

## 서울에서 도축된 소의 잔류항생물질 비교조사

김보숙, 김기근, 이병동

서울특별시 보건환경연구원 축산물부 검사과

## Comparison of residual antibiotics in slaughtered cattle in Seoul

Bo-Sook Kim, Ki-Gun Kim, Byung-Dong Lee

*Seoul Metropolitan Health and Environment Institute*

### Abstract

This survey was carried out to detect the residual antibiotics in muscles of slaughter cattle from slaughter houses in Seoul from 1991 to 1998 using by EEC-4-plate method. The results were summarized as follows :

1. Residual materials were detected in 402 samples(3.12%) by EEC-4-plate method. The detection ratios were highest in 1995 (9.51%), autumn (39.8%), Kyeonggi province (54.2%), Holesain(60.4%) and male(50.7%).
2. Residual antibiotics for 18 samples were classified as TCs(72.2%), sulfonamides(38.8%) and  $\beta$ -lactams(5.5%) by HPLC
3. The residual concentration of oxytetracycline, sulfonamide and  $\beta$ -lactams were 0.34~15.93 ppm, 0.17~1.18ppm and 0.06ppm, respectively.

---

Key words : Residual antibiotics, Cattle, EEC-4-plate, HPLC

## 서 론

1996년 WTO(세계무역기구)의 출범과 함께 SPS(agreement of the application of sanitary and phytosanitary measures)에 준하여 기준과 규격에 적합한 축산식품만을 인정하며 그렇지 못한 축산식품을 수출할 경우에는 과학적 근거를 제시하여야만 인정을 받을 수 있게 되었다. 그만큼 식육의 안전성이 강조되고 있으며 또한 수입개방화에 따라 국내산 축산물에 있어서도 안전성 확보가 가장 시급한 문제로 대두되고 있다.

이러한 시점에서 가축이나 양식어류, 벌 등의 질병치료 및 예방, 생산성 향상을 위해 사용되는 각종 항생물질 및 합성항균제의 식품중 잔류문제는 농약, 홀몬제, 중금속 등 다른 유해물질의 잔류문제와 더불어 보다 안전한 식품을 요구하는 소비자의 욕구와 국가간의 수입자유화에 따른 무역마찰 등에 따라 점차 중요한 현안으로 대두되고 있다.

따라서 축산물의 안전성 확보를 위한 위생적이며 안전한 축산물 생산을 위하여 잔류물질검사 및 그에 따른 연구가 절실히 필요한 실정이다. 이러한 추세에 맞추어 국내에서는 축산물중의 유해잔류물질로 인한 소비자의 건강보전과 출하농가의 피해를 최소화하기 위하여 1989년 축산물중 잔류물질 분석법 및 허용기준을 제정고시하고 1990년 축산물의 잔류물질시험법을 제정하였으며 실시계획(축산발전계획)을 만들었으며 1996년부터 현재까지 육류중 유해성 잔류물질 검사요령을 제정<sup>6,18)</sup>하여 잔류물질검사를 실시해오고 있다.

현재 국내에서 진행중인 축산물내 잔류물질 검사방법으로는 EEC-4-plate<sup>6,9,13)</sup>, BmDA method<sup>6,9,13)</sup>, TLC(Thin Layer Chromatography)<sup>6,7)</sup>, Charm II<sup>6)</sup>, HPLC(High Performance Liquid Chromatography)<sup>14,15)</sup>, GC(Gas Chromatography)<sup>13)</sup>, Mass Spectrophotometry (GC/MS)<sup>13)</sup>, 등이 활용되고 있으며 1996년부터 법적으로 생체내에서 잔류물질을 검사하도록 규정<sup>6)</sup>하고 있어 뇨나 혈액을 이용한 검사방법이 많이 소개<sup>7,11,12)</sup>되고 있다.

현재 서울시내 도축장에서 실시하고 있는 검사법은 근육중 EEC-4-plate, 혈액내 TLC, Charm modulite 등이 이용되고 있다.

본 조사에서는 서울시에서 91년 이후부터 실시해온 관내 도축장에 출하되는 소의 자육내 유해물질의 잔류실태를 파악하여 올바른 소비자의 보건향상 및 출하농가의 지도에 기초자료로 제공하므로서 안전한 축산물 생산에 기여하고자 본 조사를 시행하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

1991년 1월부터 98년 12월 사이에 서울시 관내 3개 도축장에 출하된 12,870두의 근육을 100g 채취, -20°C에 보관하여 실험에 사용하였다.

