韓家衛誌 第25卷 第3號
Korean J Vet Serv(2002) 25(3) : 285~294

경남지역에서 도축우 및 돼지의 근육내 잔류항균물질 검색

박동엽[1], 양평섭, 남창우, 황보원, 김원규, 조상래, 김도경

경상남도축산진흥연구소 중부지소
(접수 2002. 9. 3, 게재승인 2002. 9. 20)

Survey of residual antibiotics in muscle of slaughtered catt and pig in Gyeongnam Province

Dong-Yeob Park[1], Pyeong-Seob Yang, Chang-Woo Nam,
Bo-Won Hwang, Won-Gyu Kim, Sang-Rae Jo, Toh-Kyung Kim

Central Branch, Gyeongnam Livestock and Veterinary Research Institute, Changwon, 641-728, Korea
(Received 3 September 2002, accepted in revised from 20 September 2002)

Abstract

The present studies were carried out to determine antibiotics residues in pork and beef muscles by EEC-4-plate and HPLC. A total of 2,534 samples of pork muscles and 1,070 samples of beef muscles from slaughter houses were collected in Gyeongnam area from January to December, 2001. The results were summarized as follows;

1. Recovery rates of TCs, Sulfa drug, Penicillin G from fortified pork and beef muscles ranged as 68.79~98.24%, 78.21~94.58% and penicillin G 63.35~67.24% respectively, by HPLC.
2. Antibiotics residues were detected in 36 sample(1.42%) of pork muscles, 29 sample (2.71%) of beef muscles by EEC-4-plate.
3. Detection rate of antibiotic residues 14 samples(0.55%) and 26 samples(2.43%), in pork and beef muscles, respectively by HPLC. Concentration of residues in 22 sample(2.06%) of beef muscle were higher than tolerance level in korea.
4. Antibiotics detected were sulfamethazine(47.37%), tetracycline(15.79%), oxytetracycline (15.79%), penicillin G(15.79%), sulfamerazine(5.26%) in pork muscle samples and oxyteracycline (37.21%), penicillin G(30.23%), sulfamethazine(20.93%), tetracycline(4.65%), sulfamerazine (2.33%), sulfadimethoxine(2.33%), sulfaquinoxine(2.33%) in beef muscle samples.

Key words : Residual antibiotics, Pork and beef, EEC-4-plate and HPLC

[1]Corresponding author
Phone : 055-211-5770, Fax : 055-239-6139
E-mail : dong04@gsnd.net

서 론

최근 국민소득의 증가와 생활 수준의 향상으로 사람들의 건강에 대한 관심이 매우 높아졌고, 식품의 위생과 안전성이 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히 축산식품은 가장 우수한 고단백 영양식품으로서 그 소비가 항상 증대되고 있어 축산의 생산성 향상을 위하여 각종 화학물질를 첨가한 사료와 기타 질병 치료를 위하여 무분별하게 사용되어지는 항생·항균물질로 인한 안전성에 문제가 되고 있다[1]. 또한 1988년 11월 일본에 수출한 돼지고기에서 합성항균제인 sulfamethazine이 검출되어 수출돼지고기가 반송되었고, 호주 및 미국산 수입쇠고기의 농약 및 성장 호르몬 함유와 관련하여 국가간에 통상문제 발생 및 수입 농축산물의 농약 및 합성항균제 잔류에 대한 보도로 인하여 수입 및 국내 축산물의 유해물질 잔류에 국민들의 관심이 높아지고 있다[2,3].

이에 농림부에서는 1989년 5월부터 축산물위생처리법에 의거 잔류허용기준이 요구되는 27종을 고시하였고, 전국적인 잔류실태 조사를 실시한 후 91년부터 시·도 축산물위생검사기관으로 하여금 도축 단계에서 매년 쇠고기·돼지고기 및 닭고기에 대한 항생물질·합성항균제 및 농약에 대한 정밀실험을 실시하였으며, 90년 12월 1일부터는 식품위생법에 의하여 유통 육류에 대한 항생물질 및 호르몬제 등의 잔류검사를 실시하였다[3~6].

현재 식육중 유해잔류물질 허용기준은 항생물질 20종, 합성항균제 22종, 농약 68종, 호르몬제 2종 등 총 108종이 고시되어 도축단계에서 "식육중 잔류물질검사요령"에 의거 원료성 축산물을 검사하고 있으며[4,20], 또한 식육판매점 및 대리점의 유통단계의 식육은 축산물 가공처리법에 의거 시·도 축산물위생검사기관에서 실시하고 있다[3].

