

HPLC에 의한 계육의 설파메타진 잔류량 분석

하대식* · 김종수 · 김곤섭

경상대학교 수의과대학
경남보건환경연구원*
(1994년 1월 19일 접수)

Determination of sulfamethazine in chicken by HPLC

Dae-sik Hah* · Jong-shu Kim · Gon-sup Kim

College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University
Gyeongnam Provincial Government Institute of Health and Environment*

(Received Jan 19, 1994)

Abstract : This study was carried out to determine the sulfamethazine residues in liver and kidney of chickens.

For this experiment total 80 samples of livers and kidneys were collected at random 4 points(east area 2, west area 2) meat markets in Kyong-nam area 2 and were analysed by HPLC system.

The results were as follows :

1. The average concentration of sulfamethazine residues in liver and kidney were 0.056 ppm and 0.035 ppm, respectively, the sulfamethazine residues in chicken tissue was higher in liver than kidney.
2. The sulfamethazine residues of livers were exceed 0.1 ppm in three samples and no samples were exceed than 0.1 ppm in kidney.
3. No sulfamethazine residues in liver and kidney were 14 and 25 samples respectively.

Key word : sulfamethazine, HPLC.

서 론

최근 식육 및 육제품에 대한 수요가 점차 증가함에 따라 가축의 사육 규모도 기업화되고 있다. 그 중 닭 사육의 기업화는 값싼 동물성 단백질 섭취와 사육의 용이성이 상충되어 계속 번성하고 있다. 닭사육의 대량화와 기업화에 따른 질병예방과 사육 기간 단축, 성장 촉진의 목적에 따라 각종 사료 첨가제 및 합성항균제를 사용하고 있는데, 그 중 설파메타진은 지속성 합성항균제로서 값이 싸고 항균 범위가 특이하여 국내외에서 널리 사용하고 있다.^{1,2} 설파메타진은 다른 항균제와는 달리 가열 시에도 거의 분해되지 않으며³ 흡수는 빠르고 배설은 느리기 때문에 조직내 축적을 야기시켜 사람의 몸으로 이

행되므로 선진국에서는 도축전 약전휴약기간 및 잔류 최대 허용량을 법으로 정하여 이를 규제하고 있다.^{4,6} 설파메타진에 의하여 내성균이 생길 수 있고, 또 인체 내에서 각종 효소를 유도할 수 있어 세균과 인체의 생리에 변화를 줄 수 있음은 주지의 사실이다.⁷ 식육 중에 잔류하는 설파메타진은 인체에 조혈 장기 이상, 신장 장애, 과민 반응, 간장염, 갑상선 기능 부전, 면역 형성 저해 및 관절염 등의 부작용을 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유 때문에 1973년 FDA에서 식육용 가축에 쓰이는 설파아미드제를 신규동물약제로 정하고^{8,9} 1974년에는 대상 동물에 따른 안전 휴약 기간을 설정하기에 이르렀다.⁷ 최근 유 등¹⁰은 군납 닭고기의 각 장기 조직에서 항균성 물질의 잔류 실태를 보고한 바 있고,

