

남해안 양식어류의 fluoroquinolone계 항균제 잔류량

김풍호* · 이희정 · 조미라 · 이태식 · 하진환¹
국립수산과학원 식품위생팀, ¹제주대학교 식품공학과

Residual Concentrations of Fluoroquinolones in Farmed Fish in the Southern Coast of Korea

Poong Ho KIM*, Hee Jung LEE, Mi Ra JO, Tae Seek LEE and Jin Hwan HA¹
Food Sanitation Research Team, National Fisheries Research and Development Institute,
Busan 619-902, Korea

¹Department of Food Science and Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

Fluoroquinolones have a wide range of antimicrobial properties and are effective in the treatment of bacterial diseases in fish. The use of fluoroquinolones continues to grow steadily. Fluoroquinolone antibiotics are probably the most important class used among synthetic antibiotics in human and veterinary medicines because of their broad activity spectrum and good oral absorption. This study was conducted to estimate the residue of antibiotics in four species of farmed fishes, including olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), black rock fish (*Sebastes schlegeli*), red sea bream (*Pagrus major*), and sea bass (*Lateolabrax japonicus*), collected from fish farms located in the southern coastal area of Korea. The residues of fluoroquinolones were determined using high performance liquid chromatography (HPLC) with a fluorescence detector. Residuals of five fluoroquinolones in muscle tissue of farmed fish were analyzed. We found that enrofloxacin was the most common agent in fish muscle, and that ciprofloxacin was the next most common. The range of detected concentrations of fluoroquinolones in olive flounder muscle was 0-0.859 mg/kg in 32.6% of all samples. Enrofloxacin was commonly detected in sea bass muscle at a range of 0-0.143 mg/kg in 38.9% of all samples. Fluoroquinolones were detected in 6.9% of black rock fish muscle and in 16.6% of sea bream, although the detected concentration was below 0.01 mg/kg. The maximum detection value of enrofloxacin and ofloxacin in olive flounder at the time of shipping was 0.102 mg/kg and 0.09 mg/kg, respectively; no other antimicrobials were detected. We detected no antimicrobial substances in red sea bream.

Key words: Enrofloxacin, Ciprofloxacin, Ofloxacin, Norfloxacin, Pefloxacin, HPLC

서 론

Fluoroquinolone계열 항균제는 광범위한 항균효과와 체내 흡수가 좋기 때문에 사람이나 동물의 세균성 질병을 치료하는 가장 중요한 합성 항균제중의 하나이다(Morales-Munoz et al., 2004). fluoroquinolone계 항균제 중에서 Norfloxacin이 1984년 미국 식품의약품안전청으로부터 판매허가를 받아 그 가치를 인정받게 되었고(Koga et al., 1980) 유럽과 미국 등에서는 1987년부터 인체에는 전혀 사용된 적이 없는 enrofloxacin이 동물용의약품으로 사용허가를 받았으며, 일본에서도 1991년 이후에 enrofloxacin, danofloxacin, ofloxacin, benofloxacin 등 fluoroquinolone계 항균제가 동물용의약품으로서 승인되어 매년 사용량이 증가하고 있다(Horie et al., 1995).

Fluoroquinolone계는 ofloxacin, enoxacin, ciprofloxacin, pefloxacin 등이 개발되어 1980년대 초기 수산용 항생제의약품으로서 적용여부가 시험되어(Heo and Kim, 1994; Heo et al., 1998), 우리나라 어류양식 산업에 소개되면서 어류의 세균성 질병의 예방 및 치료하는데 효과적으로 사용하고 있다

(Son, 1999; Yun et al., 2003).

Fluoroquinolone계 항균제는 기존의 quinolone계 보다 더욱 광범위한 항균물질로 어류의 세균성 질병의 치료에 대해 매우 효과적이며, 각종 세균에 대한 최소발육억제농도(MIC)는 초기 quinolone계보다 더 낮고, 낮은 농도에서 뛰어난 감수성을 나타내었다(Markwardt and Klontz, 1982).