각종 항균제 및 항생제는 가축의 장내세균, 호흡기질병, 아나플라스마 감염증 및 타일레리아 감염증의 치료제로서 뿐만 아니라 각종 질병을 예방하고 사료효율을 높이기 위한 사료첨가제로서 많이 사용되고 있다. 따라서 이 약물의 오용 및 남용으로 인한 식육 및 우유중에 잔류가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 약물잔류문제는 공중보건학적인 측면에서 사람에게 직접영향을 주거나 약제에 대한 내성을 유발시키고, 원유 중에 잔류시는 유제품 제조시 발효세균을 억제하여 경제적으로 많은 손실을 가져올 수 있다[1,3,7~9].

이러한 잔류문제 때문에 조사나 연구를 위하여 현재 보고되어진 분석방법을 보면 EEC-4-plate[10,20], BmDA method[4], TLC[10,11], Charm II[12,13], HPLC[14~17,28,31], Mass spectrophotometry(GC/MSD)[18,19,31] 등이 활용되고 있다.

도축장에서 실시하고 있는 방법은 EEC-4-plate, TLC등으로 스크린검사를 하여 양성으로 판정된 식육은 HPLC를 이용 정밀정량 검사를 실시, 기준치 이상으로 검출된 농가는 잔류위반농가로 지정 특별관리를 실시하고 있으며, 규제검사대상농가 중 허용기준치 이상 검출된 식육에 대하여는 축산물가공처리법에 의하여 폐기처분하여 원천적으로 유통되기 전에 축산물위생의 안전성을 확보하고 있다[6,20].

본 연구는 지금까지 경상남도에 식육중 유해잔류물질에 대한 세분화된 조사연구가 없어 농가지도나 홍보자료로 활용할 자료가 전무한 실정이다. 이에 경남 도축물량의 70~80%를 차지하고 있는 4개 도축장을 기준으로 소와 돼지에 대한 유해잔류물질의 잔류실태(sulfa제 5종, tetracycline계 3종, β-lactam계 1종)를 조사하여 보건위생 향상과 출하농가의 지도에 기초자료로 활용하고, 안전한 축산물의 생산과 제공에 기여하고자 본 조사를 실시하였다.

재료 및 시험방법

공시재료

2001년 1월부터 12월까지 관내 4개 도축장에 출하 도축되는 소와 돼지고기는 무작위 채취하였으며, 긴급에 의하여 수의사의 진단서가 첨부된 작업시간 이외의 도축된 소의 지육 100~150g을 무작위로 채취하여 -20℃에 보관하였다.

시험방법

1. EEC-4-Plate Method

본 시험법은 축산물의 가공기준 및 성분규격(국립수의과학검역원 고시 제2000-20호)과 식품공전[4,6]의 축산물 잔류물질 시험법에 따라 간이검사로 이용하였다.

디스크(filter paper disc)

냉동보관 중인 시료를 해동시켜 멸균된 외과용 칼로 시료 중간부를 절개, 그 사이에 직경 10㎜의 멸균된 항균성물질 검사용 filter paper(Advantec No. 1995210)를 삽입하여 육즙이 충분히 스며들게 하여 실험에 사용하였다.

균주 및 균액제조

균주, *Bacillus subtilis* BGA와 *Micrococcus luteus* ATCC 9341은 국립수의과학검역원에서 분양받았다. *B subtilis*는 nutrient agar 평판의 Roux병에 옮겨 30℃ 배양기에 10일간 배양한 후 멸균증류수로 3000 rpm에서 10분씩 2회 원심세척하고, 상층액을 버리고 남은 잔사를 다시 증류수에 부유시켜 70℃에서 30분간 가열하였다. 이렇게 하여 얻은 아포액은 표준평판 배양법(plate count agar)으로 아포의 농도를 측정하여 멸균증류수로 10^7-10^8 spores/㎖가 되도록 조정한 다음 4℃ 냉장 보관하면서 사용하였다.

M luteus 균액은 nutrient agar에 계대 배양한 종균을 triptic soy broth에 접종하여 37℃에서 24시간 배양한 후 멸균증류수로 20배 희석하여 4℃에 보관하면서 1주일간 사용하였다.

시험용 평판 조제

항생물질 스크린검사를 위하여 *B subtilis* (pH 6.0, 7.2, 8.0), *M luteus*(pH 8.0)의 아포액이 첨가된 평판배지를 만들기 위해 test agar pH 8.0, pH 7.2, pH 6.0(Merck 1.10664, 1.15787, 1.10663)를 이용하였고, 이용된 아포액의 희석농도는 2×10^6 CFU/㎖로하여 배지 100 ㎖당 1㎖를 첨가하여 잘 혼합한 후 페트리디쉬에 피펫으로 6~8㎖씩 분주, 30분간 방치하여 건고 시키고 4℃ 냉장보관하면서 사용하였다.

