동물성 식품에 대한 안전성 확보의 문제점과 대책

이문한 · 신광순
서울대학교 수의과대학

Control of Chemical Residues in Animal Foods – Problems and their Countermesures –

Mun-han Lee and Kwang-soon Shin
College of Veterinary Medicine, Seoul National University

ABSTRACT—Heavy resposibility is placed on the veterinarian and the livestock and aquatic animal producers to observe the period for withdrawal of a drug prior to marketing to assure that illegal concentrations of drug residues in meat, milk, egg, fish and other animal foods do not occur. This is essential from a public health standpoint because levels of residues in excess of those legally permitted in edible tissues may produce injurious effects when consumed over a long time span. With greater use of animal drugs of chemicals required in production of food crops, livestock and aquatic animals, the possibility of human being continuously exposed to drug and chemical residues for a life time is unequivocally evident.

Korean authorities concerned Ministry of Agriculture and Fishery and Ministry of Health and Social Affairs, have recenly made their own regulations to control chemical residues in beef, pork and chicken independently. Consequently, inspection for the chemical residues also have been or will be carried out by the two authorities concerned without any cooperations. It is undoubtfull to have a single regulation and national residue program for control residual chemicals in animal foods and that the tolerance levels should be established in milk, egg, and freshwater fish. Besides, we have no complete standard methods to analyze the residual chemicals and the methods have not been evaluated their efficiency, precise, accuracy and limit of detection.

In this paper, the analytical methods and national residue programs in foreign countries are introduced and discussed and the status of animal food safety in this country is also reviewed.

Keywords□Safety of animal food, Drug residue, Analytical methods, National residue program

수의학은 가축과 가금, 야생동물 그리고 어패류의 질병을 예방하고 치료하는 업무를 다루는 의학분야이다. 근본적으로 이들에 대한 의학은 사람의 정신적, 육체적 건강과 직결되어 있는 바 특히 그 중에서도 인수공통전염병이나 식중독의 예방은 수의사의 주요 업무중의 하나에 속한다. 여기서 동물성 식품이라함은 식용에 사용할 수 있는 모든 축산물과 수산물을 의미하며 이들을 대상으로 한 식품위생은 국제적으로 수의사의 기본업무에 속한다. 특히 내수면 어업이 발달되어 있는 일본의 경우 밀집양어에 따른 질병의 예방과 치료에 동물용 약품을 사용하기 때문에 어패류에 대한 임상과 식품으로서의 위생관리는 수의사의 주요 업무로 취급되고 있다.

먼저 언급하였듯이 동물성 식품에 대한 위생 관리는 원래 인수공통전염병과 식중독 예방의 목적에서 출발하였으나, 효과적인 동물의 질병 예방과 치료 그리고 성장촉진 등의 목적으로 다양한 약제가 소개되고 또 그 사용량이 급격히 증가하였을 뿐만

아니라 공업의 발달과 더불어 각종 공해물질이 이들 동물성 식품에 잔류 혹은 오염될 가능성이 높아짐에 따라 잔류 화학물질에 의한 인체에 대한 위해 가능성이 점차 높아지고 있다.

따라서 이 연제에서는 동물성 식품 특히 축산식품과 내수면 양식어류에 촛점을 맞추어 유해물질 잔류를 방지하기 위한 국내외에서의 대책을 논의하고 국내에서 이를 적용하는데 따르는 문제점과 개선책을 개괄적으로 제시하고자 한다.

동물성 식품의 안전성에 대한 계층간의 인식차이

국내축산물의 생산실적은 1975년에 비하여 육류는 3.5배, 우유는 10배 그리고 계란은 2.5배 증가하였고 국민 1인당 소비량은 1980년 대비 육류는 약 2배, 우유는 4배 그리고 계란은 1.6배 증가하였다. 그러나 미국이나 일본에 비하여 그 소비량은 식품의 종류에 따라서 1/5~1/8 수준에 지나지 않아 앞으로 국민소득이 증가함에 따라서 더욱 소비가 증가할 것으로 예측된다.

동물성 식품은 값이나 영양가적 측면에서 고급식품인 반면, 생산에서부터 식탁에 오르기까지 철저한 위생관리가 요구되는 인체에 위해가능성이 큰 식품이기도 하다. 따라서 소비자는 고급식품일수록 더 안전하여야 한다는 입장에 있고 생산자나 생산지원업체인 사료업계와 동물약품업계는 아직까지도 생산성에 주력할 시기라는 입장의 차이를 보이고 있다. 따라서 보건사회부는 소비자의 입장에서 대상 식품과 약제의 범위를 보다 넓게 잡고 있는 반면 농림수산부는 생산자의 고충과 국내 생산기반의 허약함을 내세워 단계적인 규제를 주장하고 있어 행정부 내에서도 이견이 조정될 기미를 보이지 않고 있다. 결국 이와같은 소비자와 생산자 그리고 정부 부처간의 이견은 이 분야에 관심을 갖고 연구업무에 종사하는 교육·연구계의 전문가들이 과학적인 근거를 바탕으로 통합, 조정하여야할 것이다. 그러나 이제까지 이 분야에 대한 연구활동을 위축시키는 정책과 사회적 여건 때문에 전문인력이 절대적으로 부족한 실정이고 해외정보 또한 어두워 그 기능을 발휘하기에는 상당한 시간과 노력이 필요할 것이다. 우루과이라운드협정, 본격적인 수입개방, 유해잔류물질에 대한 소비자의 인식, 축산 및 어류양식에 따르는 각종 환경공해 등 여러 요인이 생산기반이 허약한 우리나라의 생산기반을 하루아침에 무너뜨릴수도 있다는 우려를 떨쳐 버릴 수 없기 때문에 생산기반 확보와 동물성 식품의 안전성 확보에 대한 국민적 합의가 어떤 형태로든지 이루어져야 할 것이다.

근본적으로 약제의 잔류문제는 생산자에 대한 지도, 계몽 및 교육에 의하여 해결될 수 있기 때문에 제도적인 규제에 의하여 문제를 해결해 보고자 하는 행정부의 경직된 사고방식도 차제에 개선되어야 할 것이다. 또한 국내에서 생산되는 동물성 식품의 안전성이 어느 수준까지 확보되면 수출 경쟁력이 있는 돼지고기 등의 수출이 현재보다 훨씬 용이해질 것이고 또한 무분별한 수입에 대한 규제로도 활용가능하여 장기적인 안목에서 오히려 생산자를 보호할 수 있는 효율적인 제도임을 홍보하여 적극적인 호응을 유도하는 정책이 수립되어야 한다.