Fluoroquinolone계열 항균제는 기존의 항균제에 비하여 많은 장점을 가지고 있기 때문에 양식어류의 질병치료와 예방을 목적으로 수산양식에 사용량이 점차 증가하고 있다(KAHPA, 2001). 한편 우리나라에서 수산용으로 허가되어 있는 fluoroquinolone계 항균제는 enrofloxacin, ciprofloxacin, norfloxacin, ofloxacin 및 pefloxacin 등이 있으며, 사용량 또한 2002년도 71 톤에서 2004년도 81톤으로 14%의 증가율을 나타내었다.

그러나 최근 들어 fluoroquinolone계 저항성 *Salmonella*속 균과 *Campylobacter*속 균이 검출되는 등 축산물 중에서 약물 잔류로 인한 약제내성이 문제가 되어 미국, 유럽, 일본 등에서 규제를 강화하고 있는 실정이다(Herikstad et al., 1997). Fluoroquinolone계 항균제의 식품내 잔류허용기준은 EU의 경우 danofloxacin, enrofloxacin, difloxacin, marbofloxacin 및

*Corresponding author: phkim@nfrdi.re.kr

sarafloxacin 등이 설정되어 있으며 이 중 수산물에서는 enrofloxacin 단독 또는 ciprofloxacin과의 합한 양으로 0.1 mg/kg을 규정하고 있으나(EMEA, 2002), 우리나라에서는 축육 및 가금류에 대해서는 enrofloxacin 및 danofloxacin이 0.1-0.2 mg/kg, 일본, 미국 및 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius, CODEX)에서는 아직까지 fluoroquinolones계에 대한 허용잔류기준치를 설정하고 있지 않은 실정이다. 그러나 일본에서는 식품중에서 fluoroquinolone계 항균제가 검출되어서는 아니되는 물질로 규정하고 있다.

한편, 2003년초에 우리나라에서 EU로 수출한 게맛살에서 ciprofloxacin이 검출된 바 있으며, 그 후 일본에서는 대만산 뱀장어와 우리나라에서 수출한 활넙치에서 enrofloxacin이 검출되는 등 국제적으로 항생제에 대한 분석이 강화되어 수출에 문제가 발생하게 되었지만, 우리나라에서는 수산물에 대한 fluoroquinolones계 항균제의 허용잔류기준치 및 분석방법만 아니라 정확한 사용 실태조차 파악되어 있지 않은 실정이다. 그러나 최근 세계적인 항생제 관리에 맞추어 최근 국내에서도 enrofloxacin 및 ciprofloxacin에 대한 분석법과 식품잔류허용기준치를 입안예고하고 있으며, 이 예고안에 따르면 수산물 중의 enrofloxacin 및 ciprofloxacin의 기준치는 두 성분을 합한 양으로 0.1 mg/kg 이하로 규정하고 있다.

본 연구는 육상 및 해상가두리양식장에서 양식중인 어류의 질병예방 및 치료를 목적으로 사용하는 항균제의 사용 실태와 양식 중에 사용된 항균제에 대한 식품위생학적 안전확보의 필요성이 제기됨에 따라 여러 가지 항균제 중에서 fluoroquinolone계 항균제에 대한 어체내 잔류 정도를 분석하였다.

재료 및 방법

시험어

2004년 5월부터 10월까지 우리나라 연안에서 양식업이 행하고 있는 부산, 통영, 거제, 여수, 완도 및 제주 등 6개 지역의 육상 및 해상어류양식장 11개소를 대상으로 하였다. 각 지역의 양식환경 및 특성에 따라 부산, 거제, 완도 및 제주에서는 육상양식장인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)를 대상으로 하였고, 거제, 통영, 여수 및 완도지역에서는 해상 어류양식장의 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 참돔(*Pagrus major*)을 대상으로 하였다. 또한 시험어는 각 어류양식장에서 5-10개체의 활어를 채취하여 즉살시킨 후 얼음을 채운 스티로폼 박스에 담아 실험실로 옮겨 근육을 채취하여 항균제를 분석하였다.

대상 항균제

분석 대상 항균제는 fluoroquinolone계열 중에서 수산용 의약품으로 허가되어 있는 ciprofloxacin (CIP), enrofloxacin (ENR), pefloxacin (PEF), ofloxacin (OFL) 및 norfloxacin (NOR) 등의 5종으로 하였다.