항생물질 농도에 대한 사용균주의 발육억제대를 확인하기 위하여 pencillin, sulfamethazine, streptomycin 등을 계열 희석하였고, 이를 검사용 디스크에 흡수시킨 후 위의 각종 배지에 부착하여 동일한 조건하에서 실험을 실시하였으며 농도별 발육억제대를 측정하여 본 실험의 대조군으로 이용하였다.

검사결과 판정

충분히 육즙이 침지된 디스크를 준비된 4종류의 검사용 평판에 하나씩 올려 놓고 가볍게 눌러준 다음 실온에 약 30분간 방치한 후 32℃ 배양기에 넣어 16hr 배양 한 후, 판정하여 직경 10㎜를 포함하여 억제대가 14㎜ 이상인 평판이나 또는 그 이상일 경우 해당시료를 양성으로 판정하였다.

2. 정밀정량검사

1) Sulfa제 분석

식품공전과 축산물가공규격 및 성분규격[4,6]의 방법의 matrix solid phase dispersion(MSPD)법을 이용 추출한후 HPLC를 이용하여 분석하였고, 분석항목은 sulfamethazine, sulfamerzine, sulfamomomethoxine, sulfaqunoxaline, sulfadimethoxine 5개 항목으로 기준 하였으며, 농도별 표준용액을 제조하여 회수율과 검량선을 작성하여 조사연구에 적용하였다.

2) Tetracycline계 분석

식품공전과 축산물가공규격 및 성분규격[4,6]의 방법을 약간 변형하여 최적의 분석조건을 찾아 분석하였고, 분석항목은 tetracycline, oxytetracycline, chlorotetracycline 3개 항목으로 기준 하였으며 농도별 표준용액을 제조하여 회수율과 검량선을 작성하여 조사연구에 적용하였다.

3) Penicillin G 분석

식품공전과 축산물가공규격 및 성분규격[4,6]의 방법을 약간 변형하여 최적의 분석조건을 찾아 분석하였고, 농도별 표준용액을 제조하여 회수율과 검량선을 작성하여 조사연구에 적용하였다.

회수율 시험

예비실험에서 각 항균제 및 항생제가 함유되어 있지 않은 것으로 판정된 쇠고기 및 돼지고

기 조직에 각 농도 별로 혼합한 설파제 표준혼합용액, tetracycline 혼합 표준용액 및 penicillin G 표준용액를 무작위로 주사하고 2분 동안 정치하였다. 이 식육재료를 위의 각 방법에 따라 동일하게 전처리한 후 HPLC column에 50㎕씩 주입한 후 분리된 각 제제의 크로마토그람의 피크면적에 의하여 회수율을 구하였다.

결 과

표준곡선

Sulfa제 및 tetracycline 혼합용액은 각각 50~1000ng/㎖, penicillin G는 1000-5000ng/㎖농도가 되게 희석한 후 HPLC에 주입하여 농도대 피크면적비를 이용해 표준곡선을 작성한 결과 회귀방정식에 의한 상관계수(R)는 sulfa제가 0.9992~0.9999, tetracyclines는 0.9935~0.9997, penicillin G는 0.9934~0.9994로 모두 양호한 직선성(R>0.999)을 나타내었다. 각 약제에 대한 분석조건으로 분석했을 때 크로마토그람은 Fig 1, 2 및 3과 같다.

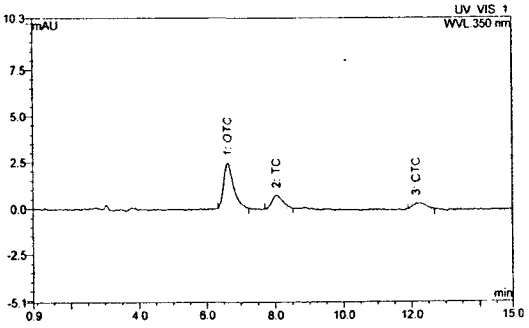

Fig 1. Chromatogram of mixed standard tetracyclins solution.

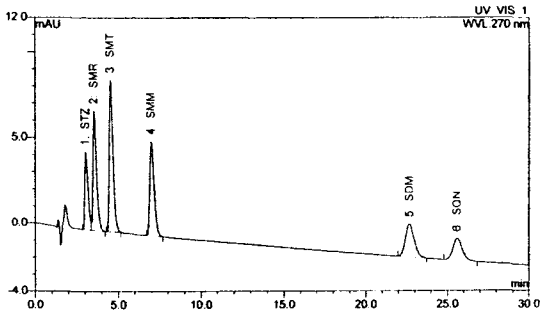

Fig 2. Chromatogram of mixed standard sulfa drug solution.