동물성 식품의 안전성 확보에 따른 제도적 문제점과 대책

농림수산부는 사료관리법 및 그 시행령에 비소, 불소, 크롬, 아플라톡신 등의 허용기준을 정하여 유해사료의 제조, 수입 및 판매를 금지하고 있고 별도로 배합사료 제조용 동물약품 첨가 사용지침을 정하여 육계용, 종계용, 산란계용, 양돈용 및 축우(비육)용 사료에 첨가 사용할 수 있는 항균성 물질의 종류를 동물의 성장시기별로 정하여 고시하고 있다. 이 지침에는 출하전 일정기간 동안에 사용하는 사료에는 항균성 물질을 첨가 사용할 수 없게 하여 자연스럽게 안전휴약기간이 지켜지도록 하였으며, 산란계에 대하여는 비흡수성인 항균성 물질만을 사용할 수 있게 하였고, 또 우유에 대하여는 첨가사용을 일체 금지하고 있다. 그러나 사료의 종류별 판매실적과 사육규모를 비교할 때 어린 동물용 사료의 생산량이 월등히 많은 것으로 보아 출하 직전까지 항균성 물질이 첨가된 어린 동물용 사료를 사용하는 것으로 예측되어, 이 규칙의 실효성이 없음을 입증하고 있다.

또한, 1989년 5월 농림수산부는 축산물 수입개방에 대비하고 대일 돈육수출을 원활히 하기 위하여

돼지와 쇠고기 중에서의 항생물질 10종, 합성항균제 9종, 호르몬제 3종, 농약 3종, 그리고 중금속 2종에 대한 약제잔류 허용 한계치에 관한 기준을 마련하여 고시하였고, 이어서 1990년부터 전국을 대상으로 잔류약제와 중금속에 대한 조사연구에 착수하였다. 한편, 보건사회부는 1989년 12월 항생물질 17종, 합성항균제 18종과 호르몬제 5종에 대한 쇠고기, 돼지고기 및 닭고기에서의 잔류허용치를 정하였고(표 1), 금년 하반기부터 전국적인 조사에 착수할 채비를 갖추고 있다.

축산식품에 대한 이와 같은 이원화된 규제는 중복된 조사연구, 분석기기를 비롯한 시설 및 인력의 비효율적인 운용, 예산의 낭비 등 국가적인 손실을 가져올 뿐만 아니라 그 업무의 한계도 명확하지 않아 생산자의 심리적인 부담과 국민의 식품 안전성에 대한 우려만 고조시켜 여러 부작용을 초래할 가능성이 있다. 또한, 수입 육류에 대하여도 검역소와 동물검역소에서 이중으로 검사하고 있는 바 그 결과가 상이할 경우에는 국제적인 문제를 야기할 가능성도 있다.

근본적으로는 업무를 일원화하고 관계규정을 단일화하는 것이 최선의 방책이겠으나, 그것이 시간이 걸린다면 국산 혹은 수입육 중에서 가공 원료육에 대하여는 보건사회부가 그리고 생육에 대하여는 농림수산부에서 관할하는 안과 잔류 약제별로 양부처에서 나누어 검사하는 방안도 생각해 봄 직하다. 특히 각종 공해물질에 의한 오염의 기회가 앞으로 증가될 것에 대비하여 보건사회부에서는 이들 물질의 잔류에 대한 깊이있는 연구에 주력하여야 할 것이고, 농림수산부는 동물용 의약품의 잔류방지에 더 신경을 써야할 것이다. 그리고 이와 같은 업무의 추진 부서에 관계없이 수의학 분야에서 주체가 되어 연관되는 다른 분야의 지원을 받아 수행하는 것이 국제적인 추세로 보아 당연하다.

유해잔류물질에 대한 규제는 동물성 식품 전반과 그 부산물에 대하여 모두 적용하여야 할 것이고, 규제대상약물의 범위는 우선 배합사료 첨가사용기준에 명시된 것 중 중요한 것과 질병의 치료, 예방 혹은 성장촉진 목적으로 사용되는 약제 중 위해성이 큰 것, 그리고 국내에서의 사용빈도가 높은 것을 대상으로 하여야 한다. 다음으로는 국내에서 문제시되는 공해물질과 중금속도 토양과 물을 통하여 직접, 간접적으로 동물성 식품에 잔류 가능하기 때문에 앞으로 이 분야에 대한 연구도 추진되어야 할 것이다.

미국의 FDA에서는 동물용 의약품, 농약, 공해물질과 그 대사산물을 포함하여 약 230여종의 화학물질에 대하여 소, 양, 돼지, 가금류 및 말에서 잔류허용한계를 장기 조직별로 정하여 두고 있다. 또한, FSIS에서는 물질의 유해 정도와 잔류 가능성 정도에 따라서 물질의 등급을 정하여(표 2) 매년 동물성 식품에서의 유해물질 잔류검색을 실시하고 있다. 1989년의 경우 항생물질 외에 약 19종의 합성항균제, 농약, 중금속 및 성장촉진제에 대하여 축종별로 검사시료의 수를 정하여 잔류조사를 실시하였고(표 3), 이 때의 시료수는 분석에 소요되는 시간을 계산하여 각 실험실의 분석능력에 맞게 정하고 있다(표 4). 참고로 분석에 사용하는 시료(장기, 조직)는 표 5에서와 같다.

잔류 허용한계 설정방법

잔류 허용치란 사람이 일생동안 허용치 수준의 항균성 물질이 잔류하고 있는 음식을 일정한 양만큼 계속해서 먹더라도 독성을 보이지 않을 뿐만 아니라 기형인 어린이를 출산하지 않거나 암을 일으키지 않을 정도의 최대 허용량이다.

그러나 이와 같은 실험을 사람을 대상으로 수행할 수는 없기 때문에 실험 동물을 대상으로 실시한다. 그 방법은 장기간에 걸쳐서 실시하는 방법과 단기간내에 실시하는 방법이 있는데 장기 실험법은 일생동안 먹이는 방법이다. 대체로 이와 같은 장기 실험법과 단기 실험법이 병행되지만 비교적 짧은 기간내에 안전성을 평가할 수 있는 방법을 소개하면 다음과 같다.

