

소 및 돼지의 정육과 내부장기중의 항생물질 잔류 조사

허부홍, 전창권, 안병목, 송희종*

전라북도 가축위생시험소 남원지소, 전북대학교 수의과대학*

Detection of Antibiotic Residues in Meats and Internal Organs of Cattle and Pigs

Boo-Hong Hur, Chang-Kwun Jun, Byeung-Mok An, Hee-Jong Song*

Namwon Branch of Chonbuk Veterinary Service Laboratory, Veterinary College of Chonbuk National University*

Abstract

The purpose of the present survey was to evaluate the antibiotic residues in meats and internal organs such as muscle, liver, heart, kidney and spleen of cattle(n=59) and pigs (n=115). The EEC-4-plate-method were employed.

The results were obtained as follows ;

1. In BS 6.0, BS 7.2 and BS 8.0 used as media to detect antibiotic residues, the zone(M \pm SD, cm) of bacterial growth inhibition was narrow(1.40 \pm 0) in meats, whereas the zone was wide(1.69 \pm 0.25-1.88 \pm 0.23 and 1.58 \pm 0.18-1.86 \pm 0.15 in cattle and pigs, respectively) in internal organs. But in SL 8.0, it was difficult to detect the zones(0-1.40 \pm 0) of both meats and internal organs.

2. Residues of antibiotic in beef and pork were rarely detected in BS 6.0, BS 7.2 and BS 8.0 (range 1.7-11.9% and 2.6-4.3%, respectively), whereas residual percentages of internal organs were relatively higher(range 69.5-96.6% and 43.5-84.3%, respectively). But in SL 8.0, it was not detected in both beef or pork, whereas they were 0-13.6% and 0-4.3% in interanal organs.

Key words : antibiotics residues, EEC-4-plate-method, beef, pork, liver, kidney, heart, spleen

서 론

고기나 장기 등을 식육 및 가공식품 등으로 제조 이용할 때 이에 잔류하는 항생물질 중 가열하여도 분해되지 않는 것은 잔존하여, 이를 사람이나 동물이 섭취하였을 경우 체내에서 쉽게 흡수되므로 보건위생상에 많은 위해를 가져올 수 있다.^{1~6)}

이에 국내에서는 항생물질의 사료첨가 기준치와 육류의 잔류한도를 정하여 항생물질의 사용을 엄격하게 규제하고 있으나⁷⁾, 양축농가에서는 가축의 성장율을 높이고 질병의 예방과 치료를 위하여 각종 항생물질 등을 무분별하게 오·남용함으로써 다제내성균이 출현하여 질병치료가 어렵게 되고 있으며, 한편으로 항생물질을 투여하였을 경우 휴약기간이 경과한 연후에 가축을 출하·도축하여야 하나 경제성만 고려하여 휴약기간내에 조기출하 도축됨으로 식육중에 항생물질이 잔류될 가능성이 높다. 따라서 식용 또는 가공육으로 사용하는 고기에 대하여 항생물질의 잔류여부를 조사할 필요성이 대두되어 국내에서도 지역별로 소,⁸⁾ 돼지,^{8~12)} 닭,^{8,13,14)} 계란,¹⁴⁾ 우유,^{14,15)} 등을 대상으로 항생물질 등의 잔류여부 또는 잔류량을 조사^{10,16)}하여 보고된 바 있다.

본 조사는 소 및 돼지의 고기와 이들의 내부 장기중에 항생물질의 잔류여부를 알아보기 위하여 전북지방의 남원과 임실 도축장에서 도축되는 소와 돼지를 대상으로 가검재료를 채취하여 식육중 항생물질 간이검사법으로 검사하였던 바 그 결과를 보고하는 바 이다.

재료 및 방법

검사재료

1991년 6월부터 11월사이에 전북 남원과 임실도축장에서 도축되었던 비육소(59마리)와 비육돼지(115마리)의 근육과 내부장기(심장, 비장, 신장, 간장)를 대상으로 검사재료를 절취하여 아이스박스에 넣어 즉시 실험실로 옮겨 냉동고에서 24시간 보관하였다.

