

식용란의 플루오로퀴놀론계 합성항균제의 잔류에 관한 조사

고바라다, 박성도, 장미선, 나호명, 김용환¹

광주광역시 보건환경연구원
(접수 2005. 8. 29. 게재승인 2005. 9. 23)

Surveys on the residual level of fluoroquinolones in eggs

Ba-Ra-Da Koh, Seong-Do Park, Mi-Sun Jang,
Ho-Myung Na, Yong-Hwan Kim¹

Gwangju Metropolitan Health & Environment Research Institute, Gwangju, 500-210, Korea

(Received 29 August, accepted in revised form 23 September 2005)

Abstract

This surveys were carried out to investigate the residual levels of fluoroquinolones in chicken and quail eggs by bioassay and HPLC method. The eggs of 240 samples collected from market and farm in Gwangju Metropolitan city were examined from May to December in 2003.

Residual antibiotic materials were detected from 47 samples of the 240 eggs by bioassay. Of the 240 eggs assayed, ciprofloxacin, danofloxacin, norfloxacin, ofloxacin, orbifloxacin and perfloxacin were not detected but enrofloxacin was detected from 5 samples in 228 chicken eggs and 1 sample in 12 quail eggs using HPLC with fluorescence detector by multi-residue method. 2 sample eggs in 6 sample which were detected by HPLC were not positive with bioassay. The average residual concentration of enrofloxacin was 0.494 mg/kg in 6 positive samples. The highest residual concentration of enrofloxacin was 1.83 mg/kg.

Key words: Residual antibiotics, Bioassay, Fluoroquinolones, HPLC

¹Corresponding author

Phone : +82-62-571-0498, Fax : +82-62-571-0496

E-mail: vetkyh@hanmail.net

서 론

계란은 세계의 모든 사람들이 애호하는 일반적인 식품으로서, 동물성 단일 식품중 영양소의 보고라고 불려질 만큼 한 생명체가 태어나는데 필요한 영양소를 고루 갖춘 완전식품이라 할 수 있다. 또한 계란은 단일 식품으로 높은 영양가에 비해 에너지가 낮고 소화 흡수가 잘 되며 비교적 가격이 저렴해 우리 식생활에 많이 소비되고 있는 축산물이다.^{1,2)}

2002년도 축산물가공처리법에 의한 계란을 포함한 국내에서 통용되고 있는 식용란의 정의는 닭, 오리 및 메추리의 알을 식용란으로 정하여 관련 검사기준을 마련하였다. 검사기준의 주요 내용으로는 식용란의 표면은 분변·혈액·난내용물·깃털 등 사람의 건강에 위해를 야기할 수 있는 이물질이 없어야 하고, 변질되거나 부패되지 않아야 하며, 식품위생법에서 정하는 식품첨가물의 성분에 관한 규격중 알의 잔류허용 규정에 적합해야 하며, 또한 가공·가열처리하지 않고 그대로 섭취하는 식용란에서는 살모넬라균이 검출되지 않아야 한다고 되어있다^{3,4)}. 또한 위생관리와 관련하여 품질과 규격에 따른 계란등급제가 이미 선진 여러 나라에서 시행되어, 국내에서도 2001년도에 처음으로 축산법에 근거를 두고 '계란등급판정기준및 방법기준'을 정하여 추진 중에 있다^{5,6)}.

이러한 식용란의 생산구조는 과거와 비교할 때 비약적으로 발전하였으며, 산업으로서 양적·질적 발전을 거듭해왔다. 그러나 그 안전성 및 유통상의 위생 측면에서는 많은 문제를 안고 있다. 특히 양계 농장에서 각종 질병의 예방과 치료를 목적으로 수많은 항생제들이 오·남용되고 있는 실정이며, 유통의 대형화에 따른 장기간의 보관 등으로 인한 취급상의 위생문제가 대두되고 있다⁷⁾.

