

2006년 도축장 출하 지육에 대한 항생물질 잔류현황 분석

서동균*, 박대현, 홍주연, 임현숙, 김경희, 이춘식

대구광역시 보건환경연구원
(접수 2008. 3. 5, 게재승인 2008. 3. 25)

Analysis of antimicrobial residues in meat samples from slaughtered livestock in 2006

Dong-Kyun Suh*, Dae-Hyun Park, Ju-Yeon Hong, Hyun-Sook Lim
Kyung-Hee Kim, Chun-Sik Lee

Research Institute of Health & Environment, Daegu Metropolitan City, 706-090, Korea
(Received 5 March, 2008, accepted in revised form 25 March 2008)

Abstract

A total of 3,943 samples (beef 698, pork 2,178 and chicken 1,067) were collected from slaughter houses in Daegu from January to December 2006 for analysis of antimicrobial residues. The results were also comparatively analyzed with those carried out from 16 veterinary service laboratories nationwide as a part of national residue program in 2006. The samples from 11 farms (cattle 2, pig 9) were found to exceed the legal limit. Among them 5 were classified as tetracyclines, 3 as β -lactams, 2 as sulfonamides and 1 as quinolone. Nationally a total of 222 farms (241 cases) were found to violate the residual limits, of which 47.3% were detected by screening test, followed by surveillance (38.3%). Failure to observe withholding periods of antimicrobial drugs after treatment was the most significant cause of the non-compliance.

Key word : Antimicrobial residues, Tetracyclines, Sulfonamides, Daegu, 2006.

*Corresponding author

Phone : +82-53-760-1314, Fax : +82-53-760-1302

E-mail : dksuh123@hanmail.net

서 론

패스트푸드 산업의 급속한 발전에 힘입어 축산식품의 소비도 과거에 비해 크게 증가하였으며, 국민들의 생활수준이 향상됨에 따라 이제 축산식품도 과거의 양(Quantity)보다는 질(Quality)과 안전성(Safety)을 중요시하는 시대가 되고 있다. 잔류물질의 경우, 우리나라도 1989년부터 일본 수출돈육에 대한 설파제 검사를 계기로 1990년대에 들어와 본격적으로 국내산 축산물의 잔류 조사사업을 추진하여 현재의 잔류검사체제를 확립하는 기틀을 마련하였다. 2000년도부터는 식육 잔류검사를 더욱 강화하는 차원에서 잔류 위반농가 관리 프로그램 도입으로 1차 잔류검사에서 위반한 농가를 색출하고, 전국적인 잔류 위반 농가현황 목록을 작성하여 주 1회 이상 시도 축산물 위생검사 기관에 통보하거나 국립수의과학검역원 홈페이지에 게재하고 있는 상황이다¹⁾. 미국에서는 이미 1967년부터 국가잔류검사 프로그램(National Residue Program, NRP)을 실시하여 오고 있으며, EU를 비롯한 선진국에서도 국가별 약간의 차이는 있으나 자국 산 및 수입 산 축산물에 대해 잔류물질 검사체제를 구축해 나가고 있다. 현재 국내외적으로 축산물의 잔류물질 검사방법으로는 EEC-4-plate법, thin layer chromatography (TLC), Charm II receptor assay법, high performance liquid chromatography (HPLC), gas chromatography (GC)와 최근 들어 LC/Mass spectrometry (LC/MS) 및 LC/MS/MS가 이용되고 있다²⁻⁵⁾. 본 실험은 현재 전국 잔류검사 프로그램의 일환으로 2006년 본 연구원에서 실시한 식육 중 잔류물질 검사사업과 전국 16개 시도 축산물위생 검사기관에서 실시한 사업을 분석하여 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시 재료

본 실험에 사용된 재료는 2006년 1월부터

12월까지 대구지역 축산물 작업장인 (주)신홍산업과 (주)키토랑에 출하되는 소, 돼지 및 닭 지육 3,943건을 채취하여 -20℃에 보관하며 실험에 공시하였다.