검사용 디스크

검사재료내에서 항생물질의 잔류여부를 검사하기 위하여 냉동보관중인 재료를 해동시킨 다음, 멸균된 외과용 칼로 증간부를 절개하고 그 사이에 직경 10mm, 두께 1.5mm의 멸균된 항균성물질 검사용 filter paper(Advantec, Toyo, Japan)를 심어 육즙이 충분히 스며들게 한 후 실험에 사용하였다.

사용균주 및 균액 조제

균주는 *Bacillus subtilis* BGA와 *Sarcina lutea* ATCC 9341을 사용하였고, 균액의 조제는 다음의 방법으로 실시하였다. 즉, *B. subtilis* 포자액은 Nutrient agar에서 30℃, 24시간 배양한 종균을 Nutrient agar 평판의 Roux병에 옮겨 30℃에서 10일간 배양하였다. 그 후 멸균 생리식염수로 집균하여 3000rpm에서 10분씩 2회 원심분리하고, 이를 생리식염수에 부유시켜 70℃에서 30분간 처리하였다. 이러한 방법으로 얻은 포자액을 표준평판배양법으로 계산하여 1ml당 10⁷ CFU의 포자를 함유하는 농도가 되도록 만

들어 냉장 보존하였다.

한편, *S. lutea* 균액은 Nutrient agar에 계대 배양한 종균을 BHI broth에 옮겨 37℃에서 24시간 배양하였고, 필요에 따라 대수증식기의 균액을 만들어 사용하였다.

배지

균주의 계대 및 보존용으로는 Nutrient agar(PH7.0)를, 증식용으로는 *B. subtilis*의 경우 Nutrient agar(PH7.0)를 *S. lutea*의 경우는 Brain heart infusion(BHI) broth(PH7.4)를 사용하였다.

한편, 항생물질 잔류검사 목적으로는 4종류 (PH6.0, 7.2, 8.0, 8.0)의 Nutrient agar 평판을 만들어 사용하였다. 즉, Nutrient agar를 0.1N HCl 또는 0.1N NaOH를 이용하여 각각 PH 6.0, 7.2, 8.0(*B. subtilis*용) 및 PH8.0(*S. lutea*용)이 되도록 조정하여 멸균한 후 48~50℃로 유지하면서, sulfonamide제의 잔류검사를 위하여 PH 7.2(*B. subtilis*용) 배지 100ml에는 trimethoprim(Sigma, T-7883) 1ml(5 µg/ml)을 첨가하였다. (0.05 µg TMP/ml agar). 이상의 조작이 끝난 후 각각의 배지에 준비된 균액을 1ml씩을 가하여 배지 ml당 10⁴ CFU가 되도록 한 후 페트리 디쉬에 펴서 2mm 두께가 되도록 평판을 만들었다. 이때 *B. subtilis* 포자액은 PH를 각각 달리하는 3개의 Nutrient agar(PH6.0, 7.2, 8.0)에 각각 접종하였고, *S. lutea*는 1개의 Nutrient agar(PH8.0)에 접종하였다.

항생물질의 잔류검사 및 판정

검사재료내의 항생물질 잔류검사는 유럽공동체의 표준법(EEC-4-plate-method)으로 하였다.⁷⁾ 요약하면, 상기한 검사용 디스크는 각각의

균액을 가하여 만든 시험용 배지상에 각각 2매씩을 부착시킨 후 *B. subtilis* 배지들은 30℃에서 *S. lutea* 배지는 37℃에서 18~24시간 배양한 다음 세균 발육억제대를 관찰하여 항균성물질의 유무를 판정하였다. 시험결과는 하나 또는 그 이상의 평판에서 디스크 주변 억제대가 2mm (직경 1.4cm이상)이상인 경우 양성으로 판정하였다. 한편, 평판에서 하나의 디스크에서 억제대를 보이지 않았거나, 세균의 오염을 받았을 때는 반복실험하였고, 반복시험에서도 명백한 양성이 아닌 경우는 음성으로 판정하였다. 검사재료에서 양성으로 판정된 경우 검사대상에 대한 양성백분율을 구하였고, 이의 억제대에 대한 M±SD를 구하였다.

