 영세농가가 많은 돼지 사육에 있어서는 부적절한 환경 속에서 질병 없이 돼지를 키우기 위해서 부득이하게 항생제 함유사료를 지속적으로 급여하는 것이 원인인 것으로 추정된다.

Table 7에 나타나 있듯이 HPLC를 이용한 정량검사 결과 2000~2003년 사이에 국내에서 사육되는 소·돼지에서 가장 많이 사용되고 있는 항생물질은 tetracycline계 약물인 것으로 확인되었으며 그 중에서도 chlortetracycline은 거의 돼지(97.5%)에서만 사용되었고, oxytetracycline은 2000~2002년까지는 거의 소(98.0%)에서만 사용되어 오다가 2003년부터는 2종 이상의 항생제가 혼합한 형태로 오히려 돼지(63.2%)에서 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. 2000년~2002년 동안에 전혀 검출된 바

Table 4. Single residue detected in beef and pork by HPLC in 2003

Residual drug*	MRL ³⁾ (mg/kg)	Beef				Pork			Total	
		Range** (ppm)	No of detection	No of unsuitable		Range (ppm)	No of detection	No of unsuitable	No of detection	No of unsuitable
Tetracyclines	CTC	≤0.1	0.01-0.07	1		0.02-0.5	19	8	20	8
	OTC	≤0.1	0.02-25.5	3	2	0.002-0.2	2	2	5	4
	TC	≤0.25	0.08-3.46	4	1	0.008-0.26	5	1	9	2
β-lactams	P	≤0.05	0.02-0.14	3	2	none			3	2
Chloramphenicol	CM	none	0.036-3.26	2	2	0.84-1.86			2	2
Sulfonamides	SMT	≤0.1	0.03-0.3	4	1	0.02-0.1	3		7	1
	SMR	≤0.1	0.001-0.1	5		0.003-0.2			5	
	SDM	≤0.1	0.1	2		0.2			2	
	SMM	≤0.1	0.01-0.07	3		0.01-0.03			3	
Total				27	8		29	11	56	19

*CTC; chlortetracycline, OTC; oxytetracycline, TC; tetracycline, P; penicillin, CM; chloramphenicol, SMT; sulfamethazine, SMR; sulfamerazine, SDM; sulfadimethoxine, SMM; sulfamonomethoxine.

**range (ppm): all detected residues.

가 없는 tetracycline이 34건이나 검출되었으며, 2002년 단 1건만 검출되었던 sulfamerazine도 8건이나 검출되어 항생제 사용의 변화추세를 가늠해 볼 수 있었다. 또한 한국동물약품협회의 연간 약품판매량 통계자료에 의하면 2003년 1월에 동물투여용 합성항균제 판매량이 전년도 대비 113.2%가 증가한 것으로 나타나 2003년도에 합성항균제가 많이 사용되었음을 간접적으로 증명해주고 있다.

항생제의 사용방법에 있어서도 큰 변화가 있는 것으로 확인되었는데, 2000~2002년까지는 단일 항생제 검출이 대부분이었으나(단일 : 복합 = 10 : 1), 2003년 검사결과 2종 이상의 항생제가 동시 검출되는 비율이 높은 것으로 나타나(단일 : 복합 = 1 : 1) 혼합제제 사용이 일반화되고 있음을 알 수 있었다.

이는 약물의 상승효과에 의한 항균작용을 강화하려는 방편이라고 볼 수 있으나 다른 한편으로 생각하면 지나친 광범위 항생제 사용으로 인하여 가축에 항생제 내성균 유발을 조장할 수 있으며, 정육 중에 항생물질이 잔류할 경우 이를 섭취하는 인간에게도 항생제 내성 등 각종 부작용⁷⁾이 발생될 우려가 크다는 것을 암시하고 있는 것이다. 따라서 식육 중의 유해 잔류물질 조사는 단순한 조사로 끝나서는 안 되고 시민 건강 증진을 위한 필수적인 자료로 활용되어야 할 것이다. 또한 가축사육 농가에 대한 홍보를 강화하여 항생제 오·남용을 예방하고, 신속·정확한 검사방법 개발 및 검사인원 확충을 통하여 검사를 받지 않은 가축의 지육이 시중에 유통되는 일이 없도록 적극적인 대처 방안이 모색되어야 할 것이다.