두 종류의 실험동물을 꼭 사용하여야 하는데 한 종류는 쥐 등의 설치류에서 그리고 나머지 한 종류는 토끼, 개 등의 비설치류에서 실시한다. 사료에 다양한 농도의 약물을 첨가하여 위의 두 종류의 실험동물에 먹이되 체중과 사료 섭취량을 계산한다. 설치류의 경우 2년간, 그리고 비설치류의 경우 6개월 이상 투약하였을 때 독성을 보이지 않는 최대 무독성 투여량인 농도를 구한다. 즉, 쥐에서는 100 ppm 일 때는 안전하나 그 이상에서는 독성을 보고하였다고

표 1. 살코기 중의 유해 잔류물질의 허용기준 비교(단위 V ppm 이하)

대 상 약 물	쇠 고 기			돼 지 고 기			닭 고 기		
	농수산부	보사부	FDA	농수산부	보사부	FDA	농수산부	보사부	FDA
네오마이신		0.25	0.25						
노보비오신		1.0	1.0					1.0	1.0
모 넨 신	0.05	0.05	0.05					0.05	
바시트라신	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5
버지니아마이신					0.1	0.1		0.1	0.1
살리노마이신	0	불검출		0	불검출				
스트렙토마이신				0	〃	0		불검출	0
스피라마이신		0.025			0.025			0.025	
앰피실린		0.01	0.01		0.01	0.01			
에리스로마이신	0	불검출	0	0.1	0.1	0.1		0.125	0.125
옥시테트라사이클린	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		1.0	1
올레안도마이신					0.15	0.15		0.15	0.15
클로램페니콜	0	불검출	사용금지	0	불검출	사용금지		불검출	사용금지
클로르테트라사이클린	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.0		1.0	1.0
타일로신	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2	0.2
페니실린	0.05	0.05	0.05	0	불검출	0		불검출	0
하이그로마이신B					〃	0		〃	0
니카바진								4	4
니트로빈	0.1	0.1		0.1	0.1			0.1	
데코퀴네이트		2.0	1					2.0	1
설파디메톡신	0.1	0.1	0.1		0.1			0.1	0.1
설파메라진		0.1			0.1			0.1	
설파메타진	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1
설파모노메톡신	0.1	0.1			0.1			0.1	
설파퀴녹살린		0.1	0.1		0.1	0.1		0.1	
암프롤레움		0.5	0.5					0.5	0.5
에도파베이트								0.5	0.5
올라퀸독스	0.05	0.05		0.05	0.05				
옥솔린산	0.05	0.05		0.05	0.05				
오르메토프림								0.1	0.1
졸 렌								3	3
치암페니콜	0.5	0.5		0.5	0.5			0.5	
카바독스				0	불검출	0(0.03)			
클로피돌		0.2	0.2		0.2	0.		5	5
후라졸리돈				0	불검출	0(0.1)			
DES	0	불검출		0	〃				
에스트라디올벤조에이트		0.00012	0.00012						
제라놀	0.02	0.02	0.02						
트렌볼론아세테이트	0.0014	0.0014	0.05						
프로제스테론		0.003	0.003						
디디티	5(지방)	5(지방)		5(지방)	5(지방)			5(지방)	
디앨드린	0.3(지방)	0.3(지방)		0.3(지방)	0.3(지방)			0.3(지방)	
헵타크로드	0.3(지방)	0.3(지방)		0.3(지방)	0.3(지방)			0.3(지방)	
비 소				0.5	0.5			0.5	
카드뮴			(0.1)	0.1	(0.1)			(0.1)	

표 2. 유해 물질의 잔류 가능성과 독성 정도에 따른 등급중 일부 예시

Compound	Original Rank	2-Value Ranking	Year of CES Rank
Aflatoxin	D	A-4	1985
Albendazole	D	A-2	1987
Ampicillin	A	B-2	1985
Ampicillin trihydrate	A	B-2	1985
Arsanilic acid	A	C-1	1987
Cadmium	D	B-4	1985
Captan	D	B-3	1987
Carbadox	B	A-3	1987
Chloramphenicol	A	A-2	1985
Chloramphenicol palmitate	A	A-2	1985
DDT	A	B-3	1989
Decoquinate	D	Z-4	1986
Dihydrostreptomycin	D	A-1	1989
Fenbendazole	B	B-3	1987
Fenthion	B	C-3	1985
Furazolidone	B	A-1	1987
Gentamicin sulfate	A	B-2	1986
Halofuginone	D	A-1	1989
Heptachlor and heptachlor epoxide	A	A-1	1987
Hygromycin B	C	A-2	1988
Lead	D	B-4	1985
Levamisole	A	C-2	1985
Levamisole hydrochloride	A	C-2	1985
Monensin	A	B-3	1985
Neomycin sulfate	A	B-3	1986
Paraquat	A	A-4	1986
PCB's	D	A-4	1985
Streptomycin	A	A-3	1986
Sulfamethazine	A	B-1	1985
Sulfaquinoxaline	A	B-1	1987
Sulfathiazole	A	B-1	1987
2,4,5-T	D	A-3	1985
Tetracycline hydrochloride	A	B-3	1986
Thiabendazole	A	B-2	1987
Toxaphene	A	A-2	1985
Xylazine	D	Z-4	1986
Zeranol	B	C-2	1986
Tylosin	A	D-2	1989
Virginiamycin	B	D-4	1989

A-D : 독성정도, 1-4 : 잔류 가능성 정도

표 3. 축종별 잔류물질 검사계획(1989)

Residue Designation	Bulls/ Beef Cows	Dairy Cows	Heif- ers/ Steers	Bob Calves	Formu- lated Calves	Non-fo- rmula Calves	Heavy Calves	Market Hogs	Boars/ Sows	Lives- tock Totals	Chic- kens Young	Chic- kens Mature	Pou- ltry Totals
Antibiotlcs	300	1,200	300	1,200	1,200	300	300	1,200	600	7,500	300	300	1,900
Area	50	---	---	---	---	---	---	25	25	100	50	---	50
Arsenic	---	---	---	---	---	---	---	300	---	300	300	---	600
Benzimidazoles	---	---	300	---	300	300	---	300	---	1,600	300	---	300
Carbadox	---	---	---	---	---	---	---	600	600	1,200	---	---	0
Carbamates	---	600	---	---	300	300	---	---	---	1,200	---	---	100
Chloramphenicol	---	600	---	300	---	300	---	---	---	1,200			
CHC's	300	600	300	---	300	300	300	300	600	2,900	300	300	1900
Area	25	25	---	---	---	---	---	25	25	100	50	---	50
Clorsulon	300	300	600	---	---	---	---	---	---	1,600	---	---	0
Cyromazine	---	300	300	---	---	---	---	---	---	1,000	300	300	600
[Seasonal/Area]													
DES/zeranol	---	---	300	---	---	---	---	---	---	600			
Area	---	---	50	---	---	---	---	---	---	50			
Dibutyltin dilaurate	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	---	---	600
[Explor.]													
Estrogenic	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0			
Compounds													
Halofuginone	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	600	---	600
Ipronidazole	---	---	---	---	---	---	---	300	300	600	---	---	300
Ivermectin	300	300	300	---	300	300	300	900	900	4,500			
Melengestrol acetate	---	---	300	---	---	---	---	---	---	300			
Nicarbazin	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0	300	300	600
Organophosphates	300	600	300	---	300	300	300	300	600	3,900	300	300	1,900
Area	25	25	---	---	---	---	---	25	25	100	50	---	50
Sulfonamides	300	600	300	300	300	300	300	3,000	600	6,700	600	300	2,500
Area	50	---	50	---	---	---	---	25	25	150	50	---	50
Triazines	---	---	300	---	---	---	---	300	---	600	---	---	300
Totals	1,950	5,150	3,700	1,800	3,000	2,400	1,500	7,600	4,300	37,200	3,500	1,800	12,400