### 시험방법

EEC-4-plate method : 본 시험법은 육류중 유해성잔류물질 검사방법 (농림부고시 제1997-74호)에 의한 것으로 식육중 항생물질 간이검사 제2법<sup>22)</sup>을 적용하였다.

검사용 디스크 : 냉동보관 중인 시료를 해동시켜 멸균된 외과용 칼로 시료 중간부를 절개, 그 사이에 직경 10mm, 두께 1.5mm의 멸균된 항균성물질 검사용 filter paper (advantec, Japan)를 삽입하여 육즙이 충분히 스며들게 하여 실험에 사용하였다.

균주 및 균액 제조 : 사용된 균주는 *Bacillus subtilis* BGA와 *Micrococcus lutea* ATCC 9341을 사용하였으며, 균 균액은 다음과 같이 조제하였다. *B subtilis* 포자액을 nutrient agar 평판의 Roux병에 옮겨 30°C 배양기에 10일간 배양한 후 멸균된 생리식염수로 300rpm에서 10분씩 2회 원심세척하고, 이를 다시 생리식염수에 부유시켜 70°C에서 30분간 처리하였다. 이렇게 하여 얻은 포자액을 표준평판 배양법으로 계산하여 10<sup>7</sup>cfu/ml의 포자를 함유하는 농도가 되도록 희석하여 냉장고에 보관하면서 사용하

였다.

*M lutea*균액을 nutrient agar에 계대 배양한 종균을 BHI broth에 옮겨 37°C에서 24시간 배양한 후 필요에 따라 균액을 만들어 사용하였다.

배지 : 항생물질 잔류검사를 하기 위하여 pH 6.0, 7.2, 8.0, 8.0(*M lutea*)의 nutrient agar 평판을 만들어 사용하였다. 즉 nutrient agar에 0.1 N HCl 또는 0.1N NaOH를 이용하여 pH가 각각 6.0, 7.2, 8.0이 되도록 조정하고 멸균한 후 48-50°C로 유지하면서 sulfonamide제의 잔류검사를 위하여 pH 7.2 배지 100mℓ당 trimethoprim (Sigma, T-7883) 1mℓ(5mg/mℓ)을 첨가하였다. 준비된 균액을 1mℓ씩 가하여 10<sup>4</sup>cfu가 되도록 평판을 만들고, 이때 *B subtilis*포자액은 pH가 다른 3개의 nutrient agar(pH 6.0, 7.2, 8.0)에 각각 접종하고 *M lutea*는 pH 8.0에만 접종하였다.

항생물질 농도에 대한 사용균주의 발육 억제대를 확인하기 위하여 penicillin, sulfamethazine, streptomycin 등을 계열 희석하였고, 이를 검사용 디스크에 흡수시킨 후 위의 각종 배지에 부착하여 동일한 조건하에서 실험을 실시하였으며 농도별 발육억제대를 측정하여 본 실험의 대조를 구하였다.

검사결과 판정 : 충분히 시료에 침지된 검사용 디스크를 준비된 배지에 2매씩 부착시킨 후 *B subtilis* 배지들은 30°C에서, *M lutea* 배지는 37°C에서 18~24시간 배양한 다음 4종의 평판 배지중 하나 또는 그 이상에서 세균발육억제대가 14mm이상이면 양성으로 판정하였다.

**Radioimmunoassay method(Charm II) :**  
Charm II system analyzer(new # 7600, charm science)로 분석하기 위하여 시약으로서 multi-antimicrobial standard, zero standard, MSU buffer, M<sub>2</sub> buffer, optifluor를 사용하였으며 sulfanomide 계 및 tetracycline 계 kit로 실험하였다.

#### 시험방법

식육 시료의 전처리 : 원심관에 MSU buffer

30mℓ와 시료 10g을 넣은 후 균질화 시켜 80°C에서 30분간 가열하였다. 가열된 시료는 4°C에서 냉각시킨 후 1,750g에서 10분간 원심하여 상층액을 여과하였다. 여과된 상층액은 M2 buffer를 사용하여 pH 7.5로 조절한 후 시험에 공하였다.

**시험방법 :** 시험관에 미생물수용체 정제시약과 증류수 300μl를 가하여 10초간 교반한 후 시료추출액 4mℓ와 3H표식 항균물질 정제시약을 순서대로 놓고 교반시켜 35°C에서 5분간 반응시킨 후 1,750g에서 5분간 원심하였다. 상층액은 버리고 증류수 300μl를 가하여 잔류물을 부유시키고 Optifluor 3mℓ를 가하여 교반한 후 analyzer에서 cpm 값을 측정하였다.