한편, 검색하고자하는 항생물질의 농도에 대한 사용균주의 발육억제대를 확인하기 위하여 penicilin, sulfamethazine, streptomycin 등을 계열 희석하였고, 이를 검사용 디스크에 흡수시킨 후 상기한 바의 각종 배지에 부착시켜 동일한 조건하에서 실험을 실시하고, 농도별 발육억제대를 측정하여 본 실험의 대조로 하였다.

결과 및 고찰

쇠고기 및 이의 내부장기에서의 항생물질 잔류양성을 :

도축된 59마리의 비육소에서 항생물질 잔류검사 결과는 59건(100%), 비장과 심장에서 각각 58건(98.3%), 신장에서 49건(83.1%), 근육에서 13건(22%)이 양성으로 판정되었다. 한편, 배지별 검색율은 2개이상을 양성을 나타낸 것은 간장에서 59건, 비장에서 56건, 심장에서 51건, 신장에서 47건이었다. 단1개의 배지에서만

양성을 보인것은 근육에서 13건, 심장에서 7건, 비장과 신장에서 각각 2건이었다. 배지별 항생물질 잔류양성을 및 균발육억제

대(cm, M ±SD)는 다음과 같다.(표 2). 즉 간, 심, 비, 신장에서 BS 6.0은 각각 96.6%(1.88 ± 0.23), 91.5%(1.71 ± 0.18), 86.4%(1.69 ± 0.25),

Table 2. Screening of antibiotics by EEC-4-plate-method from 59 cattle muscles and its internal organs

Medium used*	Test organs	Antibiotics positive detected		
		No.	%	Inhibition zone**
BS 6.0	Muscle	7	11.9	1.40 ± 0
	Liver	57	96.6	1.88 ± 0.23
	Heart	54	91.5	1.71 ± 0.18
	Kidney	49	83.1	1.78 ± 0.25
	Spleen	51	86.4	1.69 ± 0.25
BS 7.2	Muscle	3	5.1	1.40 ± 0
	Liver	57	96.6	1.82 ± 0.23
	Heart	51	86.4	1.78 ± 0.24
	Kidney	44	74.6	1.84 ± 0.27
	Spleen	52	88.1	1.82 ± 0.26
BS 8.0	Muscle	1	1.7	1.40 ± 0
	Liver	57	96.6	1.88 ± 0.18
	Heart	43	72.9	1.83 ± 0.17
	Kidney	41	69.5	1.87 ± 0.24
	Spleen	52	88.1	1.78 ± 0.27
SL 8.0	Muscle	0	0	0
	Liver	8	13.6	1.40 ± 0
	Heart	2	3.4	1.40 ± 0
	Kidney	0	0	0
	Spleen	4	6.8	1.40 ± 0

* : Symbols were expressed same as Table 1.

** : Inhibition zone(cm) are expressed M ± SD.

83.1%(1.78 ± 0.25)순이었고, BS 7.2는 각각 96.6%(1.82 ± 0.23), 86.4%(1.78 ± 0.24)순이었고, SL 8.0은 각각 13.6%, 6.8%, 3.4%, 0.0%의 순이었다. 이들 근육에서의 양성율은 각각 11.9% 및 5.1%로 나타났다.

간, 비, 심, 신장에서 BS 8.0은 각각 96.6%

(1.88 ± 0.18), 88.1%(1.78 ± 0.27), 72.9%(1.83 ± 0.17), 69.5%(1.87 ± 0.24)순이었고, SL 8.0은 각각 13.6%, 6.8%, 3.4%, 0.0%의 순이었다. 이들의 근육에서의 양성율은 각각 1.7% 및 0.0%로 낮게 나타났다.