표 4. 잔류물질 분석 소요시간(1989)

Residue Designation	Total Sample Units Analyzed	Estimated Lab Time Per Sample Unit(Hours)	Estimated Total Lab Time (×100 Hours)
Antibiotics	23,109	0.55	127.10
Aresenic	2,228	0.51	11.36
Benzimidazoles	4,422	0.85	37.59
Carbadox	2,222	2.00	44.44
Carbamates	1,300	3.00	39.00
Chloramphenicol	3,180	0.55	17.49
Chlorinated Hydrocarbons	11,174	0.50	55.87

표 4. continued.

Residue Designation	Total Sample Units Analyzed	Estimated Lab Time Per Sample Unit(Hours)	Estimated Total Lab Time (×100 Hours)
Clorsulon	2,366	1.30	30.76
Cyromazine	3,184	1.00	31.84
DES/zeranol	827	1.50	12.41
Dibutyltin dilaurate	624	0.90	5.62
Estrogenic Compounds	2,167	1.00	21.67
Halofuginone	600	2.70	16.20
Ipronidazole	1,846	2.00	36.92
Ivermectin	4,500	1.15	51.75
Melengestrol acetate	387	2.00	7.74
Nicarbazin	600	1.15	6.90
Organophosphates			
(import)	666	3.60	23.98
(domestic)[1]	8,394	0.50	41.97
Sulfonamides	21,336	0.,95	202.69
Triazines	900	1.50	13.50
Totals	96,032		836.80

표 5. 분석 대상 장기(조직) 예시

Residue Designation	Species Sampled	Tissue Analysed[1]
Antibiotics	Cattle, Chickens, Ducks, Geese, Goats, Horses, Rabbits, Sheep, Swine, Turkeys	Kidney, liver, muscle[2]
Arsenic	Chickens, Swine, Turkeys	Liver, muscle
Benzimidazoles	Cattle, Chickens, Goats, Sheep, Swine	Liver, muscle
Carbadox	Swine	Liver, muscle
Carbamates	Cattle, Ducks	Liver, muscle
Chloramphenicol	Cattle, Sheep, Swine	Kidney, muscle(domestic), Muscle(imports)
Chlorinated Hydrocarbons	Cattle, Chickens, Ducks, Geese, Goast, Horses, Rabbits, Sheep, Swine, Turkeys	Fat
DES/zeranol	Cattle, Sheep	Liver, muscle
Estrogenic Compounds/ Histopathologic Screening	Cattle(Male), Sheep(Male)	Prostate gland, bulbourethral glands, and/or seminal vesicles,[2] liver
Halofuginone	Chickens	Liver, muscle
Nicarbazin	Chickens	Liver
Organophosphates(imports)	Cattle, Sheep	Muscle
Oranophosphates(domestic)	Cattle, Chickens, Ducks, Geese, Goats, Horses, Rabbits, Sheep, Swine, Turkeys	Fat
Sulfonamides	Cattle, Chickens, Ducks, Geese, Goats, Horses, Rabbits, Sheep, Swine, Turkeys	Urine, liver, muscle

표 6. 살코기에 대한 상대적 식이인자

조 직	쇠고기	돼지고기	양고기	닭고기
살코기	1	1	1	1
간 장	2	3	5	3
신 장	3	4	5	5
피 부	–	4	–	2
지 방	4	4	5	2

가정하고 토끼에서는 150 ppm 이상 투여할 때 독성을 보였다고 한다면 가장 감수성이 큰 쥐에서 독성을 보이지 않는 최대 농도인 100 ppm을 기준하여 일일 최대 허용량을 계산한다.

즉, 일일 사료 섭취량이 15g이었다면 이 15g 중에는 1.5 mg(100 ppm)의 약제가 함유되어 있고, 또 체중이 200g인 쥐였다면 kg당 7.5 mg을 매일 섭취하여도 아무런 독성을 보이지 않는 최대량이 계산된다. 따라서, 이 7.5 mg이 일일 허용량인데 이것은 어디까지나 실험동물에 대한 허용량이다. 따라서 이 실험 결과를 사람에게 적용시킬 때에는 개체간에 보일 수 있는 오차범위인 10과 쥐와 사람 사이에서 보일 수 있는 오차범위인 10을 나누어 준 값이 일일허용량(ADI : 0.075 mg/체중 kg)이 된다. 만약 어미, 새끼 그리고 그 새끼의 3대에 걸쳐서 투약하였을 때 기형인 새끼를 낳게 되면 이 일일 허용량에 또 10을 나누어 준 값 즉, 0.0075 mg이 안전 일일 허용량이 된다. 이 수치로부터 식육중의 잔류 허용량을 정하는데 일일 허용량에 성인 체중인 60 kg을 곱하여 준 값에 매일 섭취하는 음식물의 양(1.5 kg, 고기)과 그 음식물이 차지하는 비율을 나누어 주어 성인 한 사람이 하루에 먹는 음식물의 양에 섞여 있어도 좋은 약물의 양을 계산해 낸다.

$$\text{Tolerance} = \frac{\text{ADI} \times 60\ \text{kg}}{\text{Food factor} \times 1.5\ \text{kg/day}} \times \text{상대적 식이인자}$$

그러나 사람이 먹는 음식물 중에 이 약제가 고루 섞여 있는 것이 아니며, 또한 장기 조직에 따라서 잔류량이 실제로 다르고 먹는 양도 부위에 따라서 다를 수 있기 때문에 식이(음식물) 인자(표 6)를 위의 값에서 감안하여 준 것이 장기 조직별 최대 잔류 허용치이다. 우유에서의 잔류 허용량은 살코기에서의 허용량의 1/10이다.