#### 결과 판정

시험결과 cpm측정값이 각 계열별 항균물질의 control point값보다 낮을 경우 양성으로 판정하였다.

**고속액체크로마토그라프(HPLC)에 의한 정량검사 :** EEC-4-plate 방법에서 양성반응을 보이는 시료는 HPLC를 이용하여 정량검사를 실시하였다. 분석조건은 다음과 같다.

Column : μbondapak C<sub>18</sub>(3.9mm×300mm, 10μm)

검출기 : UV 360nm, 0.005AUFS

이동상액 : 0.01M oxalic acid : CH<sub>3</sub>CN : methanol = 7 : 2 : 1(V/V/V)

유속 : 1.0mℓ/min

주입량 : 50μl

시험방법 : 식육중 잔류 테트라사이클린 동시 분석법<sup>7)</sup>에 의하여 실시하였다.

#### 결 과

##### EEC-4-plate 법에 의한 검사실적

'92년부터 '98년 말까지 총도축건수는 617, 078두이며 그중 12,870건을 검사하여 402건에서 양성을 나타내어 2.08%의 검사실적을 나타냈으며 3.12%의 양성을 보였다.

연도별 검출률이 높은 순서로는 95년에는 검사건수 1429두중 136건, 97년도에는 2,715건

중 116건, 98년도에는 1,773건 중 41건, 96년도에는 1,846건 중 69건, 94년도에는 1,436건 중 20건, 93년에는 1,256건 중 17건, 92년도에는 1,215건 중 3건이었으며, 91년도에는 1,200건을 검사하였으나 한 건도 양성을 보이지 않았다(Table 1).

품종별로는 한우에서 157건, 유우에서 243건, 기타 2건으로 양성을 보였다.

계절별로는 가을(160건), 겨울(89건), 여름(88건), 봄(65건) 순으로 나타났으며(Table 2.), 지역별로는 경기(218건), 충남(42건), 경남(32), 충북(28건), 전북(25건), 전남(22건), 강원(18), 경북(17) 순으로 나타났다.

#### 고속액체크로마토그라프(HPLC)에 의한 정밀정량

1996년부터 EEC-4-plate method에서 양성반응을 보인 시료 402건을 정밀정량검사한 결과 18건(4.5%)에서 6종류의 항생물질이 검출되었다. 이 중 oxytetracycline이 12건에서 각각 0.9, 0.58, 15.93, 0.7, 4.35, 0.54, 12.82, 2.57, 4.40, 0.34, 4.20, 9.31, 10.69 ppm 검출되었고, beta-lactam이 0.06 ppm, sulfonamide이 0.24 ppm, sulfadimethoxine이 3건에서 각각 0.17, 0.23, 1.07 ppm 검출되었고, sulfathiazole은 0.72, 1.18 ppm, sulfamethazine 0.76 ppm 이 각각 검출되었다. 이 중 TCs이 72%, sulfa 32%,  $\beta$ -lactam이 5.5%의

검출율을 보였다(Table 3.).

#### 고찰

국내에서는 정부에서 축산물중 잔류물질 분석법 및 허용기준을 제정고시<sup>18,20)</sup>하고 육류중 유해성 잔류물질 검사요령을 고시<sup>6)</sup>하여 도축장에 출하되는 축산물에 대하여 혈액 및 근육을 대상으로 합성항균제, 항생제, 농약, 호르몬의 잔류실태를 검사케 하고 있다.

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 약물잔류발생의 주원인은 휴약기간 미준수에 의한 것으로 나타났다<sup>22)</sup>. 1986년 조사에 의하면 STOP test 결과 잔류위반율이 3.8% 이었고 이중 sulfa제와 tetracycline(TCs), penicillin의 사용이 전체의 80% 였다고 하였다. Willson<sup>23)</sup>은 CAST 양성 송아지 945건을 검사하여 90건(9.5%)에서 항생물질이 검출되었으며 이중 TCs, sulfa제와 penicillin이 82.3%를 차지하였으며 복합제제에 의한 잔류는 8건(8.9%)이었다고 보고하였다. 박 등<sup>10)</sup>은 국내산 우육을 대상으

Table 1. Detection rates of residual antibiotics in muscles of slaughtered cattle by EEC-4-plate method

Year	91	92	93	94	95	96	97	98	Total
No of subject	1,200	1,215	1,256	1,436	1,429	1,846	2,715	1,773	12,870
Positive	0	3	17	20	136	69	152	41	402
(%)	0	0.24	1.35	1.39	9.51	3.73	5.59	2.31	3.12