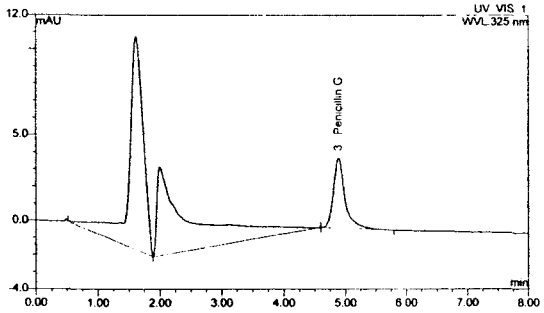

Fig 3. Chromatogram of standard penicillin G solution.

식육별 각 설폰아마이드제의 회수율

식육내 잔류 sulfa제 검출방법으로서 예비실험에서 sulfa제가 검출되지 않았던 식육 시료에 표준 sulfa제 혼합 용액을 1.0㎍/g 농도로 각각 첨가하여 각 sulfa제의 평균 회수율을 조사하였다. 그 결과 쇠고기에서는 SMR 92.01, SMT 90.05, SMM 84.83, SDM 87.21, SQX 78.21%로 나타났다. 돼지고기에서는 SMR 93.25, SMT 91.95, SMM 90.52, SDM 94.58, SQX 84.24%로 나타나 쇠소기에서 보다 약간

Table 1. Recovery rate of sulfonamides in fortified beef and pork muscle

Muscle	Fortified centration(㎍/g)	Recoveries[1] (%, Mean±SD, n=3)				
		SDM*	SMR	SMT	SMM	SQX
Pork	0.1	94.58 ± 7.89	93.25 ± 4.87	91.95 ± 5.30	90.52 ± 4.69	84.24 ± 11.35
Beef	0.1	87.21 ± 6.09	92.01 ± 5.73	90.05 ± 7.32	84.83 ± 5.36	78.21 ± 12.47

[1] Peak area ration to the peak area of standard

* SMT : sulfamethazine, SMR : sulfamerazine, SDM : sulfadimthoxin, SMM : sulfamonomethoxine, SQX : sulfquinoxaline.

높았다(Table 1).

SQX의 회수율이 다른 sulfa제의 회수율에 비하여 모두 낮은 경향이었으나 그 외의 sulfa 제는 84.83~94.58%로 높게 나타났다.

Tetracycline 및 penicillin G의 회수율

예비실험에서 항생제가 검출되지 않았던 시료에 tetracycline계 및 penicillin G 표준용액을 0.5㎍/g 농도로 각각 첨가하여 평균 회수율을 조사하였다. 그 결과 쇠고기로부터의 tetracycline 계열의 평균 회수율은 Table 3과 같이 OTC 94.81, TC 74.58, CTC 95.46, PG 67.24% 이었으며, 돼지고기에서는 OTC 98.24, TC 68.79, CTC 91.45, PG 62.35%이었다. PG 및 TC의 회수율은 62.35~74.58%로 비교적 낮았지만, OTC와 CTC은 91.45~98.24%로 높게 나타났다.

간이검사법 및 정밀정량 검사에 의한 검출률

EEC-4-plate법에 준하여 총 3,604건을 검사한 결과 Table 4와 같이 쇠고기 1,070건중 29건(2.71%)과 돼지고기 2,534건중 36건(1.42%)에서 양성으로 나타나 돼지보다 소에서 양성률이 높았다.

EEC-4-plate의 간이검사에서 양성으로 판정되었던 돼지고기와 쇠고기 시료를 HPLC를 이용하여 정성 및 정량 검사한 결과 쇠고기 29건중 26건(2.43%)에서 잔류물질이 검출되었고, 이중 국내허용기준치을 초과한 건수는 22건(2.06%)으로 나타났다. 돼지고기에서는 36건중 14건(0.55%)에서 잔류물질이 검출되었으나 국내허용 기준치를 초과한 예는 없었다.