박과 이¹¹는 서울 근교의 시판 닭고기의 각종 장기 조직에서 설파제 잔류 실태를 조사한 바 있다. 식육 내에 잔류하고 있는 30여종이 넘는 sulfonamide를 정성, 정량하기 위한 방법으로는 Bratton-Marsall 비색법,¹² TLC,¹³ GC,¹⁴ LC,¹⁵ HPLC,¹⁶ ELISA¹⁷ 등에 의한 방법이 있으며 이중 비색법 및 TLC는 예비 검사에 사용되고 GC, LC, HPLC는 본검사에 사용되고 있다. 이중 HPLC에 의한 분석 방법은 시료전처리가 간단하고 회수율, 재현성이 높고 검출한계치가 낮기 때문에^{18,19} 현재 우리 나라에서 공인된 분석 방법으로 많이 이용되고 있다.^{20,21} 우리 나라에서는 아직까지 국내에서 생산되는 모든 동물성 식품 중에 잔류하는 설파아미드계 잔류 실태가 밝혀져 있지 않다. 또한 수의사가 아닌 일반 양축가가 임의로 항균제 또는 사료 첨가제를 구입하여 사용함으로써 권장량을 사용하는지 판단할 수 없는 실정이다. 특히 닭고기는 도계장이 있으나 일반적으로 체계적인 과정을 거치지 않고 유통되는 사례도 많기 때문에 타 식육보다 항생항균제에 대한 인체내에 잔류될 가능성이 많을 것으로 본다. 최근 1989년에는 대일 수출용 돈육중 18건 331톤이 설파메타진의 일본 기준치인 0.05 ppm을 초과 검출됨으로써 반송되었는데, 반송 돈육중 13톤은 국내 허용 기준치인 0.1 ppm을 초과하여 폐기 조치 한 바 있다.²⁰ 이 결과로 봐서 닭 사육시 항균제의 투여는 국민보건위생상의 위해는 물론 축산 농가에 대한 직접적인 피해와 국제 교역에서도 문제점으로 사료되며 특히 우리나라 사람들은 내장장기를 즐겨먹는 식생활 습성 때문에 인체에 유해를 미칠 확률이 높다. 따라서 닭고기의 내부 장기 중 간장과 신장 내의 설파메타진 잔류량을 HPLC를 사용하여 측정해 봄으로써 향후 예상되는 식육내 유해 물질 잔류 해결과 국민건강 예방 차원의 기초 자료를 제공코자 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료 : 시판되고 있는 닭의 간장 및 신장 각 40건씩을 시료로 채취한 후 즉시 냉동 또는 냉장 상태로 2시간 이내에 실험실로 운반하여 -20℃에서 냉동시

킨 다음 2주일 이내에 실험에 사용하였다.

실험방법 : 분석 방법은 수육중 설파메타진 잔류물질 검사법^{23,26}을 약간 변경 사용하였으며 실험에 사용한 물은 비저항 계수 18 MΩ 이상의 순수한 물을 사용하였다.

검량선의 작성 : 설파메타진 표준 용액 10, 25, 50 및 100μl씩을 각각 10ml 시험관에 취하여 내부표준용액인 설파메라진 100μl씩을 가하고 나서 회전형 진공 농축 증발기를 사용해 35~40℃ 수조에서 감압하여 농축 건조하였다. 잔류물에 HPLC 이동상 용매 1ml씩을 가하여 용해시키고 50μl씩을 HPLC에 주입하여 설파메타진과 설파메라진(내부표준용액)의 peak area 값의 비를 설파메타진 농도에 대해 plot하여 작성하였다.

시료의 분석 : 시료(근육) 5g을 내부 표준 용액 0.1ml과 아세톤 25ml를 가하여 균질기에서 균질화 한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리하였다. 상층액을 가지형 후라스크에 취하고 잔류물에 아세톤 25ml를 나시 가한후 똑같이 조작하여 상층액을 앞의 상층액과 합하고 n-프로필알콜 5ml를 가하여 회전형 진공농축증발기를 사용해 40~45℃ 수조에서 1ml이 될 때까지 감압하여 농축하였다. 농축액을 분액여두에 옮기고 아세톤 5ml씩으로 2회 씻어 세척액을 분액여두에 옮긴 후 3% 염화 나트륨 용액 30ml와 핵산 30ml를 가하여 가볍게 진탕하였다. 하층을 별도의 분액여두에 옮기고 클로르포름 15ml를 가하여 진탕한 후 클로르포름층을 삼각후라스크에 취했다. 이 조작을 2회 반복하여 클로르포름층을 합한 후 투명하게 될 때까지 적당량의 무수 황산 나트륨을 가하여 부드럽게 흔들여 섞었다. 이 액을 가지형 후라스크에 여과지를 사용하여 옮겨 취하고 회전형 진공농축증발기를 사용해 40~45℃ 수조에서 1ml가 될 때까지 감압하여 농축하였다. 농축액을 분리용 알루미나 칼럼에 가하고 후라스크를 클로르포름 5ml씩으로 2회 세척하여 세척액을 칼럼에 가한 후 액을 유출시켰다. 다음에 95% 아세토니트릴 20ml로 세척한 후 85% 아세토니트릴 30ml로 용출시켜 용출액을 가지형 후라스크에 취하여 진공농축 증발기를 사용해 40~45℃ 수조에서 감압하여 농축 건조시켰다. 여기에 HPLC 이동상 용매 1ml를 가하여 용해시킨 후 50μl를