EEC-4-Plate Method

간이 검사법으로 국립수의과학검역원 고시 제2007-20호(2007.06.05)의 축산물의 가공 기준 및 성분규격에서 정하는 방법⁶⁾에 의거 실시하였다. 공시균주는 시판 중인 MERCK사의 *Bacillus subtilis* (BGA) spore 부유액을 사용하였으며, *Micrococcus lutea* 균주는 Tryptic soy broth (TSB)에 접종하여 약 2×10^7 cfu/ml 농도로 희석하여 사용하였다. 시험용 배지는 MERCK사의 pH별 test agar를 6ml씩 petridish (87×15mm)에 분주하여 4℃에 보관하며 사용하였다. 시료의 육즙이 충분히 스며든 검사용 10mm disk (Adventec No. 1995210)를 배지에 30분 방치하여 32℃ 인큐베이터에서 16시간 배양 후, 시험균의 발육억제대가 disk 직경을 포함하여 14mm 이상이 하나 또는 그 이상일 경우 간이 양성으로 판정하였다.

Radio-immunoassay 및 정밀 정량검사

1차 양성 시료에 대해 항생물질 계열 확인용 실험으로 Charm II analyzer (Charm Science #7600, U.S.A)를 사용 manual에 의거 검사하였다. 시료 10g에 MSU buffer를 넣어 반응시켜 pH 7.5로 조절한 후, 각 계열별 미생물 수용체 정제시약과 혼합 반응시켜 analyzer에서 측정하였으며, 시료의 count per minute (CPM) 값이 각 계열별 control point (CP)값보다 낮을 경우 양성으로 판정하였다. 위의 두 방법에 의해 양성으로 판정된 시료는 식품공전의 식품 중 잔류물질 시험법⁷⁾에 준하여 HPLC에 의한 정밀 정량검사를 실시하였다.

잔류현황 비교분석

국립수의과학검역원 홈페이지⁸⁾의 식육 중 잔류물질 위반농가 현황 (2003~2006)을 본 실험의 결과와 비교하여 분석하였다.

결 과

대구 잔류검사 현황

축종·계열별

총 3,943건 (소 698, 돼지 2,178, 닭 1,067)에 대한 잔류물질 검사 결과, 11건이 잔류위반 농가로 판정되었다. 이 중 소가 2건, 돼지가 9건이었으며, 닭은 검출되지 않았다. 전국 평균 (0.199%) 대비, 대구는 다소 높은 위반율 (0.278%)을 보였다. 11건 중 1건이 관내 양돈 농가, 1건은 경남 합천 양돈 농가, 나머지 9농가는 경북 소재 농가였다. 총 11건의 위반농가 중 계열별 검출물질은 tetracycline계가 5건(45.5%)으로 가장 많았으며, β -lactam계 3건, sulfonamide계 2건, quinolone계 1건의 순서로 나타났다. Tetracycline계는 oxytetracycline (OTC)이 4건으로 80%

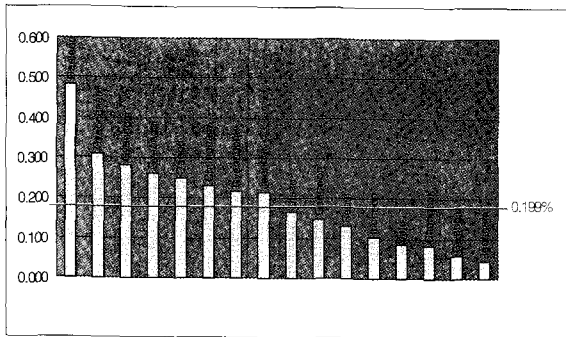


Fig 1. Violation rate of antimicrobial residues in each 16 provinces during 2006.

전국 잔류검사 현황

잔류 위반율

전국 잔류물질검사 계획 (111,800건) 대비, 총 222농가가 잔류위반 농가로 지정되어 평균 0.199%의 위반율을 나타내었으며, 총 241건

를 차지하였으며, β -lactam계 3건, sulfonamide계 2건 및 quinolone계 1건은 penicillin (PE), sulfamethazine (SMT), enrofloxacin (ENR)이 각각 검출되었다.

축종·검출물질별

소는 2건 중 PE과 OTC 및 chlortetracycline (CTC)이 각각 검출되었다. 돼지는 9건 중 tetracycline계가 4건, β -lactam계 및 sulfonamide계가 각 2건, quinolone계가 1건 검출되었다. tetracycline계 4건 중, OTC가 3건에서 검출되었으며, 1건에서는 tetracycline계 3종이 동시에 검출되었다. β -lactam계, sulfonamide계 및 quinolone계는 각각 PE, SMT, ENR이 검출되었다.