플루오로퀴놀론, 아미노글리코사이드, 마크로라이드계 및 테트라사이클린계 항생물질 등이 가축의 질병치료와 예방 및 성장촉진을 위한 사료첨가제 등으로 축산업에서 가장 광범위하게 쓰이는 대표적인 항생물질들이지만 이들 물질들은 식육, 우유, 계란 등의 동물성 축산식품에 잔류되어 인체에 나쁜 영향을 미치는 유해성 잔류물질로도 알려져 있다.^{8,9)}

산란계 농장에서 만성호흡기질병, 대장균 감염증, 살모넬라 감염증, 전염성 코라이자 감염증 및 마이코플라즈마 감염증 등의 예방과 치료를 위해 사용되는 enrofloxacin, norfloxacin, ofloxacin 등의 플루오로퀴놀론계 합성항균제의 잔류를 예방하기 위해 유럽의 경우 일찍부터 식육중 enrofloxacin과 ciprofloxacin의 잔류허용기준을 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로, 닭에서 sarafloxacin은 10~100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 소와 닭에서 danofloxacin은 50~1200 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 설정하였다^{10,11)}. 반면 국내에서는 잔류허용기준이 마련되어 있지 않다가 최근 들어서 서계원 등의 연구를 통하여 식용란중에 잔류하는 플루오로퀴놀론계 합성항균제의 잔류 실태에 대한 보고가 이루어져 neomycin 0.5mg/kg, spectinomycin 2.0mg/kg, oxytetracycline 0.2 mg/kg 및 flubendazole 0.4 mg/kg이하의 식용란의 잔류물질허용기준을 설정하여 적용하기에 이르렀다⁴⁾.

이들 유해성 잔류물질의 검사방법으로는 미생물학적 검사에 의한 간이정성 검사와 GC, LC, GC/MS, LC/MS 등의 정밀분석장비에 의한 정량검사가 이루어지고 있으나, 일부 항생물질 등은 그 특성상 microbial inhibition test, microbial receptor test, immunological method, swab test on premises (STOP) + thin layer chromatography biantography (TLCB) 등의 미생물학적 분석에 의존하고 있는 실정이며^{12~16)}, 분석학적 연구가 추가적으로 수행되어야 할 필요성이 있으며 아울러 실무 적

용면에서 다양한 실험적 접근이 이루어져야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 시민들의 다소비 식품 중 상당 부분을 차지하고 있는 식용란에 대해 농장에서 질병치료를 위해 자주 사용되는 플루오로퀴놀론계 합성항균제의 잔류여부 및 잔류농도를 조사하여 시민에게 안전한 축산물을 공급함으로써 보건위생에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

2003년 5월부터 12월까지 광주광역시에서 유통되고 있는 계란과 메추리알에 대하여 대·중·소형 판매점과 농장 등에서 판매되는 74개소 240건을 구매하여 수거당일 미생물검사를 실시하였으며 잔류물질검사는 -20℃에 보관하여 사용하였다 (Table 1).

Table 1. The number of chicken and quail eggs by sampling area

Kinds of market	No. of market	No. of eggs		
		Subtotal	Chicken	Quail
Large*	23	127	116	11
Middle**	17	53	52	1
Small***	34	50	50	-
Farm	10	10	10	-
Total	74	240	228	12

* : Department food stores and large discount market

** : Middle discount market

*** : Super market

항생물질 간이검사

식용란 5개를 혼합하여 균질화한 후 전란액 10 g를 취하여 구연산·아세트 완충액 (0.2M citric acid : 0.5M KOH : 아세트 : D.W. = 17.5 : 17.5 : 35 : 30) 30 ml와 혼합하였다. 이 혼합액을 균질화 후 85℃ 항온수조에 15분간 가열하여 추출액을 시험용액으로 사용하였다. 시험용액에 filter paper (Advantec, 직경 10 mm)를 침지한 후 시험용 평판에 올려놓고 페트리접시에 도치했다.

균주 및 균액 제조 : 간이검사에 사용된 *Bacillus cereus*, *B subtilis*, *B megaterium*은 국립수의과학검역원으로부터 분양받아 사용

하였으며, 아포액 제조는 식품공전 항생물질 간이검사법 (식품의약품안전청고시 제2002-22호)에 준하여 실험하였다. *B. stearothermophilus*의 아포액은 Merck사(1.11499)에서 시판되고 있는 제품을 사용하였다.