그러나 발암성이 있는 것으로 알려진 경우에는 식육 중에 미량이라도 잔류해서는 아니된다. 실제로 국가에 따라서 고기 소비량이 다르고 또 개인에 따라서도 지방이 많이 함유된 싼 고기를 먹는 사람이 있는가 하면, 내장 장기는 먹지 않는 나라도 있기 때문에 미국에서 정한 기준을 한국에 그대로 적용시키는 데는 무리가 따르나 경제수준이 향상되고 또한 국제간의 거래가 증가하는 추세를 감안한다면 국제적으로 통용되는 FDA의 기준이 참고가 될 것이다.

잔류 물질 분석 및 검사방법

GC, HPLC, MS 등의 고급기기의 성능이 향상되고 TLC, RIA, ELISA 등의 기법이 잔류 물질 분석에 응용되면서 물질에 따라서는 수 ppm에서 수 ppt 농도까지 검출 가능하게 되어 1960년도에 비하여 약 1000~1백만배 그 감도가 증가하였다. 대체로 기기를 이용한 분석은 정확도나 정밀도 면에서 우수하지만 시료의 전처리에 소요되는 시간이 길고 동시에 여러 약제를 분석하는 기법이 아직은 정립되어 있지 않아 다양한 잔류 물질을 일시에 검색하는 데는 어려움이 있다.

따라서 미국에서는 항생물질을 일시에 검출할 수 있는 STOP(swab test on premises) 법을 개발하여 도축장에서 응용하고 있다. 즉, 면봉에 신장 조직액을 찍어서 항생제에 감수성이 있는 균주가 심어져 있는 한천 배지위에 놓고 배양하여 면봉의 주위에 균이 증식하는지 여부로 잔류 유무를 판정한다. 이 방법은 시료의 전처리 과정이 없기 때문에 신속히 다량의 시료를 처리할 수 있고 또 사용 균주에 따라서 β-lactam계, tetracycline계, macrolide계, aminoglycoside계, 설파제, novobiocin, spectinomycin, bacitracin은 물론 aflatoxin까지도 검출할 수 있어 물질의 종류를 알 수도 있다. 가끔 고농도의 중금속(특히 Cd)에 의하여 의양성 반응을 보이나 98%의 정확성을 지닌 유용한 방법이다. 합성 항균제의 경우에는 일반적으로 TLC법에 의하여 검색되는데 설파제에 대하여는 SOS(sulfa-on-site) test kit가 개발되어 있고 국내에서는 대일 수출 돈육 중의 간이 검사법으로 활용되고 있다. 이 때에는 대개 오줌을

표 7. FSIS의 공정 잔류분석법 예시

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Albendazole	Marker residue detected and quantified by HPLC-flourescence detection	20 ppb	50 ppb	IIB IIB-1	Cattle/liver Cattle/muscle Sheep/muscle liver	Sec. 5.034 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extracts from HPLC confirmed by GC-MS	20 ppb	50 ppb	IB IB-1	Cattle/liver Cattle/muscle Sheep/muscle liver	Sec. 5.034 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extraction with organic solvents followed by HPLC with UV detection	0.05 ppm	NE	IIIE	Red meat liver muscle	Copy available upon request
Amoxicillin	Microbiological assay procedure: ability of tissue extract containing anti-microbial activity to inhibit microbial growth	0.02 ppm	0.02 ppm	IIB	Cattle, swine kidney liver muscle	NADA 55-080 & 55-089 Beecham
	Tissue extract quantified by HPLC using fluorometer	0.01 ppm	0.01 ppm	IIB	Cattle, swine kidney liver muscle	Sec. 5.048 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Ampicillin	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing anti-microbial activity to inhibit microbial growth	0.01 ppm	0.01 ppm	IIB	Cattle, swine all	NADA 55-030 Squibb
Bacitracin	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.05 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Kramer *et al.* FDA 1974
Cadmium	Dry ashed tissue is dissolved and quantified by AAS	0.10 ppm	0.30 ppm	IB	All/kidney liver muscle	Sec. 5.010 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Dry ashed tissue is dissolved and quantified by inductively coupled plasma (ICP)	NE	1.67 ppb	IE	All/kidney liver muscle	Copy available upon request
	Dry ashed tissue is quantified by anodic stripping voltammetry	1.0 ppb	NE	IF	Poultry kidney liver	JAOAC, 60, 4, 826-832 (1977)

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Carbadox	Tissue extract is hydrolyzed and derivative is prepared and separated by preparative TLC, quantified by GLC	7.5 ppb	30 ppb	IIB	Swine liver muscle	Sec. 5.014 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extraction followed by ion exchange chromatography, quantified by GLC	15 ppb	NE	IIF	Swine liver muscle	Pfizer
	Extracts confirmed by EIMS	15 ppb	NE	IE	Swine liver muscle	Copy available upon request
Chloramphenicol	Tissue extracts are screened by E-Z screen	25 ppb	NE	IIIE	Cattle, swine muscle kidney	Environmental Diagnostics
	Tissue extract screened for chloramphenicol by CELIA CA	5 ppb	NE	IIE	Cattle, swine muscle	Antimic. Ag. Chemo., 25, 2, 205-211 (1984)
	Tissue extract is derivatized and quantified by GLC with an electron capture detector	10.0 ppb	10.0 ppb	IIB B-1	Cattle/muscle Swine/pp	Sec. 5.022 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extracts are confirmed by MS using chemical ionization	10.0 ppb	NE	IB	Cattle/muscle	Sec. 5.023 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extraction of parent and glucuronide using C18 columns with GC capillary quantification as the trimethylsilyl derivative	0.15 ppb	NE	IIE	Cattle, swine muscle pp	Copy available upon request
	Extracts are confirmed using NICI/MS	0.15 ppb	NE	IE	Cattle, swine muscle pp	Sec. 5.023 FSIS Chemistry Lab Guidebook; amended criteria available upon request
	C18 cleanup of the hydrolyzed extract with GC capillary quantification as the trimethyl derivative	5 ppb	NE	IIE	Cattle/urine	Copy available upon request
	Extracts are confirmed using NICI/MS	5 ppb	NE	IE	Catt/urine	Sec. 5.023 FSIS Chemistry Lab Guidebook; amended criteria available upon request