Table 2. Monthly variations of residual concentrations of antibiotics detected by EEC-4-plate method

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Positive	29	47	28	10	27	24	29	35	11	107	42	13	402
(%)	7.2	11.7	7.0	2.5	6.7	6.0	7.2	8.7	2.	26.6	10.4	3.2.	99.9

Table 3. Determination of residue materials by HPLC

No of sample	Rasiduals(Concentration, ppm)				
	OTC*	β-Lactam	Sulfa	SMT	SDM
96-10-19	0.90	—			
11-29	0.57	—			
12-10	15.93	—			
12-11	0.70	—			
6-5	4.35	—			
7-3	0.54	0.06	0.24		
7-12		—			0.17
7-25			0.76		0.72
7-26		12.82			
8-9					0.23
8-18		2.57			
11-12		4.40			
11-26					1.18
11-27					1.07
2-19		0.34			
2-20		4.20			
3-20		9.31			
3-21		10.69			

\* : OTC(oxytetracycline), Sulfa(unclassified sulfonamide) SMT(sulfamethazine), SDM(sulfadimethoxine), STZ(sulfathiazole)

로 128두를 EEC-4-plate method로 검사한 결과 전례에서 모두 음성으로 판정되었으나, 박 등은 164건에서 4건이 양성으로 2.4%의 양성을 보였으며, 허 등<sup>5)</sup>은 59마리의 비육소에서 13건 2.2%이 양성으로 판정되었다고 보고하였다. 또한 등<sup>4)</sup>은 도축장에서 채취한 쇠고기 164건을 검사하여 2.4%의 양성을 보였으며 이중 TCs, sulfa제에 의한 잔류가 75%로 중복잔류는 50%로 조사되었고 백 등<sup>3)</sup>은 쇠고기 1,364건을 검사하여 0.73%로 이중 88.9%가 TCs와 sulfa제에 의한 잔류실태를 보고하였다.

본 조사에서는 12,870건을 연도별로 91년부터 98년까지 각각 1200, 1215, 1256, 1436, 1846, 2715, 1773 건을 검사하여 양성은 각각 0(0%), 3(0.24%), 17(1.35%), 20(1.39%), 136(9.51%), 152(5.59%), 41(2.31%) 총 402(3.12%)의 검출율로 0-9.51%로 박 등<sup>10)</sup>, 박 등<sup>2)</sup>, 백 등<sup>3)</sup>, 허 등<sup>5)</sup>의 결과와 대체적으로 비슷한 결과를

보였다. 허 등<sup>5)</sup>은 비육소에 대한 검사결과 잔류위반율이 22%로 본조사 결과와 큰 차이를 보이고 있으나 이는 검사기간이 소 유행열이 대유행했던 시기를 전후한 것으로 치료와 예방을 위한 항생제의 사용 후 충분한 휴약기간 없이 출하한데 기인한 것으로 추정된다.

잔류항생물질은 Table 3에서와 같이 양성 18건(4.5%)중에서 oxytetracycline이 13건으로 가장 많았으며, 설파제가 7건이었으며 betalactam이 1건으로 가장 적은 양성을 보여 박 등<sup>2)</sup>과 백 등<sup>3)</sup>의 결과와 일치하였다.

이상의 결과로 91년부터 시행되어온 육류중 유해성 잔류물질 검사는 전체 도축수의 2%정도에서 실시하여 그중 10% 미만의 양성을 보이고 있어 대상 검사수의 확대가 절실히 필요하며 잔류가 확인된 항생제는 대부분이 국내외에서 가장 많이 사용(1)되어 규제대상인 제제로 매년 그 사용량과 잔류실태를 조사하

여 중점적인 검사체계가 이루어져야 할 것이며 출하농가에 휴약기간을 준수하도록 적극 계도를 해야할 것으로 사료된다.