Fluoroquinolone계 항균제 분석조건 및 추출방법

Fluoroquinolone계 항균물질의 분석은 HPLC를 이용하여 분석하였다. C18 column (Shiseido UG 120, 250×4.6 mm i.d.)을 사용하였고, 이동상은 0.1 M phosphoric acid (pH 2.5)와 acetonitrile을 91:9 (v/v)의 비율로 혼합한 후, L당 THF를 5 mL 첨가하고, 형광 검출기(Ex 280 nm, Em 450 nm)를 사용하여 1 mL/min의 유속으로 분석하였으며 column 온도를 30°C로 고정하였다. Injection량은 20 µL를 주입하였고, 완료시간은 50분으로 하여 분석하였다.

Fluoroquinolone계열 항균물질 추출은 어류 근육을 채취하고 잘게 마쇄하여 5 g을 취하고 phosphoric acid와 acetonitrile 혼합액 40 mL를 가하여 호모게나이저 (Polytron PT 3000, Switzerland)로 2분간 균질화시켰다. 이 균질액을 원심관에 옮겨 80°C의 수욕 중에서 10분간 증탕으로 가열 후 방냉하고, 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상층액을 50 mL 분액 여두로 옮겨 hexane 50 mL를 가하여 조용히 흔들어서 그 하층액 (추출액)은 n-propanol 10 mL을 넣어 40°C에서 잔사만이 남을 때까지 감압농축하였다. 이 건조물을 이동상 2.5 mL를 가하여 Sonicator를 이용하여 충분히 용해시킨 다음 0.2 µm membrane filter (Millipore, USA)로 여과한 후 HPLC로 분석하였다.

결과 및 고찰

양식어종별 fluoroquinolone계 항균제 잔류량

식품중 유해물질에 대한 모니터링은 전세계적으로 많은 국가에서 실시하고 있으며, 미국, EU, 일본 등 주요국가에서는 크게 3가지 분야로 구분하여 실시하고 있는데, 규제모니터링, 발생/농도모니터링 및 총식이섭취량조사로 구분된다. 본 연구에서 수행한 모니터링은 양식 어류등에 대한 자료로 축적하고 식품 중 최대잔류허용량 등 기준 설정을 위한 기초자료로 확충하기 위한 발생 농도 모니터링을 실시하였다.

우리나라 양식산업의 규모는 2004년도에 6만5천 여톤을 생산하였다. 이중 넙치가 연간 3만톤으로 전체 양식어류의 절반을 차지하고 있고, 다음이 조피볼락 2만톤을 생산하고 있으며, 참돔, 농어, 감성돔 송어 등이 우리나라 대표 양식어종이다(Korean fisheries yearbook, 2006).

어류양식 산업은 우리나라 남해안에서 주로 성행하고 있으며, 가장 많이 양식되고 있는 넙치(*Paralichthys olivaceus*), 조피볼락(*Sebastes schlegeli*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 참돔(*Pagrus major*)을 대상으로 11개 양식장을 대상으로 4종 279점을 분석한 결과를 Table 1에 나타내었다.

넙치는 주로 육상에서 수조식으로 양식되고 있는 우리나라 대표적인 양식품종으로 부산, 거제, 완도 및 제주지역에서 가장 활발하게 양식되고 있는 품종으로 본 조사에서도 이들 5개지역 양식장을 조사대상으로 선정하였다. 시험에 사용한 넙치는 평균체중 473.3±305.6 g, 평균체장 32.0±6.7 cm의 것으로 출하시기와 비교하여 볼 때 약간 중간 크기의 양식어를

Table 1. Ranges of residual fluoroquinolones in the muscle of the different farmed fish species