시험용 평판 배지 : 항생물질간이검사에 사용된 평판배지는 시판중인 Antibiotic medium agar를 사용하였다 (Table 2). 즉 4개의 삼각플라스크에 100 ml 증류수와 각각 해당된 양을 넣어 끓인 배지를 고압증기 멸균한 다음 50℃ 항온수조에 방치후 시험균액 1 ml을 가하며, *B. megaterium* 평판배지에만 trimethoprim 용액 (15 µg/ml) 1 ml을 가하여 페트리접시에 8 ml씩 분주하여 응고시킨 후 평판배지는 Table 2와 같은 조건으로 실험하였다.

Table 2. The experimental conditions of easy test

Strain	Temperature	Medium	Medium Company
<i>B cereus</i>	30°C	AM* #8	Difco
<i>B subtilis</i>	30°C	AM #5	Merk
<i>B megaterium</i>	45°C	MH**	Difco or Merk
<i>B stearothermophilus</i>	55°C	AM #2	BBL

* : Antibiotic medium agar , ** : Mueller-Hinton agar

검사결과 판정 : 시험용액에 침지된 디스크를 준비된 배지에 2매씩 부착 시킨 후 균액의 조건에 따라 Table 2와 같은 조건으로 배양온도를 달리하여 16~18시간 배양한 후 결과를 판정하였다. 양성대조로는 스트렙토마이신 디스크 (BBL, 6 mm, 10 µg)를 사용하여 저지환의 직경이 각 20 mm 이상 되는 평판을 사용했다. 음성대조로는 구연산·아세톤 완충액에 침지한 디스크를 사용하였다. 캘리퍼스 등을 사용하여 시험균의 발육억제대를 측정한 결과 디스크 10 mm를 포함한 억제대가 12 mm 이상인 평판이 하나 또는 그 이상인 경우 해당시료를 양성으로 판정하여 정량시험법으로 확인·정량을 실시하였다.

플루오로퀴놀론계 정밀검사

표준용액 제조 : 사용된 표준품 norfloxacin (N-9890), ofloxacin (O-8757)은 시그마 제품을 사용하였으며, ciprofloxacin, danofloxacin, enrofloxacin, orbifloxacin, perfloxacin은 국립수의과학검역원으로부터 구하여 사용하였다. 각각의 표준품 10 mg을 100 ml 용량플라스크에 취하고 메탄올에 녹여 혼합하였다. 이 용액 10 ml을 정확히 취하여 100 ml 용량플라스크에 옮기고 3차 증류수 [0.4% triethylamine (Merk), 0.4% phosphoric acid (Yakuri) 포함]로 표시선까지 채운 다음 잘 혼합하여 표준용액으로 사용하였다 (10 µg/ml).

시료의 전처리 : 항생물질 간이검사와 동일한 240건 시료의 균질액 1g를 50 ml 원심관에 넣고 10% oxalic acid (Sigma O-0376) 1 ml을 가하여 2분간 균질화 후 초음파세척기에서 10분간 처리 후 2분간 재균질화 하였다. 균질액에 acetonitrile/ethyl acetate (2/1, v/v) 혼합액을 5 ml을 가하여 균질화 하였다. 4,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상층액을 15 ml 유리관에 취하고 남은 잔사에 추출액 5 ml을 넣고 재혼합한 후 원심하여 상층액을 15 ml 유리관에 합하였다. 추출한 상층액을 농축 건조시켰다 (50~55°C). 이동상 1 ml을 가한 뒤 초음파세척기에서 10분간 처리 후 완전히 용해시킨 후 eppendorf tube에 옮겨 4°C에서 15,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 상층액을 0.45 µm 필터로 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 이 시험용액은 50 µl씩 3회 반복 주입하였다.

분석조건 : HPLC 기기는 Agilent 사의 HP1100 series를 사용하였으며, 분석칼럼은 Waters XTerra C₁₈ (4.6×250 mm, 5 µm)을 사용하였으며 형광검출기의 파장은 여기파장 278 nm, 측정파장 455 nm로 분석온도는 35°C이며 유속 1.0 ml/min로 실험하였다. 이동상은 3차 증류수 (0.4% triethylamine, 0.4% phosphoric acid 포함)와 acetonitrile/methanol (14/10, v/v)을 이용하여 Table 3과 같이 실험하였다.