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Chlortetracycline	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.01 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J.Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extract containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.01 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.312 FSIS Microbiology lab Guidebook
	Tissue extraction of parent drug is converted to anhydro derivative and quantified and identified by HPLC	0.01 ppm	NE	IIE	All/kidney liver muscle	Sec. 5.031 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extractions of parent drug is converted to anhydro derivative for identification by TLC	0.1 ppm	NE	IIE	All/kidney liver muscle	Copy available upon request
Cloxacillin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.16 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay combined with HPLC separation and quantified by microbial inhibition	0.02 ppm	NE	IIF	Dairy cows kidney liver muscle	NADA 55-069 Beecham-Masengill
DDT (isomers of DDT collectively reported as DDT)	Micro alumina assay: column chromatography plus GLC	0.04 ppm	NE	IIE	All/fat pp	Sec. 5.002 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	GPC plus GLC	0.04 ppm	0.15 ppm	IIA	All/fat	Sec. 5.003 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Mills method: Florisil column chromatography plus GLC	0.04 ppm	0.15 ppm	IIB	All/fat pp	Sec. 5.001 FSIS Chemistry Lab Guidebook

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Decoquinate	Tissue extracts are screened by flourescence detection and identified and quantified by GLC	0.13 ppm	0.2 ppm	IIB	Cattle, poultry kidney liver muscle	Sec. 5.030 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Zymark Pytechnology System; organic solvent extraction followed by HPLC with fluorescence detection	0.20 ppm	0.5 ppm	IIB-2	Cattle, poultry kidney liver muscle	Copy available upon request
Diazinon	Tissue extracts are quantified by GLC with flame photometric or nitrogen-phosphorous flame ionization detector	0.1 ppm	NE	IIB	All/liver muscle	Sec. 5.006 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Dieldrin	Micro alumina assay: column chromatography plus GLC	0.01 ppm	NE	IIE	All/fat pp	Sec. 5.002 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	GPC plus GLC	0.01 ppm	0.10	IIA	All/fat	Sec. 5.003 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Mills method: Florisil column chromatography	0.01 ppm	0.10 ppm	IIB	All/fat pp	Sec. 5.001 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extracts from GPC Mills are confirmed by GC/MS	0.01 ppm	NE	IE (GPC/ MS) IF (Mills/ MS)	All/fat pp	Sec. 5.004 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Diethylstilbestrol (DES)	Modified Donoho Method: extract is hydrolyzed and derivatized and quantified by GLC	0.50 ppb	2.0 ppb	IIB	Cattle, sheep liver muscle	Copy available upon request
	Tissue extract is hydrolyzed, derivative is quantified by GLC, positives are confirmed by MS	0.1 ppb	NE	IE	Cattle, sheep kidney liver muscle	Copy available upon request
	Solid phase extraction technique followed by HFB derivatization and GLC determination	0.25 ppb	NE	IIIE	Cattle/kidney liver muscle	Copy available upon request

Table 7. Continued

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
	Solid phase extraction technique using an internal standard followed by methylsilation for GC/MS quantification and confirmation	0.1 ppb	0.25 ppb	IB IE	Cattle, sheep liver, muscle Cattle/kidney muscle	Sec. 5.051 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Dihydrostreptomycin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sep. 6.315 FSIS Microbiology Lab Guidebook
Erythromycin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	25 ppb	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay procedure: ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	25 ppb	-NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.316 FSIS Microbiology Lab Guidebook
Gentamicin sulfate	Tissue extracts are screened by E-Z Screen	50 ppb	NE	IIIE	All/muscle liver kidney	Environmental Diagnostics
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	NE	NE	IIB	Swine/kidney	NADA 103-037& 91-191 Schering
	Extraction followed by detection by HPLC with fluorescence detector	0.2 ppm	0.4 ppm	IB	Swine/kidney	Sec. 5.043 FSIS Chemistry Lab Guidebook

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Halofuginone	Tissue extracts are quantified by HPLC-UV	0.05 ppm	0.05 ppm	IIB	Chicken/liver muscle	Sec. 5.041 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extracts are quantified by HPLC-UV	0.05 ppm	0.05 ppm	IIB	Chicken/liver muscle	Sec. 5.041 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extracts are confirmed by GC/MS/MS	0.05 ppm	NE	IB	Chicken/liver muscle	NADA 130-951 American Hoechst
HCB	Micro alumina assay: column chromatography plus GLC	0.01 ppm	NE	IIE	All/fat pp	Sec. 5.002 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	GPC plus GLC	0.01 ppm	0.10 ppm	IIA	All/fat	Sec. 5.003 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Mills method: Florisil column chromatography plus GLC	0.01 ppm	0.10 ppm	IIB	All/fat pp	Sec. 5.001 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extracts from GPC or mills are confirmed by GC/MS	0.01 ppm	NE	ID (GPC/ MS) IF (Mills/ MS)	All/fat pp	Sec. 5.004 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Heptachlor and heptachlor epoxide	Micro alumina assay column chromatography plus GLC	0.01 ppm	NE	IIE	All/fat pp	Sec. 5.002 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	GPC plus GLC	0.01 ppm	0.10 ppm	IIA	All/fat	Sec. 5.003 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Mills method: Florisil column chromatography plus GLC	0.01 ppm	0.10 ppm	IIB	All/fat pp	Sec. 5.001 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Extracts from GPC or Mills are confirmed by GC/MS	0.01 ppm	NE	IE (GPC/ MS) IF (Mills/ MS)	All/fat pp	Sec. 5.004 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Hygromycin B	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing anti-microbial activity to inhibit microbial growth	5.00 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Malathion	Tissue extracts are quantified by GLC with flame photometric or nitrogen-phosphorous flame ionization detector	0.10 ppm	NE	IIB	All/liver muscle	Sec. 5.006 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Monensin	Tissue extract is partitioned by TLC and semiquantified by inhibition of microorganism growth	0.05 ppm	0.10 ppm	IIB	Cattle, poultry liver fat	NADA 38-878V Eli Lilly
Morantel tartrate	Tissue extract is hydrolyzed and a derivative is quantified by GLC	0.25 ppm	0.50 ppm	IIB	Cattle/liver	Sec. 5.046 FSIS Chemistry Lab Guidebook
		0.50 ppm	NE	IIE	Cattle/muscle	
	Identification of structurally significant hydrolyzed fragment GC/MS	0.25 ppm	NE	IB	Cattle/liver muscle	NADA 92-444 NADA 93-903 Pfizer
Neomycin sulfate	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Tissue extractions are screened by E-Z Screen	50 ppb	NE	IIIE	All/muscle liver kidney	Environmental Diagnostics
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.317 FSIS Microbiology Lab Guidebook
Nicarbazin	Tissues are extracted with ethyl acetate; the dinitrocarbanalide moiety is quantified by HPLC with a UV detector	0.2 ppm	2.0 ppm	IB	Chicken all tissues	NADA AM AA-CARIIO-AB755 Eli Lilly
Novobiocin	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.125 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Kramer, *et al.* FDA 1974