이상의 실험성적은 박등⁸⁾이 소 128두의 근육

과 신장을 대상으로 실시한 항생물질 잔류 검사 결과 근육에서는 균발육억제제가 관찰되지 않았으나, 신장의 경우 BS 7.2에서 2건, BS 8.0에서 2건, SL 8.0에서 1건 등 도합 5건(3.9%)에서 양성으로 판정되었던 성적보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 조사 시기가 전북지방에서 소의 유행열에 대유행하였던 기간의 전후에 검

사재료를 취하여 이 실험에 사용하였던 결과로 사료된다.

돼지고기 및 이의 내부장기에서의 항생물질 잔류 양성을 :

도축된 115마리의 비육돼지에서 항생물질 잔류 검사결과는 심장에서 94건(81.78%), 비장에서 85건(73.9%), 신장에서 81건(70.4%), 간장

Table 1. Positive detect number of antibiotic residues from muscles and internal organs in cattle and pigs

Animal	No. of medium*		Number of antibiotic residues from				
			Muscle	Liver	Heart	Kidney	Spleen
Cattle (n=59)							
	4	- #	1	1	-	2	
	3	-	54	38	38	39	
	2	-	4	12	9	15	
	1	13	-	7	2	2	
	BS 6.0	7	57	54	49	51	
	BS 7.2	3	57	51	44	52	
	BS 8.0	3	57	43	41	52	
	SL 8.0	0	8	2	0	4	
Subtotal		13(22.0) ##	59(100)	58(98.3)	49(83.1)	58(98.3)	
Pig (n=115)							
	4	-	3	2	-	1	
	3	-	36	50	33	31	
	2	-	5	25	21	21	
	1	8	16	17	27	32	
	BS 6.0	3	50	88	55	53	
	BS 7.2	2	58	87	79	67	
	BS 8.0	5	47	68	53	72	
	SL 8.0	0	5	1	0	1	
Subtotal		8(7.0)	60(52.2)	94(81.7)	81(70.4)	85(73.9)	

* BS 6.0 : Medium for *Bacillus subtilis* (pH 6.0)

BS 7.2 : Medium for *Bacillus subtilis* (pH 7.2)

BS 8.0 : Medium for *Bacillus subtilis* (pH 8.0)

BS 8.0 : Medium for *Sarcina lutea* (pH 8.0)

Not detected

Percentage

에서 60건(52.2%)이며, 근육에서 8건(7.0%)이 양성으로 판정되었다. 한편, 배지별 검색에서 2개이상에 양성을 나타낸 것이 심장에서 77건, 신장에서 54건, 비장에서 53건으로 나타났고, 간장에서는 44건이었다. 그리고 1개의 배지에서 양성은 비장에서 32건, 신장에서 27건, 심장에서 17건, 간장에서 16건, 근육에서 8건이었다 (표 1).

항생물질 양성 검출을 및 균발육억제대(cm, $M \pm SD$)는 표 3과 같다. 즉, 심, 신, 비, 간장에서 BS 6.0은 각각 76.5%($1.58 \pm 0.18\%$), 47.8%(1.69 ± 0.23), 46.1%(1.66 ± 0.19), 43.5%

(1.86 ± 0.15)순이었고, BS 7.2는 각각 84.3%(1.71 ± 0.21), 68.7%(1.71 ± 0.23), 58.3%(1.69 ± 0.23), 50.4%(1.72 ± 0.21)이었다. 근육에서 검출율은 공히 2.6%로 나타났다. 비, 심, 신, 간장에서 BS 8.0은 각각 62.6%(1.62 ± 0.22), 59.1%(1.62 ± 0.22), 46.1%(1.71 ± 0.24), 40.9%(1.75 ± 0.24)순이었고, SL 8.0은 각각 0.9%, 0.0%, 4.3%이었으며, 한편, 근육에서는 3% 및 0.0로 나타났다.