Table 3. Mobile phase conditions

Time (min)	D.W. (%)	ACN/MeOH (%) (14/10, v/v)	Flow rate (ml/min)
0	89	11	1.0
25	89	11	1.0
29	86	14	1.0
30	85	15	1.0

결과 및 고찰

항생물질 간이검사 결과

간이검사결과 식용란 240건 중 47 (19.6%) 건에서 항생물질 양성으로 판정되었다. 월별 검출률은 9월에 20건 중 16건이 양성 (80.0%)으로 가장 높았으며 7월에 1건으로 양성건수가 가장 낮았다 (Table 4). 계란 228건 중 44건이 양성 (19.3%)으로 판정되었으며, 메추리알 12건 중 3 (25.0%)건이 양성으로 판정되었다. 현재까지 국내의 식용란에 대한 항생물질 간이검사 결과 자료는 매우 미미한 실정이다.

Table 4. Antibiotics detection rate of positive in the eggs by bioassay

Antibiotics	Month								Total
	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
No. of sample	30	30	26	30	20	40	32	32	240
No. of positive	2	4	1	6	16	8	4	6	47
Detection rate (%)	6.7	13.3	3.8	20.0	80.0	20.0	12.5	18.8	19.6

플루오로퀴놀론계 검사 결과

플루오로퀴놀론계 7종에 대해 HPLC 형광검출기를 이용하여 동시에 정밀 분석한 결과 240건 중 6 (2.5%)건에서 enrofloxacin이 검출되었으며, 나머지 6종의 플루오로퀴놀론계열은 검출되지 않았다 (Table 5). 월별 검출건수는 5월에 2건, 6월에 1건, 8월에 1건, 12월에 2건이 각각 검출되었다. 광주관내 백화점과 대형 할인점에서 구입한 식용란 23개소의 127건 중 4개소의 5건에서 계란 4건, 메추리알 1건이 검출되었으며, 중형 할인점 1개소의 계란 1건이 검출되었다. 검출된 계란 5건 중 상표가 부착된 제품은 4건이었다. 항생물질 간이검사법에서 양성인 47건 중 플루오로퀴놀론계열 정밀검사서 양성으로 검출된 것은 4건으로 나머지 2건은 간이검사서 음성이었다. 간이검사법과 정밀검사의 양성시료 2건이 일치하지 않았으며 잔류농도와도 상관성이 없는 것으로

보아 간이검사법은 식용란중 플루오로퀴놀론계열을 검색하는 되는 비효율적인 것으로 생각된다.

식용란 중에 잔류하는 플루오로퀴놀론계 합성항균제 7종을 HPLC로 동시에 분석했을 때 Fig 1과 같이 ofloxacin이 제일 처음에 나타났으며 그 다음은 norfloxacin, perfloxacin, ciprofloxacin, danofloxacin, enrofloxacin, orbifloxacin이 순서대로 검출되었다. 검출된 6건의 enrofloxacin의 평균 잔류농도는 0.494 mg/kg이었다. 계란의 enrofloxacin 검출건수는 228건 중 5건 (2.2%)으로, 평균 잔류농도는 0.226 mg/kg였으며 0.008~0.864 mg/kg범위에서 확인되었다 (Table 5). 메추리알의 enrofloxacin의 검출건수는 12건 중 1건 (8.3%)이며, 잔류농도는 1.83 mg/kg였다. 플루오로퀴놀론 합성항균제가 잔류되지 않은 것이 확인된 계란을 선별하여 0.1 mg/kg의 수준으로 첨가한 후 회수율 검사를 실시한 결과 평균 회수율은 81.2%이었다.

Table 5. Residue level of enrofloxacin concentration and specifications of positive egg samples in HPLC

Sample number	Concentration (mg/kg)		Kinds of egg	Month	Bioassay	Scale of market	Brand
	Mean	S.D.					
5-3	0.242	0.017	Chicken	May	-	Large	Yes
5-8	1.832	0.160	Quail	May	+	Large	No
6-17	0.011	0.001	Chicken	Jun	+	Large	Yes
8-14	0.005	0.002	Chicken	Aug	+	Middle	No
12-22	0.008	0.002	Chicken	Dec	-	Large	Yes
12-30	0.864	0.018	Chicken	Dec	+	Large	Yes