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
Oleandomycin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44 828-831
Oxytetracycline hydrochloride	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antinitrobial activity to inhibit microbial growth	0.08 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.08 ppm	0.08 ppm	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.312 FSIS Microbiology Lab Guidebook
	Tissue extraction of parent drug is converted to anhydro derivative and identified and quantified by HPLC	0.01 ppm	NE	IIE	All/kidney liver muscle	Sec. 5.031 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extraction of parent drug is converted to anhydro derivative for identification by TLC	0.1 ppm	NE	IIE	All/kidney liver muscle	Copy available upon request
PCB's (reported as Aroclor 1242, 1248, 1254, 1260, etc.)	Micro alumina assay: column chromaptography plus GLC	0.30 ppm	NE	IIE	All/fat pp	Sec. 5.002 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	GPC plus GLC	0.30 ppm	0.50 ppm	IIA-2b	All/fat	Sec. 5.003 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	AOAC Method: solvent extraction combined with column chromatography plus GLC with electron capture detection	0.30 ppm	0.50 ppm	IA IA-1	Poultry/fat All other fat pp	AOAC Book of Methods, 14th Edit., 29.001
Penicillin, procaine and procaine G	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	12.5 ppb	NE	IIIE	All/kidney	J. Foot Prot., 1981, 44, 828-831

Table 7. Continued

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	12.5 ppb	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.311 FSIS Microbiology Lab Guidebook
Streptomycin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicoribal activity to inhibit microbial growth	0.25 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.315 FSIS Microbiology Lab Guidebook
Sulfadimethoxine	TLC fluorescence: tissue extracts are partitioned by TLC and quantified by densitometry	0.02 ppm	0.05 ppm	IIA	All/liver muscle	Sec. 5.018 FSIS Chemistry Lab Guidebock
	Extraction followed by GC/EI MS	0.05	NE ppm	IB	All/liver muscle	Sec. 5.019 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Sulfamethazine	TLC fluorescence: tissue extracts are partitioned by TLC and quantified by densitometry	0.02 ppm	0.05 ppm	IIA	All/kidney muscle	Sec. 5.018 FSIS Chemistry Lab Guidebook
				ILA-2a	Red meat/ feed concentrate pp	
	Tissue extracts are confirmed by GC/EI MS	0.05 ppm	NE	IB	All/liver muscle	Sec. 5.019 FSIS Chemistry Lab Guidebook
				IE	All/pp	
	Tissue extracts are detected by TLC fluorescence (SOS-urine)	NE	NE	IIIC	Swin/urine	Copy available upon request
Sulfaquinoxaline	TLC fluorescence: tissue extracts are paritioned by TLC and quantified by densitometry	12.5 ppb	25 ppb	IIA[1]	Poultry/liver muscle	Sec. 5.018 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Tissue extracts are confirmed by GC/EI MS	25 ppb	NE	IB[1]	Poultry/liver muscle	Sec. 5.019 FSIS Chemistry Lab Guidebook
Tetracycline hydrochloride	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue chloride fluids containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.08 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831

Table 7. continued.

Compound	Description	Test method LDL/ MIC	Test method MPL	Level/ Status	Species/ Tissues	Reference
	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.08 ppm	NE	IID	All/kidney liver muscle	Sec. 6.312 FSIS Microbiology Lab Guidebook
	Tissue extraction of parent drug is converted to to anhydro derivative for identification and	0.01 ppm	NE	IIE	All/kidney liver muscle	Sec. 5.021
	Tissue extraction of parent drug is converted to anhydro derivative for identification by TLC	0.1 ppm	NE	IIE	All/kidncy liver muscle	Copy available upon request
Tiamulin	Organic solvent extraction followed by GC of the 8-hydroxy-mutilin metabolite	0.2 ppm	0.4 ppm	IIB	Swine/liver	INAD 1776 Diamond-Shamrock Corp.
	Extracts confirmed by GC/MS	NE	0.4 ppm	IB	Swine/liver	INAD 1776 Diamond-Shamrock Corp.
Tylosin	Antibiotic screen test (Swab): ability of tissue fluids containing anti-microbial activity to inhibit microbial growth	0.20 ppm	NE	IIIE	All/kidney	J. Food Prot., 1981, 44, 828-831
	Tissue extracts are screened by E-Z screen	50 ppb	NE	IIIE	All/muscle liver kidney	Environmental Diagnostics
	Liquid-liquid extraction followed by HPLC-UV detection	0.1 ppm	NE	IIE	Cattle/muscle	Copy available upon request
Virginiamycin	Microbiological assay procedure: ability of tissue extracts containing antimicrobial activity to inhibit microbial growth	0.64 ppm	NE	IIE	Swine kidney liver muscle	NADA 91-467 & 91-513 Smith Kline & French
Zeranol and metabolite taleranol	Extraction followed by radioimmunoassay	1.0 ppb	NE	IIIE	All/liver muscle	Sec. 5.049 FSIS Chemistry Lab Guidebook
	Solid phase extraction using an internal standard followed by polymethylsilation fo GC/MS quantification and confirmation	4.0 ppb	NE	IE	Cattle/liver muscle	Sec. 5.051 FSIS Chemistry Lab Guidebook

전처리 과정없이 시료로 사용하며 설파제의 종류는 감별할 수 없으나 거의 모든 설파제를 검출할 수 있다. 최근에는 ELA(enzyme-labelled antibody)기법이 응용되어 혈액과 조직액중의 gentamicin, penicillin류, tetracycline류, 설파제, chloramphenicol 등을 정밀하게 단시간내에 검색할 수 있게 되었다. 측정 물질에 대하여 RIA 기법을 사용하여 정량하기도 한다. 또한 미국에서는 양축가들로 하여금 출하전 일정 기간 동안 가축의 오줌 중으로 배설되는 항생물질을 의무적으로 자체 검사할 수 있도록 LAST(live animal swab test)법을 개발하여 보급하고 있다. 참고로 미국 FSIS에서 채택하고 있는 공정분석법의 일부를 소개하면 표 7과 같다.