Fishes	Sample		Fluoroquinolones (mg/kg)					Number of samples
	Weight (g) (Average±SD)	Length (cm) (average±SD)	OFL	NOR	PEF	CIP	ENRO	
Oliver flounder	102.0-1394.5 (473.3±305.6)	20.0-46.0 (32.0±6.7)	ND-0.063 (3)	ND-0.006 (3)	ND-0.007 (2)	ND-0.859 (44)	ND-0.348 (43)	135
Black rock fish	104.7-707.9 (344.1±130.8)	17.0-35.0 (26.7±3.9)	ND (0)	ND (0)	ND~0.004 (1)	ND-0.013 (2)	ND-0.008 (2)	72
Sea bass	66.6-444.6 (232.8±103.6)	19.0-34.0 (26.7±3.6)	ND (0)	ND (0)	ND~0.004 (2)	ND-0.008 (3)	ND-0.143 (21)	54
Red sea bream	598.2-1265.0 (857.3±196.3)	31.5-39.0 (34.7±2.5)	ND ¹⁾ (0)	ND-0.006 (1) ²⁾	ND (0)	ND (0)	ND-0.006 (2)	18

¹⁾ND, Not detected; ²⁾Number of detected samples.

사용하였다.

Fluoroquinolone계열 항균제는 연쇄상구균증, 비브리오병, 에드워드병 등을 치료하기 위하여 넙치양식장에서 주로 사용하고 있는 약품이며, 넙치에서는 CIP 및 ENRO가 가장 많이 검출되었지만, 나머지 항균제도 모두 검출되어 넙치양식장에서는 fluoroquinolone계 항균제를 모두 사용하고 있는 것으로 확인되었다. CIP의 검출범위는 0-0.859 mg/kg이었으며 전체 시료 중 32.6%의 시료에서 검출되었다. ENRO의 검출범위는 0-0.348 mg/kg이었으며, 총 43개의 시료에서 검출되어 31.9%의 검출율을 나타내었다.

농어는 통영 및 여수에 위치한 해상가두리 양식장에서 주로 양식되고 있으며, 연간 약 2천톤(170억) 정도가 양식 생산되고 있는 양식품종이다. 시험에 사용한 농어는 평균체중 232.8±103.6 g, 평균체장 26.7±3.6 cm의 양성단계의 것을 주로 사용하였으며, 총 54개의 시료를 분석에 사용하였다. 농어에서의 fluoroquinolone 계열 항균제는 OFL 및 NOR는 전혀 검출되지 않았지만, PEF와 CIP가 0.01 mg/kg 이하의 미량으로 검출되었으며, ENRO는 0-0.143 mg/kg의 범위로 21개의 시료에서 검출되어 38.9%의 검출율을 나타내었다.

조피볼락에 대한 항균제 잔류량 모니터링은 통영, 여수 및 완도지역에 위치한 해상가두리 양식장 3개소에서 실시하였다. 평균체중 344.1±130.8 g, 평균체장 26.7±3.9 cm의 것을 사용하였으며, 총 72개의 시료를 분석에 사용하였다. 조피볼락에서의 fluoroquinolone 계열 항균제는 OFL 및 NOR는 전혀 검출되지 않았다. 그러나 PEF는 0-0.004 mg/kg, CIP는 0-0.013 mg/kg 범위로 각각 1개와 2개의 시료에서 검출되었으며, ENRO는 0-0.008 mg/kg의 범위로 2개의 시료에서 검출되어 넙치나 농어에 비하여 상당히 낮은 잔류농도와 검출빈도를 나타내어 조피볼락 양식장에서는 fluoroquinolones 항균제를 거의 사용하지 않고 있는 것으로 파악되었다.

참돔에 대해서는 통영의 해상가두리 양식장 1개소에서 항균제 잔류량 모니터링을 실시하였다. 평균체중 857.3±196.3 g, 평균체장 34.7±2.5 cm의 것을 사용하였으며, 총 18개의 시료를 분석에 사용하였다. 참돔에서의 fluoroquinolone 계열 항균제는 OFL, PEF 및 CIP는 전혀 검출되지 않았으나, NOR와

ENRO는 각각 1개 및 2개 시료에서 최대 0.006 mg/kg의 농도로 검출되었다. 따라서 일반 해상가두리양식장에서는 fluoroquinolone계 항균제를 거의 사용하고 있지 않은 것으로 판단되며, 양식어업인과의 탐문조사에서도 경제적인 이유로 fluoroquinolone계열 항균제를 거의 사용하지 않는 것으로 조사되었다. 그러나 넙치양식장에서는 상당량이 소비되고 있는 것으로 확인되었다. 이중 ENRO는 제약회사에서 수산용으로 제조 판매하고 있지 않는 항생제이나 일반 양식장에서는 동물용으로 시판되고 있는 약품을 구입하여 양식어류에 사용하고 있는 사실이 확인되어졌다. 이처럼 검출되지 않은 동물용 의약품 사용하는 것은 위험한 일이라 생각된다.