Table 1. High performance liquid chromatography(HPLC) conditions for analysis of sulfamethazine residue

Items	Condition
Column	μ-Bondapak C ₁₈ (3.9mm i.d×38cm)
Mobil Phase	CH ₃ CN-H ₂ O-CH ₃ COOH(12:88:1)
Flow rate	1 ml/min
Detector	254nm at UV
Chart speed	0.2cm/min
Attenuation	0.5

Table 2. Summary of detector responses at 10, 25, 50 and 100 μl of sulfamethazine standard solution

Added* volume(μl) (A/B)	No. of injection	Sulfamethazine area(A)	Sulfamerazine area(B)	Ratio
10	1	38389	702437	0.055
	2	41773	654238	0.064
	Mean \pm SD	40081 \pm 1692	678338 \pm 24100	0.060 \pm 0.005
25	1	128830	724320	0.178
	2	132446	654238	0.194
	Mean \pm SD	130638 \pm 1808	689279 \pm 35041	0.186 \pm 0.008
50	1	297835	692438	0.430
	2	309347	701124	0.441
	Mean \pm SD	303591 \pm 5756	696781 \pm 4343	0.436 \pm 0.006
100	1	652433	707012	0.923
	2	679347	662431	1.026
	Mean \pm SD	665890 \pm 13457	684722 \pm 22291	0.975 \pm 0.052

* Added volume(μl) of sulfamethazine standard solution

주입하여 잔류 농도를 Table 1과 같이 분석하였다.

6.7분으로 시료에서 추출정제한 물질이 sulfamethazine 인것을 확인 할 수 있었다(Fig.2).

결 과

검량선의 작성 : 설파메라진 표준 용액 10, 25, 50 및 100 μl 에 설파메라진 내부표준용액 100 μl 씩을 가하여 50 μl 를 각각 2회씩 HPLC에 주입하여 얻은 반응기의 반응을 요약하면 Table 2와 같다.

Table 1을 이용하여 설파메타진 농도를 X축으로 하고 설파메라진 면적값/설파메타진 면적 값을 Y축으로 하는 회귀 방정식을 구한 결과 $Y=0.0103X-0.0604$ ($r=0.992$)인 Fig 1과 같은 검량선을 얻었다.

시료에서 추출정제한 sulfamethazine과 표준 sulfamethazine을 HPLC에 의한 크로마토그램(chromatogram)을 서로 비교해 볼때 retention time이