간이검사에서 돼지고기 양성시료에 대한 정성 및 정량검사 결과는 Table 4에서와 같다. 9개 항목중 각 제제의 검출 빈도는 TC가 0.01~0.049ppm 농도범위에서 1건, 0.05~0.10, 0.11~0.50ppm에서 각각 1건씩 검출되어 15.79%, OTC가 0.010~0.049ppm 농도범위에서 3건 검출 15.79%, SMT 9건 검출 47.37%, SMR 1건 검출 5.26%, PG가 3건 검출 15.79%를 보였고, 가장 많이 검출되는 제제는 SMT였다. 그리고 양성 시료중 잔류물질이 복합적으로 검출된 건수는 5건(26.3%) 이었다.

간이검사에서 쇠고기 양성시료에 대한 정성 및 정량검사 결과는 Table 5과 같이 9개 검사항목 중 각 제제의 검출빈도는 0.25~10.00 ppm 농도범위에서 TC가 2건으로 4.65% 였으며 국내 허용기준치 0.25ppm를 초과하여 나타

Table 2. Recovery rate of tetracyclins and penicillin in fortified beef and pork muscle

Muscle	Fortified concentration (㎍/g)	Recoveries[1] (%, Mean ± SD, n = 3)			
		OTC*	TC	CTC	PG
Pork	0.5	98.24 ± 7.89	68.79 ± 5.30	91.45 ± 4.69	62.35 ± 11.35
Beef	0.5	94.81 ± 6.09	74.58 ± 7.32	95.46 ± 5.36	67.24 ± 12.47

[1]Peak area ration to the peak area of standard.

*TC : tetracycline, OTC : oxytetracycline, CTC : chlorotetracycline, PG : penicillin G

Table 3. Detection rate of residual antibiotics in muscle by EEC-4-plate and HPLC method

Item	Number (%)	
	Beef	Pork
Number of sample	1,070	2,534
EEC-4-plate, positive	29 (2.71)	36 (1.42)
HPLC, positive	26 (2.43)	14 (0.55)
> Tolerance level	22 (2.06)	0 (0.0)

Table 4. Determination of residual materials and concentration in pork muscle by HPLC

Residue material (detected rate(%))	Concentration(ppm)			Total
	0.010~0.049	0.050~0.100	0.110~0.500	
TC* (15.79)	1	1	1	3
OTC (15.79)	3			3
CTC				
SMT (47.37)	9			9
SMR (5.26)	1			1
SDM				
SQX				
SMM				
PG (15.79)	3			3

*TC : Tetracycline, OTC : Oxytetracycline, CTC : Chlorotetracycline, SMT : Sulfamethazine, SMR : Sulfamerazine, PG : Penicillin G, SDM : Sulfadimthoxin, SQX : Sulfquinoxaline, SMM : Sulfamomomethoxine

Table 5. Determination of residual materials and concentration in beef muscle by HPLC

Residue material (detected rate, %)	Concentration(ppm)				Total
	0.010~0.049	0.050~0.099	0.110~0.249	0.250~11.00	
TC* (4.65)				2	2
OTC (37.21)	3	1		12	16
CTC					
SMT (20.93)	6		2	1	9
SMR (2.33)		1			1
SDM (2.33)				1	1
SQX (2.33)	1				1
SMM					
PG (30.23)		2	4	7	13

*TC : tetracycline, OTC : oxytetracycline, CTC : chlorotetracycline, SMT : sulfamethazine, SMR : sulfamerazine, PG : penicillin G, SDM : sulfadimthoxin, SQX : sulfquinoxaline, SMM : sulfamonomethoxine

났고, OTC은 16건이 검출되어 37.21%의 검출빈도를 보였고 12건이 0.43~5.20ppm 농도로 국내 허용기준치 0.1ppm의 4~52배를 초과하였고, 합성항균제인 SMT은 9건이 검출되어 20.93%의 검출빈도를 나타났으며 3건이 0.14~0.54ppm 농도로 국내허용기준치 0.1ppm의 1~5배를 초과하였으며, SMR, SDM, SQX은 각각 1건이 검출되어 2.33%의 검출빈도를 보였지만 허용기준치 0.1ppm 미만으로 나타났다. β-lactam계열의 PG는 13건이 검출 30.23%의 검출빈도를 보였고 모두 0.09~10.56ppm 농도로 국내 허용기준치 0.05ppm의 1.8~211배를 초과

하여 나타났다. 검출되는 빈도가 가장 많은 제제는 OTC, PG 및 SMT 순이였으며 이 3제제가 전체에서 88.37%를 차지하여 가장 많이 이용되는 제제로 나타났다. 또한 양성 시료중 잔류물질이 검출된 항목이 2가지 이상으로 복합적으로 검출된 건수는 12(46.15%)건 이었다.