양식어류 중 시기별 fluoroquinolone계 항균제 검출율

2004년 5월부터 10월까지 육상 및 해상 어류양식장에서 양식 중인 넙치, 농어, 조피볼락 및 참돔에 대한 fluoroquinolone계열 항균제의 시기별 검출율을 Fig. 1에 나타내었다. 시기에 따라 차이는 있었으나, 우리나라 어류양식장에서는 OFL, NOR, PEF, CIP 및 ENRO 등 fluoroquinolone계열 항균제를 모두 사용하고 있는 것으로 확인되었다. 이중 CIP 및 ENRO는 거의 매월 검출되었고, 7월과 8월에 일부 시료에서 NOR 및 PEF이 검출되었다.

Fluoroquinolone계의 검출율은 2004년 4월에 40%였던 것이 하절기로 갈수록 높아져 8월에는 60% 이상의 시료에서 검출되었으며, 9월 및 10월에는 검출율이 감소하는 경향을 보였다. CIP의 경우 5월에 18%의 검출율을 보이던 것이 7월에는 54%의 시료에서 검출되었다. 그러나 8월에는 OFL을 제외한 NOR, PEF, CIP 및 ENRO이 모두 검출되는 것으로 보아 하절기에는 여러 가지의 fluoroquinolone계 항균제를 사용하는 것으로 확인되었다.

넙치양식장에서는 fluoroquinolone계 항균제 중 CIP과 ENRO는 연중 검출되고 있었으나, OFL, NOR 및 PEF는 거의 검출되지 않았다. CIP은 9월에 채취한 시료중에 0.43 mg/kg의 아주 높은 농도를 보인 것도 있으며, ENRO는 8월과 9월에 각각 0.1 mg/kg을 초과하여 검출되었다. 식품위생법에는 “항생물질 등 동물용의약품 잔류허용기준을 정할 때 안전성 및

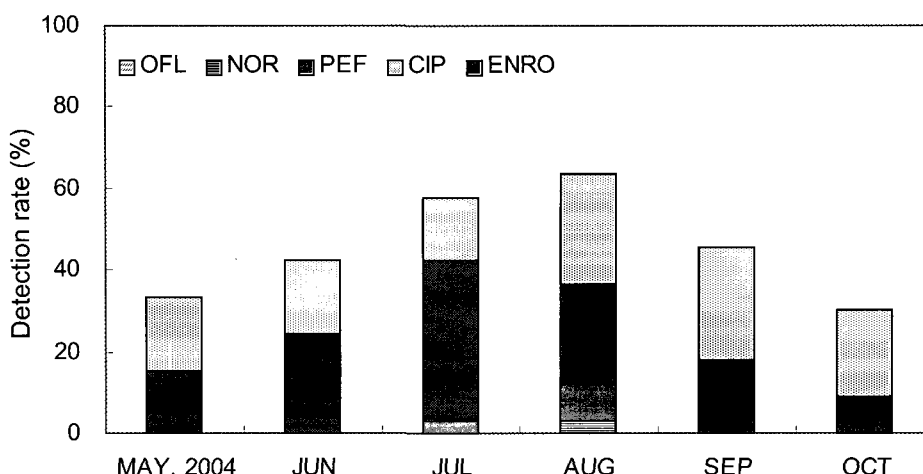


Fig. 1. Monthly detection rate of fluoroquinolones in the muscle of farmed fish (four species) in 2004.