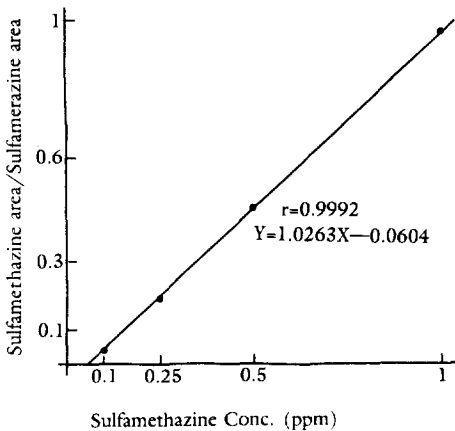


Fig 1. Standard calibration curve of sulfamethazine

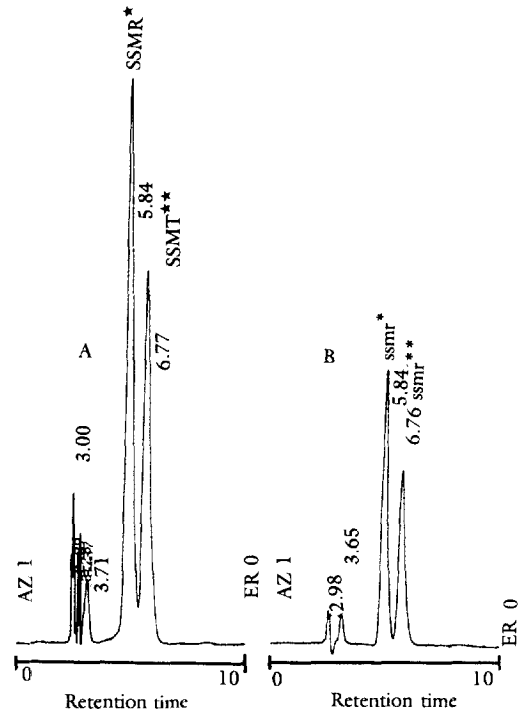


Fig 2. HPLC chromatogram of sulfamethazine
A; Standard sulfamethazine B; Sample extract
★; Standard sulfamerazine
★★; standard sulfamethazine
*; Sample sulfamerazine
**; Sample sulfamethazine

간장내 잔류 농도 : 경남 지역 소재 40개 계육 판매
점을 대상으로 채취한 간장 및 신장내 설파메타진 잔류

농도를 분석한 결과는 Table 3 및 4와 같다.

간장 및 신장 내의 잔류 농도 분포 : 간장 및 신장 각

Table 3. Sulfamethazine concentration(ppm) in liver of 40 chickens

No. of Samples	Concentration (ppm)	No. of samples	Concentration (ppm)
1	0.026	21	ND*
2	0.046	22	0.031
3	ND*	23	0.042
4	0.141	24	0.061
5	ND*	25	ND*
6	0.019	26	0.064
7	0.101	27	0.072
8	ND*	28	0.081
9	0.054	29	ND*
10	0.053	30	0.101
11	ND*	31	0.094
12	0.085	32	ND*
13	0.046	33	ND*
14	0.007	34	ND*
15	ND*	35	0.012
16	ND*	36	0.034
17	0.021	37	0.092
18	ND*	38	0.071
19	0.024	39	ND*
20	0.034	40	0.042

Mean±SD:0.056±0.032

Average recovery(%):83

*:not detectable

Table 4. Sulfamethazine concentration(ppm) in kidney of 40 chickens

No. of Samples	Concentration (ppm)	No. of samples	Concentration (ppm)
1	0.024	21	ND*
2	ND*	22	ND*
3	0.014	23	ND*
4	ND*	24	ND*
5	0.043	25	0.041
6	ND*	26	ND*
7	ND*	27	0.032
8	0.014	28	0.043
9	ND*	29	0.012
10	0.035	30	ND*
11	ND*	31	ND*
12	ND*	32	ND*
13	ND*	33	0.024
14	0.047	34	0.047
15	ND*	35	ND*
16	ND*	36	ND*
17	ND*	37	0.092
18	ND*	38	0.043
19	0.021	39	ND*
20	ND*	40	ND*

Mean±SD:0.035±0.019

Average recovery(%):83

*:not detectable

40례에서 채취한 설파메타진 잔류 농도의 분포도를 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Distribution of sulfamethazine residues in liver and kidney of 40 chickens

Range(ppm)	Liver(%)	Kidney(%)
Total	40(100)	40(100)
ND*	14(35)	25(52.5)
<0.02	3(7.5)	3(7.5)
0.02~0.05	10(25)	11(27.5)
0.05~0.10	10(25)	1(2.5)
>0.10	3(7.5)	0

* : Not detectable

신장 및 간장 각 40례에서 채취한 설파메타진의 지역별 잔류 농도를 분석한 결과는 Table 6 및 Table 7과 같다.