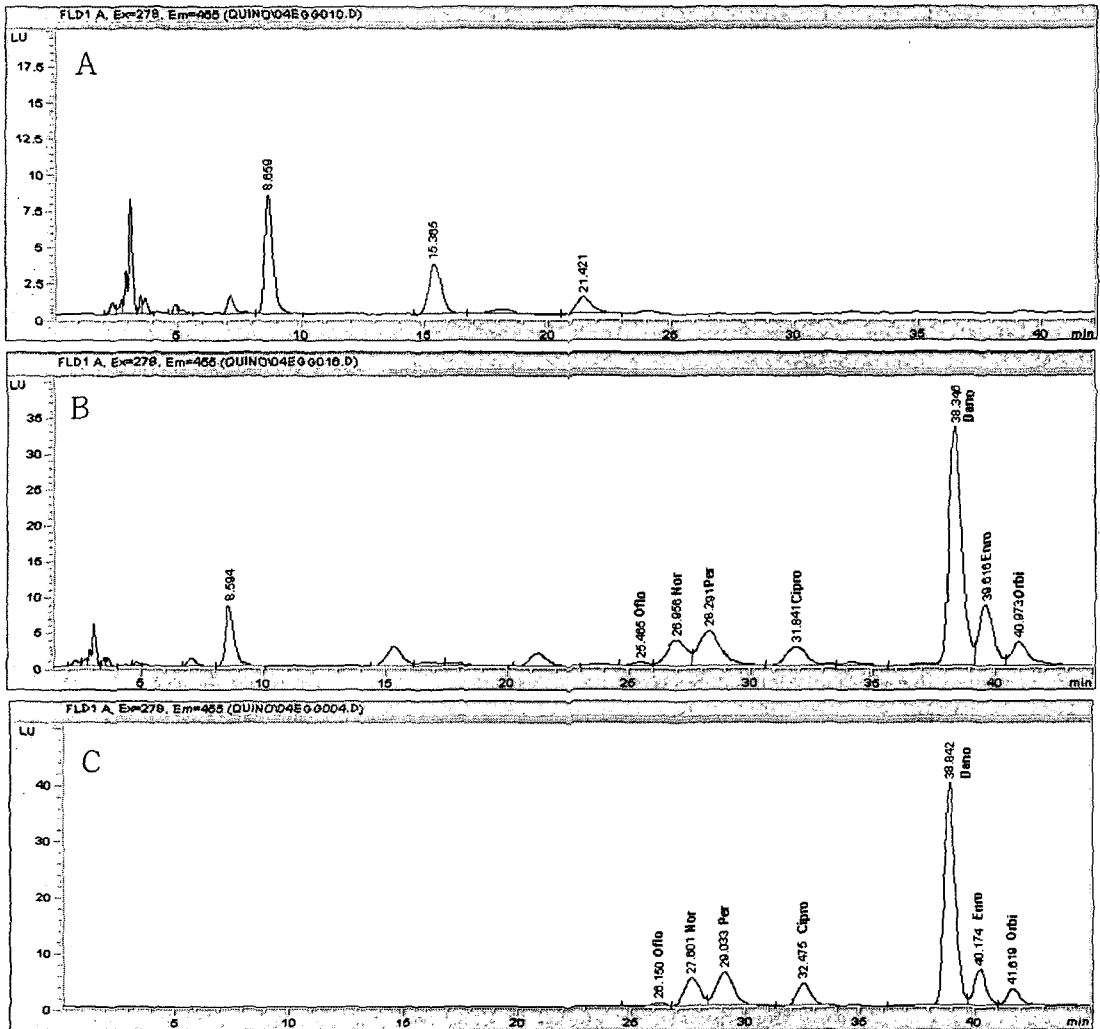


Fig 1. HPLC analysis : (A) blank egg sample, (B) drug-free egg sample spiked with 100 µg/kg of each fluoroquinolone, (C) standard fluoroquinolones at 0.1 µg/ml Oflo, ofloxacin; Nor, norfloxacin; Per, perfloxacin; Cipro, ciprofloxacin; Dano, danofloxacin; Enro, enrofloxacin; Orbi, orbifloxacin. The Y-axis represents fluorescence intensity.