고 찰

Tetracyclines 및 β-lactam 항생물질은 가축에 있어서 Gram 음성균이나 mycoplasma 감염증의 치료와 가축의 성장을 돕기 위한 사료첨가제로서 국내에서 가장 많이 사용되는 항생제이며, sulfa제 역시 동물의 사료효율을 높이고 질병의 예방과 치료를 위하여 폭넓게 이용되고 있는 화학요법제이다[2,7,8,29,30]. 이들 약제들은 식육중에 잔류하여 인체내에서 내성균유발, 조혈장기 기능이상, 신장장애, 과민반응, 면역형성 저해 및 관절염 등의 공중보건학상 위해의 가능성을 내포하고 있다[7~9].

이에 국내에서는 축산물중 잔류물질 분석 및 허용기준을 제정 고시하고 육류중 유해성 잔류물질 검사요령을 고시, 도축장에 출하되는 축산물에 대하여 혈액 및 지육을 대상으로 항생제, 합성항균제, 농약, 호르몬의 잔류검사를 실시하고 있으며, 또한 유통중에 있는 식육도 축산물가공처리법에 의하여 수거검사를 하고 있다[3].

미국 식품안전검사소(FSIS)의 조사에 의하면 식육중 잔류빈도가 높은 약물로는 항균제가 대부분을 차지하며, 이중 streptomycin, penicillin, tetracycline과 sulfamethazine이 가장 많이 사용되는 항생제로 소에서 지속적 항균효과를 갖는 주사제 형태의 사용이 가장 많았고, 약물 잔류발생의 주원인은 휴약기간 미준수에 의한 것으로 나타났다[2].

본 조사도 이러한 잔류물질의 위해성 때문에 실시하였으며, 잔류물질검사를 위하여 EEC-4-plate법을 간이검사로 실시하였고, 정성 및 정량검사는 HPLC를 이용하여 분석하였다. 분석을 위하여 검사항목별 회수율을 검사한 결과 sulfa제 5항목은 78.21~94.58%, tetracyclin계는 68.79~98.24%, penicillin G는 62.35~67.24%로 나타났으며, pencillin G의 회수율이 낮아 실험방법를 보완할 필요가 있다고 사료되었다.

1986년 조사에 의하면 STOP test 결과 잔류위반율이 3.8%이었고, 이중 sulfa제와 tetracycline(TCs), penicilline의 사용이 전체의 80%였다고 하였다. Willson[22]은 CAST 양성 송아지 945건을 검사하여 90건(9.5%)에서 항생물질이 검출되었으며 이중 TCs, sulfa제와 penicillin이 82.3%를 차지하였으며 복합제재에 의한 잔류는 8건 (8.9%)이었다고 보고하였다.

박 등[23]은 국내산 우육을 대상으로 128두를 EEC-4-plate 법으로 검사한 결과에서 모두 음성으로 판정되었으나, 박 등[24]은 164건중 4건(2.4%)에서 양성을 보였다고 보고하였다. 본 조사에서는 정성 및 정량검사를 하기에 앞서 간이검사인 EEC-4-plate 방법으로 돼지 2,534건을 검사한 바 36건(1.42%)에서 양성이었고, 소에서는 1,070건을 검사하여 29건(2.71%)에서 양성으로 나타났다. 이 결과는 돼지에서는 소의 양성률 보다 낮았지만 소는 박 등[24]이 보고한 결과와 비슷하였다.

허 등[25]은 59마리의 비육소에서 13건(2.2%)이 양성으로 판정되었다고 보고하였다. 또한 한 등[10]은 도축장에서 채취한 쇠고기 164건을 검사하여 2.4%의 양성률을 보였으며 이중 tetracycline계, sulfa제에 의한 잔류가 75%로 중복잔류는 50%로 조사되었고, 백 등[26]은 쇠고기 1,364건을 검사하여 양성률이 0.73%로 이중 88.9%가 tetracycline계와 sulfa제에 의한 잔류실태를 보고하였다. 그리고 김 등[27]은 소를 91~98년까지 12,870건을 검사하여 양성 위반률이 3.12%였다고 보고하였다