유효성에 문제가 있는 것으로 확인되어 제조 또는 수입품목허가를 하지 아니하는 동물용의약품은 검출되어서는 아니된다(식품의약품안전청 고시 제2004-18호)고 규정되어 있다. 어류에 대한 fluoroquinolone계열 항균제는 아직까지 우리나라에서 잔류기준이 정하여져 있지 않으며, 일본에서도 잔류 허용 기준치가 정하여져 있지 않기 때문에 검출이 되어서는 안되는 항균제로 규정되어 있다. 그러나 EU에서는 CIP과 ENRO이 단독 또는 합한 양으로 0.1 mg/kg 이하여야 한다고 규정되어 있고, 우리나라에서도 최근 국민건강 보호 및 국제교역 등을 위하여 CIP 및 ENRO의 식품잔류허용 기준치를 EU와 같은 수준으로 제정 중에 있다.

본 연구에서 조사한 결과 우리나라의 대부분 어류양식장에서는 양식과정에서 질병치료를 위하여 항균제를 투약하고 있었으며, 또 성장발육을 촉진하기 위하여 비타민제 등 영양제를 양어용 사료와 함께 혼합하여 투여하는 경우가 많았다. 일부 양식장에서는 어류의 질병 치료용으로 사용한 항균제 관리일지에 사용이력을 기록하고 있었지만, 항균제 잔류량 분석을 위한 시료 채취 시 탐문조사에서 항균제를 사용한다고 밝힌 경우나, 밝히지 않은 경우 모두 출하 시에는 식품위생법에서 정하는 기준치 이하의 잔류농도를 유지한 것으로 확인되었다.

지역별 양식어류에 대한 항균제 잔류량 모니터링

어류 양식 과정에 지역별로 항균제의 사용 실태를 알아보기 위하여 양식어류 중의 항균제 잔류 모니터링을 어류양식이 성행하고 있는 남해안의 부산, 통영, 거제, 여수, 완도, 제주의 10개 어류 양식장의 넙치, 농어, 조피볼락 및 참돔을 대상으로 실시한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

부산지역에서는 육상 어류양식장 1곳에서 넙치에 대한 모니터링을 실시하였다. 조사결과 fluoroquinolone계열 항균제 중 CIP이 전체 시료의 80%에서 검출되어 높은 검출율을 보였다.

통영지역에서는 해상어류양식장 1곳에서 참돔 및 조피볼락에 대한 모니터링을 실시하였다. Fluoroquinolone계 항균제의 NOR과 PEF이 각각 13.3% 및 8.3%의 검출율을 나타내었다.

거제지역에서는 육상어류양식장과 해상어류양식장에서 각각 넙치와 농어를 대상으로 잔류모니터링을 실시하였다. fluoroquinolone계열 항균제 역시 ENRO이 전체 시료중 90%에서, CIP과 PEF이 각각 16% 및 10%의 시료에서 검출되었다.

여수에서는 해상가두리양식장을 대상으로 조피볼락과 농어에 대해서 항균제 잔류모니터링을 실시하였다. 해상어류양식장의 규모는 0.5 ha 정도의 소규모 양식업을 하는 곳이며, 여러 종류의 어류를 양식하고 있다. 여수지역에서의 항균제 검출율은 CIP이 20.0%, 그리고 NOR이 3.3%의 시료에서 검출되었다. 완도지역에서는 완도읍에 위치한 해상가두리양식장에서 조피볼락을 대상으로 모니터링 하였으며, 강진군에 위치한 육상어류양식장에서 넙치에 대한 항균제 잔류량 모니터링을 실시하였다. 완도지역에서는 fluoroquinolone계열 항균제 중에서는 CIP이 16.7%, 어류에서는 PEF이 3.3%의 시료에서 검출되었다.

제주지역에서는 2개 육상어류양식장을 선정하여 넙치에 대하여 항균제 잔류량 모니터링을 실시하였다. Fluoroquinolone계열 항균제는 CIP이 50%, CIP이 20%의 시료에서 검출되어 제주지역의 어류양식장에서는 oxytetracycline 외에 CIP이나 ENRO 등의 fluoroquinolone계 항균제를 많이 사용하고 있는 것으로 확인되었다.