미국에서 Chu 등¹⁷⁾이 HPLC를 이용해 측정 한 ciprofloxacin, enrofloxacin 및 sarafloxacin의 평균 회수율은 80% 이상이었으며, 계란 276건에 대해 잔류검사를 실시하였지만 모두 음성이었다. 서 등¹⁸⁾은 enrofloxacin을 산란계에 5일 동안 5회 연속 흉근주사 후 잔류검사를 실시한 결과 잔류기간은 휴약 후 난백에서 6~7일 난황에서는 13~14일간이었으며, 약물의 전이되는 양상은 초기에 난백에서 높은 검출률을 보이다 급속히 소실되고, 난황에 고농도를 장시간 잔류되었다고 보고하였다.

1999년 서 등⁷⁾의 연구에 의하면 enrofloxacin의 검출율은 43.9%로 본 연구의 계란의 검출율 2.2%와는 상당한 차이를 보이고 있는데, 이러한 차이는 과거 산란계에서 질병발생이 만연된 시기와 밀접한 관련이 있는 것으로 추정되며, 합성항균제 사용량의 규제가 마련되어 있지 않았던 점이 이러한 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

HPLC를 이용한 Gigosos 등¹⁹⁾, Schneider와 Donoghue²⁰⁾의 연구결과를 살펴보면 계란에서 측정된 enrofloxacin의 회수율은 각각 82~87%와 71.5~86.7% 수준으로 회수율은 본 실험과 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 서 등²¹⁾의 연구에 의하면 enrofloxacin의 평균 회수율은 98.7%로 본 실험의 결과와는 큰 차이를 보였는데 이것은 추출 방법의 차이로 판단되었다.

우리나라에서는 축산물의 안전성을 도모하기 위해서 축산식품에 이행 잔류되어 공중위생상 위해 우려가 있는 항생물질 및 항균제에 대해서 배합사료제조용동물용의약품 첨가사용기준(국립수의과학검역원고시 제 2000-10호)을 마련하여 축산식품의 생산 전 단계에서 규제하고 있다. 이 기준에 따르면 산란계의 산란 중에 사용가능한 약물은 바시트라신아연, 바시트라신메칠렌디살리실레이트, 밤버마이신, 버지니아마이신이며 다른 약물은 사용이 금지되어 있다. 동물체내에 잔류로 인한 국민의 건강의 위해를 방지할 목적으로 제정된 동물용의약품의 안전사용

기준(국립수의과학검역원고시 제2003-4호)에 따르면 산란중인 닭에 사용가능한 약물은 ampicillin 휴약기간 2일, neomycin 휴약기간 14일, ampicillin + colistin 휴약기간 7일, lincomycin + spectinomycin 휴약기간 2일, penicillin G + streptomycin 휴약기간 12일이며 다른 약품은 산란중에 사용이 금지되어 있거나 산란전에 투여를 중지해야 된다. 그러므로 국내에서 약물 오남용에 의한 축산물로의 이행이 축산물의 생산 전 단계에서 제도적으로 규제되고 있음을 알 수 있다. 한편 식품의기준및규격(식품의약품안전청고시 제2004-18호)에 의하면 '04년 4월 1일부터는 enrofloxacin의 잔류허용기준은 불검출로 규제한다.

정부의 축산식품에 대한 유해성 잔류물질의 최대허용량 설정과 지속적인 감시를 통한 각종 법적 규제에 의해서 축산물의 유해성 잔류문제가 상당부분 개선되었으며, 실제 본 연구 결과 식용란에 대한 위생적 측면과 위해성 측면 모두 향상된 것으로 생각된다. 하지만 아직도 일부 산란계 농장에서 질병의 예방과 치료를 위해서 법적으로 금지되어 있는 합성항균제를 무분별하게 사용되고 있는 실정이다. 안전한 축산물을 공급하기 위해 축산물을 생산하는 축주는 항생물질의 과다한 사용을 자제하고, 축산물을 공급하는 유통망은 안전한 축산물을 선별하여 공급해야 한다는 의식을 가져야 할 것이며, 정부와 시민 모두 위생감시의 제도개선 및 다소비 식품인 계란의 검사체계가 조기에 정착되어 믿고 먹을 수 있는 축산물 공급이 이루어질 수 있도록 노력해야 할 것이다.