Table 5. Multi-residues detected in beef and pork by HPLC in 2003

Residual drugs	Beef		Pork		Total	
	No of detection	No of unsuitable	No of detection	No of unsuitable	No of detection	No of unsuitable
CTC ^d · TC	1		12	4	13	4
CTC ^{1*} · OTC ^{1*}	1	1	3	2	4	3
OTC ² · TC	2	1	1	1	3	2
OTC [*] · TC [*] · SMT	1	1			1	1
CTC ^{1*} · OTC [*] · TC			4	2	4	2
CTC · OTC ¹ · SMM			1	1	1	1
CTC · OTC · SMM · TC ¹			1	1	1	1
CTC [*] · TC [*] · SMR [*] · SDM [*]			1	1	1	1
SDM · SMR	1				1	
SMM · SMT	1				1	
SMM · SMT ¹ · SMR			1	1	1	1
CTC · TC · CM ¹			1	1	1	1
CTC · TC · SMM · SMT · CM ¹			1	1	1	1
Total	7	3	26	15	33	18

¹⁻⁴: multi-determined and single unsuitable.

* : multi-determined and multi-unsuitable.

Table 6. Total detected in beef and pork by HPLC from 2000 to 2003

Species	Year	No of positive by EEC 4-plate (A)	No of unsuitable by HPLC	No of positive by Charm II (B)	No of unsuitable by HPLC	Total		
						No of positive (A+B)	No of detection by HPLC(%)	No of unsuitable by HPLC(%)
Beef	2003	3	0	53	11	56	34 (60.71)	11 (19.64)
	2000~2002	21	12	93	42	114	66 (57.89)	54 (47.37)
Pork	2003	70	25	2	1	72	55 (76.39)	26 (36.11)
	2000~2002	37	19	0	0	37	25 (67.57)	19 (51.35)
Total		209	88	150	54	359	230 (64.07)	142 (39.55)

Table 7. Residues detected in beef and pork from 2000 to 2003

Each drugs		Beef				Pork				Total			
		Single residues		Multi residues		Single residues		Multi residues		Single residues		Multi residues	
		2003	2000~2002	2003	2000~2002	2003	2000~2002	2003	2000~2002	2003	2000~2002	2003	2000~2002
Tetracyclines	CTC	1		2		19	71	24	2	20	71	26	2
	OTC	3	45	4	3	2		10	1	5	45	14	4
	TC	4		4		5		21		9		25	
β-lactams	P	3	6							3	6		
	AM*		1								1		
Chloramphenicol	CM	2			1			2		2		2	1
Sulfonamides	SMT	4	3	2	2	3	2	2	1	7	5	4	3
	SMR	5		1	1			2		5		3	1
	SDM	2	5	1	2			1		2	5	2	2
	SMM	3	1	1				4		3	1	5	
	SQ*		1								1		
Total		27	62	15	9	29	73	66	4	56	135	81	13

*AM; ampicillin, SQ; sulfaquinolone

결 론

2003년 서울시 송파구 가락동에 소재하는 농협중앙회 서울축산물공판장에서 도축된 소와 돼지를 대상으로 유해 잔류물질의 사용 현황을 조사하고 2000~2002년까지 조사된 성적과 비교·분석하여 축산농가에서의 잔류물질 사용실태 및 변화 추이를 파악함으로써 축산물의 안

전성 확보를 위한 기초 자료를 제공코자 EEC 4-plate method, radioimmunoassay (Charm II), HPLC를 이용하여 검사하였으며, 그 결과는 다음과 같았다.

1. 모니터링 프로그램에 의해 EEC 4-plate method를 이용하여 소 2,403두, 돼지 4,220두를 검사한 결과, 이 중 소 3두(0.13%), 돼지 70두(1.66%)에서 양성반응이 나타나 합

계 1.10%(73/6623)의 양성율을 나타냈다.