한편, 박등⁸⁾은 돼지 155두의 근육과 신장에 대상으로 EEC-4-plate-method를 적용한 항생물질 잔류여부 시험에서 근육에서는 음성이었

Table 3. Screening of antibiotics by EEC-4-plate-method from 115 cattle muscles and its internal organs

Medium used*	Test organs	Antibiotics positive detected		
		No.	%	Inhibition zone**
BS 6.0	Muscle	3	2.6	1.40±0
	Liver	50	43.5	1.86±0.15
	Heart	88	76.5	1.58±0.18
	Kidney	55	47.8	1.69±0.23
	Spleen	53	46.1	1.66±0.19
BS 7.2	Muscle	3	2.6	1.40±0
	Liver	58	50.4	1.72±0.21
	Heart	97	84.3	1.71±0.21
	Kidney	79	68.7	1.71±0.23
	Spleen	67	58.3	1.69±0.23
BS 8.0	Muscle	5	4.3	1.40±0
	Liver	47	40.9	1.75±0.24
	Heart	68	59.1	1.62±0.22
	Kidney	53	46.1	1.71±0.24
	Spleen	72	62.6	1.62±0.22
SL 8.0	Muscle	0	0	0
	Liver	5	4.3	1.40±0
	Heart	1	0.9	1.40±0
	Kidney	0	0	0
	Spleen	1	0.9	1.40±0

* : Symbols were expressed same as Table 2.

으나 신장에서는 BS 6.0에서 24건, BS 7.2에서 31건, BS 8.0에서 33건, SL 8.0에서 1건 등 도합 35건(22.6%)을 양성으로 보고하였고, 이등¹²⁾은 시판 돈육에서 sulfamethazine이 0.1ppm 이상의 검출율이 53.5%이었으며, 박과 이¹⁰⁾는 설파제를 실험적 근육주사한 후 휴약기간 3주와 1주에서 잔류량이 각각 0.07ppm과 0.10ppm인 결과에서 돈육중의 잔류량이 0.10ppm 이상인 경우가 20.8%이었고, 신장에서는 41.7%이었다고 보고한 바 설파제를 근육주사한 경우 휴약기간은 최소한 3주 이상이어야 될 것으로 보고한 바 있다.

이상의 결과를 종합하면, EEC-4-plate-method를 적용하는 잔류항생물질의 검출은 사용배지에 따라 다양한 결과를 얻을 수 있으며, 항생물질 검출율이 근육에서는 미약한 반면에 내부장기에서 높게 나타난 것은 항생물질이 체내에서 분해되는 과정이 먼저 간장 그리고 체내 이행중 내부장기들을 관류하면서 최종적으로 신장에 축적된 결과라고 사료되었다. 한편으로는 비육중인 가축에서의 치료제의 무분별한 사용과 비육후기에는 항생물질이 첨가된 사료를 급여하지 못하도록 규제하고 있으나 양축농가에서는 가축을 질병으로부터 보호하므로써 경제성을 유지할 수 있다는 점을 의식하여 비육말기 즉, 출하시까지 치료첨가제의 과다 및 항생물질의 첨가된 사료를 급여, 휴약기간^{1,8,10,11,17)}을 지켜주지 않기 때문에 근육이나 내부장기에서의 항생물질 검출양성율이 높은 것으로 사료되었고, 균발육억제대가 근육에서는 1.4 ± 0이었으나 내부장기에서는 SL 8.0배지를 제외한 여타 배지에서 1.69 ± 0.25 이상을 나타내고 있어, 근

육보다 내부장기에 더많은 잔류항생물질이 있을 것으로 추측되며, 이러한 결과로 미루어 국민 보건위생상 근육에서의 잔류규제도 중요하지만 내부장기의 규제도 고려되어야 한다고 사료된다. 한편, BS 6.0, BS 7.2, BS 8.0배지는 단독 또는 상호 여러개의 배지에서 양성을 보여 검출 능력이 우수하다고 판단되었으나 SL 8.0 배지에서 양성인 것은 다른 배지에서도 양성을 나타내고 있으므로 간이검사법으로의 활용시엔 SL 8.0배지는 생략해도 무방하다고 사료되었다.

결 론

소와 돼지의 근육 그리고 이들의 내부장기(간장, 심장, 신장, 비장)내에 항생물질의 잔류 여부를 확인하고자 EEC-4-plate-method를 적용한 바 아래의 결과를 얻었다.