결 론

2003년 5월부터 12월까지 광주지역에서 유통되고 있는 계란과 메추리알 74개소 240건을 구매하여 플루오로퀴놀론계 잔류물질을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

식용란 240건에 대한 항생물질 간이검사 결과 47 (19.6%)건이 양성이었다. HPLC 형

광검출기를 이용한 플루오로퀴놀론계 7종에 대한 동시정밀분석결과 240건중 enrofloxacin 이 6(2.5%)건 검출되었으나 ciprofloxacin, danofloxacin, norfloxacin, ofloxacin, orbifloxacin 및 perfloracin은 검출되지 않았다. 검출된 enrofloxacin 6건의 양성시료중 계란의 검출건수는 5 (2.2%)건으로, 평균잔류농도는 0.226 mg/kg 이었고, 메추리알은 1 (8.3%)건으로 1.83 mg/kg의 농도를 보였으며, 간이검사법에서 47건의 양성시료중 4건만이 정밀검사결과와 일치하였다.

참고문헌

1. 한석현. 1996. 계란의 과학과 그 이용. 선진문화사, 서울.
2. 이성기. 1999. 계란과 닭고기의 과학. 유한문화사, 서울.
3. 농림부. 2002. 축산물가공처리법.
4. 식품의약품안전청. 2002. 식품의기준및규격.
5. 농림부. 2002. 축산법.
6. 축산물등급판정소. 2002. 계란등급판정기준및방법.
7. 서계원. 2000. 계란 중 Fluoroquinolone계 합성항균제의 잔류에 관한 연구. 전남대학교 박사학위논문 : 65-87.
8. Burgat V. 1991. Residues of drugs veterinary use in food. *Rev Pract* 41 : 985 - 990.
9. Moats WA. 1997. Advances in determination of antibiotic residues. *J AOAC* 80 : 1-4.
10. Kang HG, Son SW, Lee HS, et al. 1997. Matrix Solid Phase Dispersion (MSPD) extration and HPLC determination of enrofloxacin and ciprofloxacin in pork muscle tissue. *Korean J Vet Res* 37 : 195-202.
11. EEC. Council Regulation (EC) No 434/97 amending Regulation (EEC) No 2377/90. *Off J Eur Commun*, L 244/1, 1990.
12. Boison JO, Salisbury CDC, Waynechan, et al. 1991. Determination of penicillin G residues in edible animal tissues by liquid chromatography. *JAOAC Int* 74 : 497-501.
13. Meetschen U, Petz M. 1990. Capillary gas chromatographic method for determination of benzylpenicillin and other beta-lactam antibiotics in milk. *JAOAC Int* 73 : 373-378.
14. Zomer E, Quintana J, Saul S, et al 1995. A method for identification and quantitation of beta-lactams in milk by liquid chromatography with microbial receptor assay. *JAOAC Int* 78 : 1165-1172.
15. Cutting JH, Kiessling WM, Bond FL, et al. 1995. Agarose gel electrophoretic detection of six beta-lactam antibiotic residues in milk. *JAOAC Int* 78 : 663-667.
16. Rogers ME, Adlard MW, Saunders G, et al. 1984. Derivatization techniques for high performance liquid chromatographic analysis of beta-lactams. *J chromatogr* 297 : 385-391.
17. Chu PS, Wang RC, Chu HV. 2002. Liquid chromatographic determination of fluoroquinolones in egg albumen and egg yolk of laying hens using fluorometric detection. *J Agric Food Chem* 50 : 4452-4455.
18. 서계원, 이재일, 이채용 등. 2002. 산란계에 투여된 플루오로퀴놀론계 합성항균제의 계란내 이행 잔류 연구. *한국수의공중보건학회지* 26 : 249-259.
19. Gigosos PG, Revesado PR, Cadahia O, et al. 2000. Determination of quinolones in animal tissues and eggs by high

- performance liquid chromatography with photodiode-array detection. *J Chromato A* 871 : 31-36.
20. Schneider MJ, Donoghue DJ. 2000. Multiresidue determination of fluoroquinolones in eggs. *J AOAC Int* 83 : 1306-1312.
21. 서계원, 이재일, 이채용 등. 2002. MSPD 법과 HPLC를 이용한 계란내 플루오로퀴놀론계 항균물질의 동시 다성분 정량 분석. *한국수의공중보건학회지* 26 : 269-281.