축종·유형별

11건의 잔류위반 건수 중, 6건이 규제검사, 5건은 모니터링 검사에서 각각 검출되었다. 축종별로는 소 2건이 모두 규제검사였으며, 돼지는 9건 중 6건이 모니터링, 나머지 4건이 규제검사에서 검출되었다.

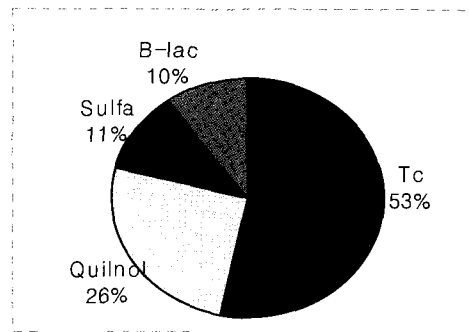


Fig 2. Incidence of antimicrobial residues by antimicrobial groups.

에서 잔류물질이 검출되었다. 위반 농가 수는 경기도가 51건으로 가장 많았으며, 경남 28건, 충남 26건, 경북과 전남이 22건의 순으로 나타났다. 7개 특별·광역시 중에는 대전이 14건으로 가장 많았고, 대구 11건, 서울 8건, 부산 5건의 순으로 나타났으며, 광주가 2

건으로 가장 적었다. 시도 잔류물질 검사건수 대비 잔류위반 농가지정 건수(위반율)은 대전(0.483%)이 가장 높았으며, 경남(0.31%), 경기(0.281%), 대구(0.278%)의 순으로 나타났다. 전국 평균(0.199%)보다 낮은 위반율을 보인 곳은 울산(0.167%)을 포함 8개 지역이었으며, 광주(0.057%)와 전남(0.044%)이 가장 낮은 위반율을 나타내었다(Fig 1).

축종·계열별

222건 중 돼지가 108건(48%), 소가 90건(41%), 닭이 24건(11%)의 순으로 나타났다. 소는 90건 중 유우가 73건(81.1%)로 가장 많았다. 총 241건의 검출 물질 중 tetracycline계가 128건(53%)으로 가장 많았으며, quinolone계 63건, sulfonamide계 27건, β -lactam계 23건의 순으로 나타났다. Tetracycline계에서는 CTC(58%), OTC(37%),

tetracycline(TC) 순으로 검출되었고, sulfonamide계는 SMT가 70%의 검출율을 보였으며, 이 외에 sulfamerazine(SMR), sulfadimethoxine(SDM), sulfaquinoxaline(SQX), sulfamonomethoxine(SMM), sulfathiazole(STZ)이 검출되었다. β -lactam계는 총 23건 중 22건(70%)이 PE, 1건이 ampicillin(AM)이었으며, quinolone계 63건은 모두 ENR이 검출되었다(Fig 2).

검출 물질별

241건에 대한 검출물질은 CTC가 74건(30.71%)으로 가장 많이 검출되었고, ENR 64건(26.14%), OTC 47건(19.5%), PE 22건(9.1%), SMT 19건(7.88%) 순으로 나타났다. SQX, SMR, SDM 및 STZ, AM, SMM이 각각 2건과 1건이 검출되었다(Fig 3).

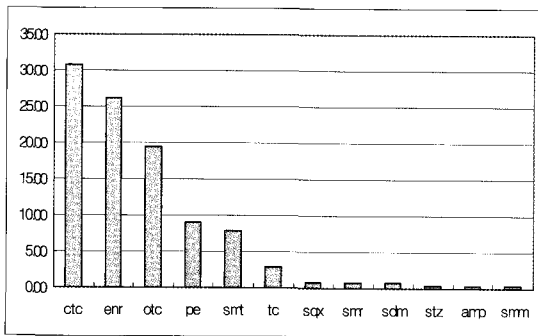


Fig 3. Incidence of each antimicrobial residues

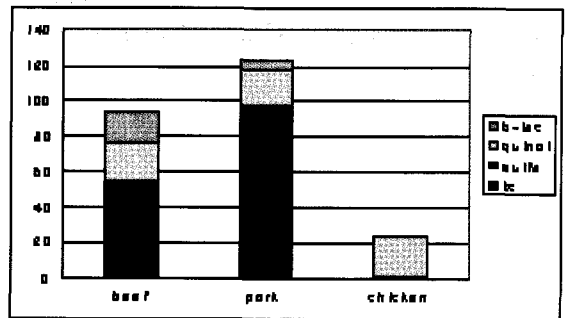


Fig 4. Incidence of antimicrobial residues in each animal.