본 조사에서는 돼지 2,534건을 검사하여 14건(0.55%)에서 항생물질이 검출되었으며 이중 sulfamethazine, tetracycline, oxytetracycline 및 penicillin G가 94.79%를 차지하였으며, 복합제재에 의한 잔류는 4건(28.57%)이었으나 국내 잔류허용기준치를 초과하는 위반건수는 없었다. 소는 1,070건을 검사하여 26건(2.74%)에서 항생물질이 검출되어 이중 sulfamethazine, oxy-

tetracycline 및 penicilline G가 88.37%를 나타내었으며 복합제제에 의한 잔류는 12건(46.15%)이었고 잔류위반은 22건(2.06%)으로 나타났다. 이러한 결과는 Willson 등[22],백 등[26], 김 등[27]이 보고하였던 항생제제 검출빈도율 및 잔류위반률과 비슷한 결과를 보였으며, 치료 및 질병예방을 위하여 가장 많이 투여되는 항생물질이 tetracycline계열인 oxytetracycline, sulfa제제 및 penicillin G로 나타났다. 또한 단일제재가 아닌 복합제제의 사용이 Willson 등[22]이 보고하였던 것보다 낮았지만, 본 조사에서도 여러 항생제 혹은 복합제제를 같이 투여하는 경향이 많은 것으로 나타났다. 특히 가축 사육시 질병치료와 성장촉진을 목적으로 사용되는 항생물질의 경우 국내에서 가장 많이 수입되는 tetracycline 계열은 항생제 수입물량의 70%가 수입되어 사용되었으며[28] 이는 본 조사에서 tetracycline 계열의 검출빈도가 가장 높은 것과 유관함을 알 수 있었다.

이와 같이 잔류물질이 허용기준치를 초과하여 잔류위반건수가 감소되지 않고 꾸준히 일정하게 검출되고 있는 것은 축산농가의 안이한 인식 및 수의사나 전문가의 진단 없이 질병발생시 자가치료를 위하여 약제의 오·남용으로 유추되며, 김[2]이 보고한 것과 같이 안전휴약기간을 지키지 않고 출하함으로서 잔류 위반률이 높은 것으로 사료되었다.

따라서 대부분 선진국에서는 축산식품의 경우 가축의 사육단계부터 소비자의 식탁까지(farm to table) 전 과정에서 발생될 수 있는 위해요소를 일관성 있고 체계적으로 책임관리하는 체계를 구축하고 있다[9]. 이에 우리나라에서도 초기단계에 있는 위해요소중점관리제도(HACCP)를 정착시키고, 특히 도축장에 출하하는 돼지 및 소의 잔류검사를 더욱 강화시켜 유통되기 전 안전성을 확보, 축산물에 대한 국민의 신뢰를 확보하여야 할 것으로 본다. 본 조사에서 나타났던 것처럼 높은 농도의 잔류물질이 검출되는 것은 치료를 하다 예후가 좋지 않은 가축을 안전휴약기간을 지키지 않고 출하하는 것이 많았으며, 이는 관련기관에서 축산농가에 대하여 잔류물질에 대한 위해성과 휴약기간을 준수토록 적극적이며 지속적인 홍보 및 지도가 필요하다고 사료된다.

결 론

2001년 1월부터 12월까지 경남지역 4개 도축장에 출하 도축된 돼지 2,534건과 소 1,070건의 지육을 대상으로 EEC-4-plate법과 HPLC를 이용하여 9종의 항생물질에 대한 잔류실태를 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. EEC-4-plate 법으로 검색한 결과, 돼지는 2,534건 중 36건 (1.42%)에서, 소는 1,070건 중 29건 (2.71%)에서 양성으로 나타났다.
2. 각 항생물질이 첨가된 식육으로부터 HPLC에 의한 회수율은 tetracycline계는 68.79~98.24%, sulfa제는 78.21~94.58%, penicillin G는 63.35~67.24%의 범위로 나타났다.
3. 간이검사법에서 양성으로 판정된 시료를 HPLC를 이용하여 정성·정량 검사결과, 항생물질이 돼지에서는 2,534건중 14건(0.55%)에서 검출되었으나 국내허용기준치를 초과한 예는 없었고, 소에서는 1,070건중 26건(2.43%)에서 검출되었으며, 이중 22건이 국내허용기준치를 초과하여 2.06%의 잔류 위반율을 보였다.
4. 각 항생제의 검출 빈도는 보면 돼지에서 SMT가 47.37%로 가장 높았고, TC, OTC, PG은 각각 15.79%, SMR 5.26%이었다. 소에서는 OTC가 37.21%로 가장 높았으며, PG 30.23%, SMT 20.93%, TC 4.65%, SMR, SDM, SQX은 각각 2.33% 순으로 나타났다.