Table 6. Distribution of sulfamethazine residues in chicken livers by sampling area

Sampling area	case	ND*	<0.05	>0.05
East	20	7	8	5
West	20	7	5	8
Total	40	14	13	13

* : Not detectable

Table 7. Distribution of sulfamethazine residues in chicken kidney by sampling area

Sampling area	case	ND*	<0.05	>0.05
East	20	13	7	0
West	20	12	7	1
Total	40	25	14	1

* : Not detectable

고 찰

식육용 가축에게 설파아미드제를 추정된 용량보다 많이 사용하거나 도살전 권장된 휴약기간을 제대로 지키지 않았을 경우에 식육 중에 높은 수준의 설파아미드제 잔류량이 존재하게 된다.^{23,50} 한편 축산 식품 중에 잔류하는 sulfonamide 비롯한 항균성 물질은 인체에 유해하게 작용할 수 있기 때문에 미국을 비롯한 선진 외국에서는 이들 항균성 물질에 대한 사용 지침을 만들어 시행하고 있다. 즉, 식육 중에서의 잔류량을 줄이기 위하여 도축전 안전휴약 기간과 최대 잔류 허용량을 정하

여 이를 규제하고 있다. 설파아미드제의 잔류농도는 장기에 따라 차이가 나며^{11,12,25,26-29} 간장과 신장에서 대체로 잔류량이 높은 것으로 알려져 있고,³⁰ 뇨>혈장>간>신장>근육>지방의 순으로 높게 나타난다고 한다.^{26,31} 또한 Randecker²⁶ 등은 설파제의 주 target organ은 간장이며, 잔류 농도도 장기에 따라 차이가 나는데 특히 신장, 간 등은 근육에 비하여 약 3배정도 높다고 하였고 김과 이 등³²은 1.5~3배 정도 높다고 보고하였다. 설파메타진 복합제제를 근육 주사한 간장에서의 설파메타진 잔류량은 근육에서 보다 높은 수준이었으며 휴약기간에 따른 감소 경향을 나타내고 있다는 보고도 있으며³¹ 박과 이³³는 서울 근교의 양계장에서 사육되고 있는 브로일러계를 대상으로 설파아미드제의 잔류량을 장기별로 조사한 결과 간장에서 가장 높은 수준으로 나타났으며 신장, 폐, 심장, 전위, 다리근육순으로 잔류량이 줄어졌다고 보고하였다. 설파메타진을 경구 투여한 경우 뇨와 혈청 중의 농도가 가장 높았으며 다음으로 간장, 신장, 근육의 순으로 농도가 높았으나²⁰ 정맥 주사한 경우는 신장, 간장, 근육의 순으로 농도가 높음이 보고되어 있다.¹⁷ 본 연구에서 나타난 결과를 보면 닭 내부장기중 설파메타진 잔류량이 국내 허용 기준치인 0.1 ppm을 초과하는 경우가 간장에서는 3건(7.5%)이 나타났으나 신장에서는 없는 것으로 나타났으며 간장내 평균치는 0.056 ppm으로 신장내 평균치 0.035 ppm보다 약 3배 정도 높게 나타났다. 본 연구결과에 의하면 간장에서 많은 잔류량이 나타난 것은 설파아미드제가 주로 간장에서 대사 되기 때문인 것으로 사료되며 이 결과는 Randecker²⁶ 및 이 등³⁴은 지역 및 시기별로 0.1 ppm 이상의 잔류량을 보인 비율과 잔류량을 비교할 때 대체로 간장과 신장에서는 0.1 ppm 이상의 잔류량을 보인 예가 가장 많았다고 한 보고와 비슷한 결과이다. 본 연구 결과가 간장과 신장에서 설파제 잔류 검출이 많이 나타난 것은 타 연구 결과와 일치하나 검출율과 검출농도한계치가 상이한 점은 이동상 용매의 종류³⁵와 비율³⁶에 따른 합성항균제의 분리 시간 및 분리능의 변화와 분석법의 차이인 것으로 사료된다. 이와 같은 결과로 보아 닭사육시 sulfamethazine이 사료 첨가제 또는 주사제로 많이 투여되어진다고 볼 수 있으며 빠른 흡수와 늦은 배설 등의 특성을 고려해 볼 때 설파제의 사용 후에 반드시 적절한 안전휴약 기간을 지켜야 할 것으로 생각이 된다. sulfonamide를 치료제로 사료에 투여했을 때 휴약기간 10일째에도 간장과 신장 조직에서 0.1 ppm까지 검출되었다고 하였으며, 송아지보다 닭에서 sulfonamide 반감율이 더 느리다고 보고하였다.²⁸ 합성 항균제의 HPLC 분석에 있어서는 원하지 않는 피크의 출현이나 위양성