축종·계열·검출물질별

소에서는 4종의 잔류물질 계열이 비교적 균등하게 검출되었다. Tetracycline계가 39.4%로 가장 많았고, quinolone계 22.4%, sulfonamide계 및 β -lactam계가 각각 19.1%로 나타났다. 검출 물질별로는 총 94건 중 OTC(35건, 37.2%)가 가장 많았고, ENR(21건, 22.3%), SMT(13건, 13.8%) 순으로 검출되었다. 돼지는 74%가 tetracycline계에서 검출되었고, 검출물질별로는 총 123건 중 CTC(73건,

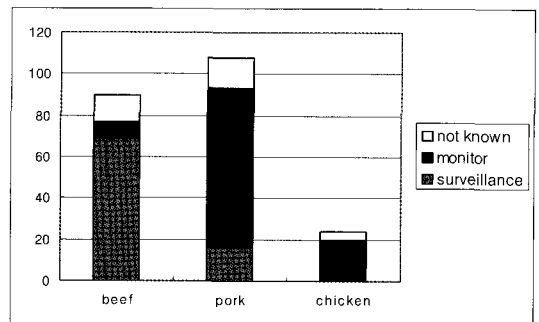


Fig 5. Incidence of antimicrobial residues according to the tests types.

59.3%), ENR (20건, 16.3%), OTC (12건, 9.8%) 순이었다. 닭에서는 총 24건 중 22건 (91.7%)에서 quinolone계인 ENR이 검출되었고, 나머지 2건이 sulfonamide계열인 STZ이었다 (Fig 4).

유형별

222건의 잔류위반 농가 중 105건 (47.3%)가 모니터링 검사에 의해 검출되었고, 85건 (38.3%)가 규제검사였으며, 32건 (14.4%)은 미 기록으로 분류되었다. 소에서는 총 90건 중 69건 (76.7%)이 규제 검사였으며, 돼지는 총 108건 중 77건 (71.3%)가 모니터링 검사, 닭은 83.3%가 모니터링 검사에서 검출되었다 (Fig 5).

잔류 원인별

총 222건 중 67.1%에 해당하는 149건이 휴약 기간 미 준수로 인한 출하로 잔류 위반 농가로 지정되었고, 22건 (9.9%)이 후기사료 미급여가 원인이었으며, 23건 (10.4%)이 축주도 원인을 정확히 모르는 원인불명이었다. 4건 (1.8%)이 사료 교체 시 교차 오염에 의해 잔류물질이 검출되었고, 그 외 10.8% (24건)가 기타로 분류되었다. 기타의 원인으로는 격리 시설 관리 잘못, 투약 기록 불량 등이었다. 소에서는 잔류위반 건수의 76.7%가 휴약 기간 미준수로 인해 잔류물질이 검출된 반면, 돼지는 위반 건수의 58.3%가 휴약 기간 미 준수, 20.4%가 비육 후기사료 미급여가 원인이었다. 닭에서도 총 24건 중 17건 (70.8%)이 휴약 기간 미 준수로 인해 잔류위반 농가로 지정되었다.

고 찰

대구의 연도별 관내 잔류위반 건수는 '04년 1건, '05년 5건, '06년 11건으로 해마다 늘어나고 있으며, 검출물질 또한 '04년, '05년의 sulfonamide계열에서 4종류의 계열이 다양하게 검출되었다. '06년 위반 건

수가 특히 늘어난 것은, 도축장 현장 적용을 위한 간이 kit 시범적용 추가 사업 (200건)에서 규제검사 4건이 추가 검출된 것이 한 요인으로 추정된다. 또한 닭이 전국에서 24건이 검출됨을 감안할 때, 관내 출하 도계 육에 대한 모니터링 및 규제검사를 강화하여 하여야 할 것으로 사료된다.