참고문헌

1. 박종명, 박근식. 1991. 축산식품의 유해물질 잔류와 그 관리 방안, 한국식품위생학회지 6 : 17~22.
2. 김승환. 1991. 축산물에 있어서 항균, 호르몬 물질의 잔류문제와 방지대책(II). 동물

약계 12 : 7~13.
3. 김옥경. 2000. 축산식품의 위생관리. 한국수의공중보건학지 24(3) : 251~261.
4. 식품공업협회. 2000. 식품공전. 문영사
5. 보건복지부고시. 1996. 식육중 잔류물질 허용기준. 복지부고시 제 1996-10.
6. 국립수의과학검역원. 2001. 축산물의 가공기준 및 성분규격.
7. Augsburg, J.K 1989. Sulfa resides in pork. *J Animal Sci* 67 : 2817~2821.
8. Booth, N.H. 1982. Drug and chemical residues in the edible tissues of animals. *Veterinary pharmacology and therapeutics*. 5th ed., Iowa State University, Iowa : 1065~1110.
9. 이문한, 신광순. 1991. 동물성 식품에 대한 안전성 확보의 문제점과 대책. 한국식품위생학회지 5(3) : 139~158.
10. Sigel CW, Wolley JL, Nichol CA. 1975. Specific TLC tissue residue determination of sulfadiazine following fluorescamine derivatization. *J Pharm Sci* 64 : 973~976.
11. Bevill RF, Schemske KM, Luther HG, et al. 1978. Determination of sulfonamides in swine plasma. *J Agric Food Chem* 26 : 1201~1203.
12. Brady MS, Katz SE. 1988. Antibiotic/antimicrobial residues in milk. *J Food Prot* 51(1) : 8~11.
13. Charm SE, Chi RK. 1988. Microbial receptor assay for rapid detection and identification of 7 families of antimicrobial drugs in milk: Collaborative study. *JAOAC* 71 : 304-316.
14. Smedley MD, Weber JD. 1990. Liquid chromatographic determination of multiple sulfonamide residues in bovine milk. *JAOAC* 73 : 875-879.
15. Johnson KL, Jeter DT, Claiborne RE. 1975. High-pressure liquid chromatographic determination of sulfamethazine residue in bovine tissues. *J Pharm Sci* 64(10) : 1657~1660.
16. Bui LV. 1993. Liquid chromatographic determination of six sulfonamide in animal tissue using post column derivatization. *JAOAC* 76 : 965~976.
17. Weber JD, Smedly MD. 1993. Liquid chromatographic method for determination of sulfamethazine residues in milk. *JAOAC* 74 : 725~729.
18. Carignan G, Carrier K. 1991. Quantification and confirmation of sulfamethazine residues in swine muscle and liver by LC and GC/MS. *JAOAC* 74 : 479~482.
19. Mooser AE, Koch H. 1993. Confirmatory method for sulfonamide residues in animal tissues by gas chromatogaphy and pulsed positive ion-negative ion-chemical ionization mass spectrometry. *JAOAC* 76(5) : 976~982.
20. 농림부고시. 2001, 식육중 잔류물질검사요령. 농림부고시제 2001-5호
21. 조태행, 이광직, 진남섭 등. 1993. 테트라사이클린계 항생물질의 분석방법 개발 및 잔류조사에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 17(3) : 321~328.
22. Wilson DJ, Franti CE, Norman BB. 1991. Antibiotic and sulfonamide agent in calf muscle, liver and kidney, *Am J Vet Res* 52(8) : 1383 ~ 1387.
23. 박종명, 이광직, 조태행 등. 1991. 국내산 우육, 돈육 및 계육중의 항생물질 잔류조사. 한국수의공중보건학회지 15(3) : 287~291.
24. 박재명, 최해연, 이은정 등. 1997. 식육중 테트라사이클린계 항생물질 잔류조사. 한가위지20(2) : 225~233.
25. 허부홍. 전창권, 안병목 등. 1992. 소 및 돼지의 정육과 내부장기중의 항생물질 잔류조사. 한가위지 15(2) : 93~100.
26. 백미순, 이영철, 이행영 등. 1998. 절박 도

축우의 항생제 및 설파제 잔류조사. 한가위지 21(1) : 13~20.
27. 김보숙, 김기근, 이병동. 1999. 서울에서 도축된 소의 잔류항생물질 비교조사. 한가위지 122(2) : 105~111.
28. 정갑수, 구현옥, 김종완 등, 2001. 테트라싸이클린계열 항생물질 제제의 휴약기간 재평가 연구. 수의과학검역원보 213~237.
29. 장기윤, 김순재, 박종명. 1991. 돼지에 잔류된 설파제의 미생물학적 스크리닝법에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 15(1) : 49~61.
30. 이장락 : 수의약리학. 서울대학교 : 394~399.
31. Negata T, Saeki M. 1988. Simultaneous determination of 17 antibacterials in chicken tissue by high performance liquid chromatography. *J Food Hyg* 29 : 13~20.