피크의 출현 등으로 인하여 분석 결과에 많은 영향을 미칠 수 있는데, 이는 어떤 이동상 용매에서 특정 화합물들의 분리가 이루어지지 않거나, 중첩되어 나타나기 때문이다. 이러한 분석상 오류를 피하기 위하여 이동상 용매 조성의 변화의 지연 시간을 연장시켜 좋은 분리능을 유도해 내거나, 이동상 용매 성분비의 변화로 특정화합물의 분리를 유도해 내거나, 유사 칼럼의 교체 또는 GC Mass를 이용한 성분 확인이 이루어져야 할 것으로 사료된다. Penumathy²⁴ 등은 달걀, 닭고기, 어육에 첨가한 설파퀴녹사린, 설파모노메톡신, 설파디메톡신의 유기 용매 추출물을 액상분배시에 적정 pH범위는 6.5~7.0이며 pH 6이하나 pH 8 이상인 경우에는 현저한 회수율의 감소가 있는 것으로 보고한 바 있다. sulfonamide계통은 방향족 아민기나 1급 아민기를 갖는 물질과도 반응하여 정색 반응을 나타내기 때문에 30여종의 설파제를 분리정량하기 어렵고 간섭물질의 제거 단계를 거치지 않는 분석상의 차이점으로 인하여 높은 흡광도와 높은 위반율을 나타낸 것으로 보아³⁷ 이 간섭물질을 제거하는데 설피아미드제를 분석하는데 있어서 관건이라 할 수 있겠다. 본 연구 결과에 의하면 신장에서 국내 허용기준치를 초과하는 경우는 한건도 없으나 많은 잔류량이 검출되었는데 이는 Randecker²⁶의 결과와 이등³⁴의 결과에서 신장의 경우 78.94%의 검출율을 보인 것과는 상이한 결과를 보였고, 박과 이³³의 결과와는 비슷한 결과를 보였다. 이는 투여 설파제의 종류에 따라서 각 장기에 대한 분배가 달라질 수 있기 때문인 것으로 짐작되며, 동일한 설파제를 투여한 후 휴약기간별로 각 장기에 있어서의 잔류 농도를 측정하였을 때 휴약기간에 따라서 이들 잔류량의 순위가 바뀔 수 있음이 보고되어 있고,³⁰ 신장에서 많은 잔류량이 나타나는 것은 설피아미드제가 주로 신장을 통해 배설되기 때문이며 Bevil^{27,28}의 조사와도 일치한다.

본 연구에서는 총 검사된 80건의 계육중 간장에서는 26건(65%), 신장에서는 15건(37.5%)의 검출율을 나타내고 있으며 이 중 간장에서 3건이 국내잔류허용기준치를 초과하여 나타났다. 이와 같은 검출율을 보이는 이유는 화학요법에 대한 사용 규제가 미비한 점, 양축가에 대한 잔류 약제의 위험성 등이 계몽되어 있지 않은 점, 시판 사료 중에 설파제가 첨가되어 판매된다는 점, 그리고 출하를 앞두고 질병 예방과 출하에 따른 stress 등을 줄이기 위하여 첨가제로 사용할 가능성이 있는점 등으로 대별할 수 있겠다. 따라서 현재 경남지역에서 시판되는 닭고기의 내부 장기 중에서는 항균제의 잔류 정도가 높을 경우 문제가 될 것으로 사료되므로 설파메타진이 잔류 허용량보다 많은 경우와 설파메

타진의 분석으로 인한 출하지연등의 축산 농가의 경제적인 손실을 줄이기 위하여는 여러 가지 교육 프로그램의 이용과 분석법의 개량이 필요한 실정이다.³⁸ 도축전에 스크리닝하여 설파메타진의 잔류 수준이 높은 개체는 휴약기간이 지난후에 도축하는 방안이 경제적인 것으로 생각되며 아울러 사육농가에 대한 설파제의 사용 여부 조사도 병행하여 실시해야 할 것이다.