전국 시도 잔류위반 건수는 '05년의 224건과 비교할 때 거의 같은 수준으로 나타났다. 소와 돼지의 검출율은 '05년과 비슷하나, 닭이 24건으로 작년 대비 9건 (60%) 많이 검출되고 있어, 닭에 대한 잔류물질 검사가 강화되고 있는 추세이다. 검출물질의 계열별로는 tetracycline계, quinolone계, sulfonamide계, β -lactam계 순으로 나타났고, 또한 tetracycline계 3종인 CTC, OTC 및 TC가 검출 물질의 53.1%를 차지하고 있어 '05년과 같이 tetracycline계가 우리나라에서 현재까지 가장 많이 쓰이는 동물 의약품 계열로 추정된다. 이러한 원인으로는 CTC와 OTC가 소와 돼지에서 각각 가장 많이 쓰이고 있는 사료 첨가제 및 치료제로 쓰이기 때문인 것으로 사료된다. 닭에서는 '05년 위반 건수의 100%, '06년 동 건수의 약 92%가 ENR로 검출되어 “닭은 ENR”이란 공식을 세울 정도의 사용빈도를 나타내었다. 참고로 2004년 국내 항생제 총 사용량은 1,368톤, tetracycline계가 약 700톤으로 가장 많이 사용되었으며, 국가별로 가장 많이 사용되는 항생제 계열은 일본이 tetracycline계, sulfonamide계, 미국이 tetracycline계와 Inophores/비소제 계통을, 프랑스에서는 tetracycline계와 sulfonamide계 영국과 호주에서도 tetracycline계열이었다⁹⁾.

특이한 사항은 '05년 CTC 검출 94건 (위반건수의 34.3%) 중 72.3% (68건)의 검출농도가 0.3ppm 이하인 (허용기준치 0.1ppm) 점이다. 잔류물질 검사사업의 궁극적인 목표가 단순한 위반건수 적발이 아닌 축산물의 안전성 확보임을 감안할 때, CTC의 허용 기준치를 조정하거나, 가축의 사료 첨가제에 쓰

이는 본 약품에 대한 허용 농도에 대한 재고 등의 조치가 필요한 것으로 사료된다. 아울러 quinolone계의 검출율이 '04년 7건, '05년 42건, '06년에는 63건으로 급격히 증가추세에 있음을 주목해야할 것이다. 이는 ENR의 투여 빈도의 증가 및 닭에서 검출률이 늘어남에 기인하는 것으로 추정되며, 검출빈도가 늘어나는 반면, ENR의 간이검사 방법이 현행 검사법에 명확히 명시되지 않아, 이에 대한 보완이 이루어져야 할 것이다.

현행 잔류물질 검사방법의 유형은 규제 검사와 모니터링 검사로 나누어져 있으며, 매년 소에서는 위반 건수의 약 75%가 규제검사, 돼지에서는 약 38%가 모니터링 검사에서 검출되는 경향을 나타내고 있다. 소와 돼지에 비해 도계 수가 농가 당 상대적으로 많아 규제검사가 현실적으로 어려운 닭에서도 모니터링 검사에 의한 검출률이 75% 이상으로 나타났다. 따라서 돼지 및 닭에서도 소처럼 규제검사를 강화함으로써 검출률을 높일 수 있을 것이다.

잔류위반 건수의 약 70% (149건)가 휴약기간 미 준수에 의해 잔류물질이 검출되었고, 또한 10.4% (23건)가 원인불명이었음을 감안할 때, 축주의 동물약품 사용 및 안전 수칙에 대한 인식이 부족한 것으로 사료된다. 미국의 우유 내 항생·항균제 및 돼지의 설파메타진 잔류위반의 가장 큰 원인 또한 휴약기간 미 준수임을 감안할 때¹⁰⁾, 약품별 사용 설명서에 명기된 휴약기간을 준수하는 것이 잔류예방을 위한 가장 중요한 요소일 것이다. 특히 긴급 도축이 대부분인 소의 규제검사 약 77%가 잔류위반으로 지정되었으므로, 축주가 잔류물질 검사에서 빠지는 요행을 바라는 경향이 있는 것으로 추정된다. 잔류물질 검사 사업이 10년 넘게 지속되었기에 홍보가 부족한 것은 아니므로, 동물약품을 쓰는 축주의 인식전환이 잔류물질 근절에 가장 중요할 것이다.