## 결 론

국내에서 유해잔류물질에 대한 검사가 이루어진 1991년부터 1998년까지 소고기의 항생제 잔류물질 실태를 파악하고자 서울시내 도축장에서 도축된 소를 대상으로 EEC-4-plate method, Charm II, HPLC를 이용하여 검사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. EEC-4-plate method를 이용한 검사결과 총검사건수 12,870건중 402건에서 양성을 나타내어 3.12%의 검출율을 보였다.  
연도별로는 95년(136건), 97년(116건), 98년(41건), 96년(69건), 94년(20건), 93년(17건), 92년(3건), 91년(0건)순으로 높은 검출율을 나타내었다.  
계절별로는 가을(160건), 겨울(89건), 여름(88건), 봄(65건)순으로 나타났으며, 지역별로는 경기(218건), 충남(42건), 경남(32), 충북(28건), 전북(25건), 전남(22건), 강원(18), 경북(17)순으로 나타났다.
2. EEC-4-plate method에서 양성반응을 보인 시료 402건을 HPLC로 정밀정량검사한 결과 18건(4.5%)에서 oxytetracycline 0.9, 0.58, 15.93, 0.7, 4.35, 0.54, 12.82, 2.57, 4.40, 0.34, 4.20, 9.31, 10.69ppm, beta-lactam 0.06ppm, sulfonimide 0.24ppm, sulfadimethoxine 0.17, 0.23, 1.07ppm, sulfathiazole 0.72, 1.18ppm sulfamethazine 0.76ppm 이 각각 검출되었다.

## 참고문헌

1. 박종명, 신진호, 이광직. 1990. 동물약품 수급정보 전산화 연구. 농촌진흥청 가축위생 연구소 시험연구보고서 36~39.
2. 박재명, 최해연, 이은정 등. 1997. 식육중 테트라사이클린계 항생물질 잔류조사, 한가위지 20(2) : 225~233.
3. 백미순, 이영철, 이해영 등. 1998. 절박 도축우의 항생제 및 살파제 잔류조사, 한가위지 21(1) : 13~20.
4. 한창훈, 문호판, 김영수 등. 1993. 서울에서 도축된 소와 돼지의 근육 및 내장의 잔류 항생물질조사. 서울시보건환경연구원보 29 : 172~177.
5. 허부홍, 전창권, 안병목 등. 1992. 소 및 돼지의 정육과 내부장기중의 항생물질 잔류 조사. 한가위지. 15(2) : 93~100.
6. 농림부고시. 1006. '97 육류중유해성잔류물질검사요령. 농림부고시제 1996~99호.
7. 수의과학연구소. 1996. 도축전 생체잔류검사 기술교육 교재. 수의과학연구소.
8. 백미순, 이영철, 심항섭 등. 1997. 육류중 잔류항생물질 및 테트라사이클린 조사, 한가위지 20(4) : 339~348.
9. 장기윤, 김순재, 박종명. 1991. 돼지에 잔류된 살파제의 미생물학적 스크리닝법에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 15(1) : 49~61.
10. 박종명, 이광직, 조태행 등. 1991. 국내산 우육, 돈육 및 계육중의 항생물질 잔류조사. 한국수의공중보건학회지 15(3) : 287~291.
11. 조태행, 이광직, 진남섭 등. 1993. 테트라사이클린계 항생물질의 분석방법 개발 및 잔류조사에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 17(3) : 321~328.
12. 이원창, 김종배, 이치호. 1994. 수입축산물로부터의 잔류항생물질 검출을 위한 새로운 방법의 개발에 관한 연구. 한국수의공중보건학회지 18(2).
13. 농림부 농업공무원교육원. 1997. 축산물잔류물질검사반 교육교재. 농림부 : 143~144.
14. 황래홍, 김영수, 윤은선 등. 1995. HPLC를 이용한 축산식품중 잔류설폰아미드제의 동시분석법 연구. 한가위지 19(1) : 13~28.
15. 정동수, 윤교복, 김종술 등. 1993. HPLC를 이용한 원유중 잔류 sulfonamides분석법 연구. 한가위지 16(1) : 11~19.
16. 김창수, 이성권, 고태오 등. 1996. 경기남

- 부지역 원유중의 살파제 잔류조사. 한가위지  
19(1) : 39~45.
17. 이장락 : 수의약리학. 서울 : 394~399.
  18. 보건복지부고시. 1996. 식육중 잔류물질 허  
용 기준. 복지부고시 제1996-10.
  19. 박종명 : 식육중 항생물질 간이검사법(축산  
식품중의 잔류항생물질검사법). 현대출판  
사, 서울 : 9~15.
  20. 농림수산부. 1995 : 동물용 의약품의 안전  
사용기준. 농림부고시 제85.
  21. 한국식품가공협회. 1994. 식품공전. 문영사,  
서울 : 807~833.
  22. 김승환. 1990. 축산물에 있어서 항균, 호르  
몬물질의 잔류문제와 방지대책(II). 동물  
약계 12 : 7~13.
  23. Wilson DJ, Franti CE, Norman BB. 1991.  
Antibiotic and sulfonamide agent in bob-  
veal calf muscle, liver and kidney. *Am J  
Vet Res* 52(8) : 1383~1387.