결 론

경남 지역에서 임의 선정한 4개지역(동부2지역, 서부2지역)계육판매점을 대상으로 닭의 간장 및 신장 각 40건씩을 채취한 시료를 HPLC를 사용하여 설파메타진 잔류 농도를 분석한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

1. 간장과 신장에서 설파메타진의 평균 잔류 농도는 0.056 ppm과 0.035 ppm이었고, 닭조직내에서 설파메타진 잔류량은 신장보다 간장에서 더욱 높았다.

2. 총 검사된 닭의 간장 및 신장 각 40건중 국내 기준치인 0.1 ppm을 초과한 것이 간장에서는 3건이었으나, 신장에서는 없는 것으로 나타났다.

3. 간장 및 신장 각 40건중 간장에서는 14건(35%)이 신장에서는 25건(62.5%)이 불검출로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Rosenberg MC. Update on the sulfonamide residue problem. *JAVMA*, 1985; 187:704-705.
2. 신광순. 축산물 중의 항균성 물질 잔류물질체에 대한 고찰(상), 대한수의사회지, 1989; 25:161-167
3. O'Brien J, Campbell N, Conaghan T. The effect of cooking and cold storage on biologically active antibiotic residues in meat. *J Hyg Camb* 1981; 87:511-523.
4. Jones LA, Booth N H. Drug and chemical residues in the edible tissues of animals, *Veterinary pharmacology and therapeutics*, 8th ed., Iowa state, 1988; 1065-1110.
5. Trabosh HM, Clark GM, Conrey JS, et al. Sulfa drug residues in uncooked edible tissues of cattle, calves, swine and poultry. *Feedstuffs* 1975; 47:19-26.
6. 日本厚生省; 食品衛生少育法, 昭和 60年版.
7. Jones LA, Booth NH, and Macdonald LE. Drug and chemical residues in the edible tissues of animals. *Vet-*