'06년부터 식용란에 대한 검사가 추가됨에 따라 식용란 잔류위반이 4건 검출되었으나,

축산물 검사기관이 아닌 식품의약품 안전청에서 유통 중인 계란을 수거 검사하여 얻은 결과였다. 시도별 각 100건 미만의 검사물량이지만 새로운 사업인 만큼, 의지를 가지고 추진하여야 할 사업이다. 끝으로, 전국 시도 축산물 검사기관의 많은 잔류물질 검사 담당자와 적지 않은 예산이 본 사업에 투입되고 있는 반면, 이 소중한 자료에 대한 정보 공유 및 분석 작업에 대한 노력이 부족한 것 같다. 금후의 결과를 수합하여 더 많은 자료를 분석함으로써 축산물 안전성 확보의 일환인 잔류물질 근절사업의 기초 및 활용 자료로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

1. 2006년 1월에서 12월까지 대구지역 축산물 작업장 출하 소, 돼지 및 닭 지육 총 3,943건 (소 698, 돼지 2,178, 닭 1,067)에 대한 잔류물질 검사 결과, 11건이 잔류위반 농가로 판정되었으며 이 중 소 2건, 돼지가 9건이었으며, 닭은 검출되지 않았다. 총 11건의 위반농가 중 계열별 검출물질은 tetracycline계가 5건으로 가장 많았으며 (45.5%), β -lactam계 3건, sulfonamide계 2건, quinolone계 1건의 순서로 나타났다.

2. 소 2건 중 PE과 OTC 및 chlortetracycline (CTC)이 각각 검출되었으며, 돼지는 9건 중 tetracycline계가 4건, β -lactam계 및 sulfonamide계가 각 2건, quinolone계가 1건 검출되었다. tetracycline계 4건 중, OTC가 3건에서 검출되었으며, 1건에서는 tetracycline계 3종이 동시에 검출되었다. β -lactam계, sulfonamide계 및 quinolone계는 각각 PE, SMT, ENR이 검출되었다.

3. 2006년 총 222농가가 전국 잔류위반 농가로 지정되어 평균 0.199%의 위반율을 나타내었으며, 총 241건에서 잔류물질이 검출되었다. 위반 농가 수는 경기도가 51건으로 가장 많았고, 총 241건의 검출 물질 중 tetracycline계가 128건 (53%)으로 가장 많

았으며, quinolone계 63건, sulfonamide계 27건, β -lactam계 23건의 순으로 나타났다.

4. 222건의 잔류위반 농가 중 105건(47.3%)가 모니터링 검사에 의해 검출되었고, 85건(38.3%)가 규제검사였으며, 32건(14.4%)은 미 기록으로 분류되었다. 또한 67.1%에 해당하는 149건이 휴약 기간 미 준수로 인한 출하로 잔류 위반농가로 지정되었고, 22건(9.9%)이 후기 사료 미급여가 원인이었으며, 23건(10.4%)이 축제도 원인을 정확히 모르는 원인불명이었다.

참고문헌

1. 국립수의과학검역원 고시. 2007. 식육 중 잔류물질 검사요령.
2. Masztis PS. 1984. Antibiotic residue testing in a beef slaughterhouse. *Can V J* 25 : 329-330.
3. Verdon E, Couedor P, Maris P, et al. 2002. Liquid chromatographic determination of ampicillin residues in porcine muscle tissue by a multipenicillin analytical method: European Collaborative Study. *J AOAC* 85(4) : 889-900.
4. Zhao S, Jiang H, Li X, et al. 2007. Simultaneous determination of trace level of 10 quinolones in swine, chicken, and shrimp muscle tissues using HPLC with programmable fluorescence detection. *J Agric Food Chem* 55 : 3829-3834.
5. Wasch KD, Okerman L, Croubels S, et al. 1998. Detection of residues of tetracycline antibiotics in pork and chicken meat: correlation between results of screening and confirmatory tests. *Analyst* 128 : 2737-2741.
7. 국립수의과학검역원 고시. 2007. 축산물의 가공 기준 및 성분 규격.
8. 식품공전. 2005. 제7. 일반시험법 15. 식품중의 잔류물질 시험법. 411-568.
9. www.nvrqs.go.kr.
10. 동물용 의약품의 등록허가 및 사용실태. 2006. 식품의약품안전청.
11. 농림부 농업연수원. 2006. 축산물 잔류물질 검사과정 교재.