2. 규제검사 프로그램에 의해 CharmⅡ를 이용하여 긴급도축 또는 잔류 위반 의심 축 503두(소 488두, 돼지 15두)를 검사하여 소는 53두(10.86%), 돼지는 2두(13.33%)가 양성으로 확인되어 합계 10.93%(55/503)이었다.
3. EEC 4-plate method 및 radioimmunoassay(CharmⅡ)에서 양성반응을 나타낸 128건(소 56건, 돼지 72건)을 대상으로 HPLC로 정량검사를 실시한 결과 소는 34건(60.71%)에서 유해 잔류물질이 검출되어 이 중 11건(19.64%)이 허용기준치를 초과하였고, 돼지는 55건(76.39%)에서 유해 잔류물질이 검출되어 이 중 26건(36.11%)이 허용기준치를 초과하였다.
4. 89두(소 34두, 돼지 55건)에서 유해 잔류물질이 검출되었으며 이 중 소에서는 oxytetracycline이 7두(20.59%)로 가장 높은 검출 빈도를 나타냈고, 돼지에서는 chlortetracycline이 43두(78.18%)로 가장 많이 검출되었다. 항생제 검출 형태에 있어서는 단독 검출이 56두, 동시 검출이 33두로 나타났다.

참고문헌

1. 농림부고시. 2003. 축산물 위해요소 중점관리 기준. 농림부고시 제2003-3호.
2. 농림부고시. 2003. 식육 중 잔류물질 검사 요령 및 식육 중 미생물 검사 요령. 농림부고시 제2003-27호.
3. 식약청고시. 2002. 식품의 기준 및 규격. 식품 의약품 안전청 고시 제2002-22호.
4. 검역원고시. 2002. 동물용 의약품의 안전사용 기준. 국립 수의과학 검역원 고시 제 2002-12호.
5. 검역원고시. 2002. 축산물 가공 기준 및 성분 규격. 국립 수의과학 검역원 고시 제

2002-3호.

6. 식품공전. 2002. 제7. 일반 시험법 15. 축산 식품 중의 잔류물질 시험법. 한국 식품 공업 협회, 문영사 : 908~950.
7. 박종명, 이광직, 조태행 등. 1991. 국내산 우육, 도육 및 계육 중의 항생물질 잔류조사. 한국수의공중보건학회지 15(3) : 287~291.
8. 김보숙, 김현정, 김기근 등. 1997. 도축우의 혈청 및 근육 내 tetracycline 잔류조사. 서울특별시 보건환경연구원보 33 : 363~368.
9. 백미순, 이영철, 이해영 등. 1998. 절박도축우의 항생제 및 설파제 잔류조사. 한가위지 21(1) : 13~20.
10. Wilson DJ, Frante CE, Norman BB. 1991. Antibiotic and sulfonamide agent in calf muscle, liver and kidney. *Am J Vet Res* 52(8) : 1383~1387.
11. 박재명, 최해연, 이은정 등. 1997. 식육 중 테트라 사이클린계 항생물질 잔류조사. 한가위지 20(2) : 225~233.
12. 황래홍, 김영수, 윤은선 등. 1995. HPLC를 이용한 축산식품 중 잔류 설폰 아미드제의 동시분석법연구. 한가위지 19(1) : 13~28.
13. 황래홍, 윤은선, 김현정 등. 1999. HPLC를 이용한 축산물 중 잔류 페니실린 및 클로람페니콜 동시분석연구. 서울특별시 보건환경 연구원보 35 : 452~458.
14. 이원창, 김종배, 이치호 등. 1994. 수입 축산물로부터의 잔류 항생물질 검출을 위한 새로운 방법의 개발에 관한 연구. 한국수의공중 보건 학회지 18(2) : 155~160.
15. 조태행, 이광직, 진남섭 등. 1993. 테트라사이클린계 항생물질의 분석방법 개발 및 잔류조사에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 17(3) : 321~328.
16. 허부홍, 전창원, 안병목 등. 1992. 소 및 돼지의 정육과 내부 장기 중의 항생물질 잔류조사. 한가위지 15(2) : 93~100.