국내에서는 농촌진흥청 가축 위생 연구소의 박종명박사가 1988년 축산 식품 중의 잔류 물질 검사법을 출판하여 농림수산부에서는 이것을 공정 분석법으로 채택하고 있다. 그러나 여기에는 호르몬제와 중금속에 대한 분석 기법이 수록되어 있지 않다. 이 공정법에는 식육중의 항생물질 간이 검사법은 여과용 disc를 사용한 microbial method를, 항생물질 분리 동정법은 TLC법을, 개개의 항생물질 정량법으로는 microbial method와 TLC법을 그리고 합성 항균제에 대하여는 HPLC, GC 및 TLC법을 채택하고 있다. 또한 박종명박사는 disc를 사용한 항생물질 간이 검사법에서 각 항생물질의 검출 한계에 대하여도 예비실험하여 간이검사법으로 활용도가 높음을 증명한 바 있다.

대일 수출 돈육에서 sulfamethazine의 잔류가 문제시됨에 따라서 HPLC를 갖추고 있는 실험실을 지정 검사소로 지정하였다. 각 검사기관의 검사 정밀도를 조사하기 위하여 sulfamethazine이 고농도 및 저농도로 함유된 시료와 시중에서 구입한 돈육을 각 실험실에 보내어 분석결과를 비교하였던 바(표 8) 실험실에 따라서 고농도의 것은 1.25 ppm에서 7.62 ppm, 저농도의 것은 0.86 ppm에서 3.42 ppm 그리고 시판 돈육에서는 0~0.62 ppm으로 보고되어 추출 방법, 분석자의 능력, 표준 용액의 조제 및 보관 등에 따라 매우 심한 차이를 보이고 있었다. 따라서 앞으로 국내에서 잔류 물질에 대한 monitoring을 정확히 수행하기 위해서는 공정 분석법이 제시되어야 하고, 실험자에 대한 철저한 교육과 실험기기와 분석능력에 대한 조사, 실험실간의 표준화작업이 정기적으로 수행되어야 할 것이다.

표 8. 실험실간 sulfamethazine 잔류량 측정치 비교

실험실	시료 분석 일수	H 측정치 ppm	H 회수율 %	L 측정치 ppm	L 회수율 %	X 측정치 ppm	X 회수율 %
1	5	7.62	74	2.85	63	0.62	48
2	14	6.97	97	3.42	76	0.39	73
3	17	6.92	82	2.56	89	0	88
4	2	6.11	94	3.39	82	0.44	69
5	2	2.99	98	2.27	96	0.08	99
6	15	2.26	NA	1.05	NA	0.00	NA
7	6	1.25	165	0.86	136	0	147

NA : Not available

연자 등은 SOS kit를 개량한 RUS(rapid urinary sulfonamies)법 및 fluorescamine을 이용한 형광분석법에 의하여 오줌 중의 설파제를 검사할 수 있는 간이 검사법을 개발하였고, 우유와 살코기에서의 설파제 간이 검사법 그리고 설파제에 대한 다제 동시정량법(HPLC)에 대하여 현재 연구 중이다. 앞으로 잔류 물질에 대하여 감수성이 큰 간이 검사법과 잔류 물질의 계통적 액체 분배법에 따른 다제 동시 정량법에 대한 연구가 널리 이루어져야 할 것이다.

동물성 식품 중의 유해성 물질 잔류에 관한 조사연구

국내에서 축산식품의 잔류 약제에 관한 연구는 매우 미미하다. 일부 기관에서 지속적으로 조금씩 연구된 바 있으나 사장되어 있는 실정이고 그 중 일부가 발표되었으나 그 때마다 사회적인 물의를 빚어 이 분야에 대한 조사 연구를 위축시켰다.

C 등은 1977년 우유 및 식육 중의 유기염소제 잔류량을 조사 발표한 바 있고, 1987년 돼지고기와 닭고기 그리고 그 콩팥에서 중금속 잔류량을 조사한 바 있다. P 등은 1990년 돼지고기와 닭고기 그리고 그 콩팥에서 항균성 물질의 잔류에 대하여 조사하였고, Y 등(1983)과 L 등(1985)은 국내시판 축산물과 각 장기에서의 중금속 잔류량을 조사하였다.

P와 L(1981)은 시판 닭고기와 각 장기에서 그리고 L 등(1982)은 시판 돼지고기와 각 장기에서의 설파제 잔류량에 대하여 비색법으로 조사하였고, P

등(1989), K(1990) 그리고 P와 L(1990)은 시판 돼지고기에서 sulfamethazine에 대한 잔류량을 HPLC법으로 조사하여 발표한 바 있다. 이상의 실험결과들을 총괄하면 국내에서 생산되는 축산물 중의 유해물질 잔류에 따른 위생 상태를 예측하기는 어려우나 중금속, 설파제 그리고 항생제 중 어떤 것은 다수의 예에서 검출되는 것으로 짐작된다.

국문요약

동물성 식품의 생산을 증가시키기 위하여 다양한 종류의 동물성 약물이 사용되고 있고 공업의 발달과 더불어 각종의 공해물질이 수질과 토양을•오염시키고 있다. 따라서 이와 같은 화학물질이 직접 혹은 간접적으로 동물성 식품을 오염시키거나 식품에 잔류할 가능성이 높아지고 있다. 이에 따라 농림수산부와 보건사회부에서는 약제 잔류를 방지하기 위하여 잔류 허용기준을 따로이 마련하였고 독자적으로 잔류에 대한 조사연구에 착수하였다. 잔류 약제에 대한 규제는 국민건강을 지킨다는 의미에서 착실히 추진되어야 할 것이나 생산기반이 흔들리지 않는 범위내에서 점진적으로 진행되어야 할 것이고, 국내에서의 동물성 식품의 안전성 확보를 통하여 수출을 확대하고 무분별한 수입을 억제할 수 있도록 이원화되어 있는 업무를 일원화되어야 한다. 검사를 통하여 잔류를 방지하고자 하는 정책 보다는 생산 단계에서 안전휴약기간을 지키도록 적극 교육, 홍보, 지도하여야 한다.

이 심포지엄 연제에서는 미국과 한국 농림수산부에서의 잔류검사기법에 대한 개요와 검사 계획, 국내에서의 잔류물질에 대한 조사연구 개황, 그리고 허용기준 설정방법 등에 대하여 논의한다.