- crinary Pharmacology and Therapeutics. 8th ed., Iowa State Univ. Press, P., 1988; 1299-1301.
8. Goodman LS, and Gilman A. The pharmacological basis of therapeutics, 16th ed., MacMillan pub., N. Y., 1980; 1113.
 9. 유구연, 김태호, 이영택 등 육계의 항생물질 잔류량 조사. 군진수의단잡지, 1979;4:7
 10. 박용호, 이장락 : 서울 근교에서 출하되는 닭고기의 가식 부위에서의 숄폰아미드제 잔류 실태 조사. 서울대 수의대 논문집, 1981; 6:15~23.
 11. Bratton AC, and Marshall EK. A new coupling component for sulfanilamide determination. *J Biol Chem* 1989; 128:537-550.
 12. Michael H, Thomas KE, Soroka et al. Quantitative thin layer chromatographic multi-sulfonamide screening procedure. *J Assoc Off Anal Chem* 1983; 66:881-883.
 13. Arthur J M and Willian AS. Gas-liquid chromatographic determination of sulfamethazine swine and cattle tissue. *J Assoc Off Anal Chem* 1981; 794-799.
 14. Rabel FM. Separation on a unique pellicular polyamide liquid chromatographic packing. *Anal Chem* 1973; 45:957.
 15. Alled MC, Dunmire DL. High performance liquid chromatographic determination of sulfamethazine at low levels in nonmedicated swine feeds. *J Chromatogr Sci* 1978; 16:533-537.
 16. Deborah E, Dixon H, and Stanley EK. Competitive direct enzyme-linked immunosorbent assay for detection of sulfamethazine residues in swine urine and muscle tissue. *J Assoc Off Anal Chem* 1988; 1136:7-1140.
 17. Horwitz W. Analytical methods for sulfonamides in foods and feeds. *J. Assoc. Off. Anal. Chem* 1981; 64(1):104-130.
 18. Horwitz W. Performance characteristics of sulfonamide methods, *J Assoc Off Anal Chem* 1981; 64(1): 814-824.
 19. 농림수산부 : 수육종 잔류 물질 시험 방법 및 허용 기준, 농림수산부 고시 제 89-33호, 1989; 137.
 20. 보건사회부 : 식품 등의 기준 및 규격 개정, 14, 축산식품종 잔류 물질 시험법, 보건사회부 고시 제 90~84호, 1990; 33-35.
 21. Aronson A L. Potential impact of the use of antimicrobial drugs in farm animals on public health. Presented at the meeting on pharmacology in the Animal Health Sector, Colorado state Univ., Fort Collins, 1975; 23.78-83.
 22. Huber W G. The public health hazards associated with the nonmedical and animal health usage of antimicrobial drugs. *Pure Appl Chem* 1972; 35:377.
 23. Penumarthy L, Trabosh HM, Clark GM, et al. Sulfamethazine residues in uncooked edible tissues of cattle, calves, swine and poultry. *Feed stuff* 1975; 47:19.
 24. Saschenbrecker P, and Fish N A. Sulfamethazine residues in uncooked edible tissue of pork following recommended oral administration and withdrawal. *Can J Comp Med* 1980; 44:338-345.
 25. Randecker VW, and Reagan J A, Serum and urine as predictors of sulfamethazine levels in swine muscle, liver and kidney. *J Food Protection* 1987; 50: 115-122.
 26. Bevill R F, Sharma R M, Meachum S H, et al. Disposition of sulfonamides in feed producing animals. Concentrations of sulfamethazine and its metabolites in plasma, urine and tissues of lambs following intravenous administration. *Am J Vet Res* 1977; 38:973.
 27. Bevill R F, Dittert L.W, and Bourne DWA. Disposition of sulfonamides in food producing animals IV. Pharmacokinetics of sulfamethazine in cattle following administration of a intravenous dose and three oral dosage forms. *J Pharm Sci* 1977; 66:619.
 28. Bourne DWA, Bevill, RF, Sharma RM, Gural RP, et al. Disposition of sulfonamides in food-producing animals. Pharmacokinetics of sulfamethazine in lambs. *Am J Vet Res* 1977; 38:967.
 29. Samuelsson G, Whipple DM, Showalter DH, et al. Elimination of sulfamethazine residues from swine. *JAVMA* 1979; 175:440-452.
 30. Whipple DM, Samuelson G, Heath GE, et al. Tissue residue depletion and recycling of sulfamethazine in swine. *JAVMA* 1980; 176(12):1348-1352.
 31. 김영철, 이용욱 : 일부 지역 돼지 장기 및 근육내 잔류 설파메타진에 대한 조사연구. 한국식품위생학회지. 1980; 5(4):197-204.
 32. 박전홍, 이문한 : 돈육의 설파메타진 잔류량에 관한 휴약기간의 영향. 한축지, 1989; 31(11):725-729.
 33. 이창업, 이장락, 한수남, 이문한 : 시판돼지고기중

의 술폰아미드계 잔류실태 조사. 서울 수의대 논문
집 1982;7(1):1-7.

34. Franklin SC, Anling C, and Smyth JG. Recent advances in the high-performance liquid chromatography analysis of veterinary antimicrobials. *Analytical Proceedings* 1986; 23:84-87.
35. Norihide N, Youji H, Yoshinori K, et al. Simultaneous liquid chromatographic determination of residual synthetic antibacterials in cultured fish. *A Assoc*

Off Anal Chem 1987; 70(4):135-141.

36. Parks O W, and Kimoto WI. Investigations on non-sulfonamide Bratton-Marshall positive compounds in porcine liver. *J Assoc Off Anal. Chem* 1982; 65: 1285-1287.
37. Meeker DL. Pork producer's views on the sulfamethazine tissue. *J Anim Sci* 1989; 67:2822-2825.
-