1. 배지별(BS 6.0, BS 7.2 및 BS 8.0) 균발육 저지대($M \pm SD$, cm) 형성은 근육의 경우 미약(1.40 ± 0)하였으나, 내부장기에서 소는 $1.69 \pm 0.25 - 1.88 \pm 0.23$ 의 범위를, 돼지는 $1.58 \pm 0.18 - 1.86 \pm 0.15$ 의 범위로 넓게 나타났다. 그러나 SL 8.0 배지에서는 모든 검사재료에서 미약한 반응($0 - 1.40 \pm 0$)을 보였다.

2. 소와 돼지에서 잔류항생물질의 검출율은 BS 6.0, BS 7.2 및 BS 8.0을 사용할 경우 근육에서는 1.7~11.9% 및 2.6~4.3%로 낮았으나, 내부장기에서는 69.5~96.6% 및 40.9~84.3%로 높게 나타났다. 그러나 SL 8.0배지에서는 근육에서 모두 검출되지 않았으나, 내부장기에서는 0~13.6% 및 0~4.3%으로 나타났다.

참고 문헌

1. Bevill RF. 1988. Sulfonamides. *In Veterinary pharmacology and therapeutics*. 6th ed. Ed by Booth NH and McDonalds LE : Ames, Iowa State University Press : 785~795.
2. Corde MK. 1989. Sulfonamide residues in pork : past, present, and future. *J Anim Sci*, 67:2810~2816.
3. Moats WA. 1988. Inactivation of antibiotics by heating in foods and other substrates. A review. *J Food Prot*, 51:491~497.
4. O'Brien JJ, Campell N, Conaghan M. 1981. The effect of cooking and cold storage on biologically active antibiotic residues in meat. *J Hyg Camb*, 87:511~523.
5. Parks OW, Kimoto WI. 1982. Investigations on nonsulfonamide Bratton-Marshall positive compounds in porcine Liver. *J Assoc off Anal Chem*, 65:1285~1287.
6. Randecker VW, Reagen JA, Engel RE, et al. 1987. Serum and urine as predictors of sulfamethazine levels in swine muscle, liver and kidney. *J Food Prot*, 50:115~122.
7. 농림수산부. 1989. 식육중 잔류물질 시험방법 및 허용기준. 농림수산부고시, 제89~33호.
8. 박종명, 이광식, 조태행 등. 1991. 국내산 우유, 돈육 및 계육중의 항생물질 잔류조사. *한국수의공중보건학회지*, 15:287~291.
9. 김영철. 1990. 일부지역 돼지장기 및 근육내 잔류 설파메타진에 대한 조사연구. 서울대학교 석사학위논문, 1990.
10. 박전홍, 이문한. 1989. 돈육의 설파메타진 잔유량에 관한 휴약기간의 영향. *한축지*, 31:725~729.
11. 박전홍. 이문한. 1990. 시판돈육의 설파메타진 잔유량 조사. *한축지*. 32:715~717.
12. 이창업, 이장락, 한수남 등. 1982. 시판 돼지고기중의 설폰아미드제 잔류 실태조사. *서울대학교 수의대논문집*, 7:1~7.
13. 박용호, 이장락. 1981. 서울 근교에서 출하되는 닭고기의 가식 부위에서의 설폰 아미드제 잔류 실태조사. *서울대학교 수의대논문집*, 6:15~23.
14. 조태행. 1978. 축산식품의 잔류항생물질. 우유, 계육 및 계란을 중심으로. *한국수의공중보건학회지*. 2:56~71.
15. 박병옥, 백미순, 권기호 등. 1991. 원유중의 잔류항생물질 및 설파제 조사. *한가위지*. 14:63~69.
16. 이창업, 이장락. 1981. 축산식품중의 잔류 설파제 분별 정량에 관한 비교 연구. 1. Thin-layer chromatography. *서울대학교 수의대논문집*, 6:167~172.
17. 농림수산부. 1986. 배합사료 조제용 동물약품 첨가사용기준, 농림수산부고시 제87-1호.