출하전 단계 양식어류중의 항균제 잔류량 모니터링

양식어류에 대한 항균제 오염실태 파악을 통하여 수산용 항균제의 적정사용지침과 오남용 방지를 위한 법적 관리체제 구축을 위한 근거 자료를 확보하고자 출하단계 어류에 대한 항균제 잔류량 모니터링을 실시하였다.

제주 거제 및 완도에서 생산되어 출하된 넙치 및 통영과 여수에서 생산되어 출하되는 조피볼락을 대상으로 fluoro-

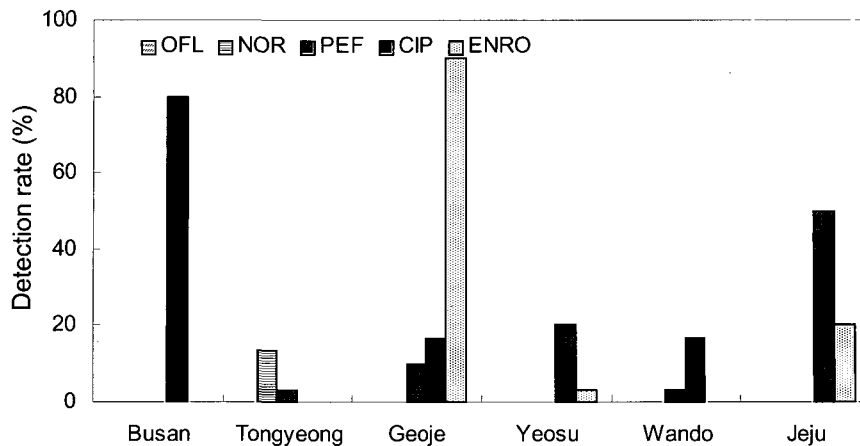


Fig. 2. Detection rate of fluoroquinolones in the farmed fish (four species) collected from the different local areas.

Table 2. Range of residual fluoroquinolones in the farmed finfish at shipping step for market

Species	Local area	Size of samples		Fluoroquinolones (mg/kg)					No. of Samples
		Length (cm)	Weigh (g)	OFL	NOR	PEF	CIP	ENRO	
Oliver flounder	Geoje	473.8-1069.7 (672.9±152.2)	32.7-44.0 (38.2±3.1)	ND ¹⁾ -0.046 (4) ²⁾	ND	ND	ND-0.018 (3)	ND-0.102 (13)	30
	Wando	251.1-782.3 (507.5±143.3)	27.5-40.0 (34.4±3.3)	ND-0.052 (1)	ND	ND	ND	ND-0.067 (8)	27
	Jeju	135.6-1405.3 (729.8±357.9)	22.0-47.0 (37.5±7.2)	ND-0.090 (5)	ND-0.076 (1)	ND	ND	ND-0.053 (6)	35
	Total	646.0± 266.2	36.9±5.4	ND-0.090 (10)	ND-0.076 (1)	ND	ND-0.018 (3)	ND-0.102 (27)	92
Black rock fish	Tongyeong	216.7-634.6 (435.6±125.7)	23.0-32.0 (28.2±2.9)	ND	ND	ND	ND	ND-0.002 (1)	30
	Yeosu	265.8-608.1 (402.3±85.7)	23.5-30.0 (26.8±2.9)	ND-0.070 (2)	ND	ND	ND	ND	27
	Total	419.8±109.9	27.5±2.5	ND-0.070 (2)	ND	ND	ND	ND-0.002 (1)	57

¹⁾Not Detected, ²⁾Number of detected samples.

quinolone계 항균제 5성분을 분석하였다(Table 2). 시험에 사용한 넙치는 지역별로 차이가 있지만 평균체중 646±266.2 g 및 평균체장 36.9±5.4 cm의 92점을 분석하였고, 조피볼락은 체중 149±109.9 g 및 체장 27.1±2.5 cm의 57점을 2005년 4월부터 9월까지 매일 출하단계에 있는 양식어류를 구입하여 분석하였다.

출하단계에 있는 넙치 92개 시료 중에서 ENRO는 27개 시료에서 최대 0.102 mg/kg이 검출되었고, OFL은 10개 시료에서 최대 0.09 mg/kg이 검출되어 각각 29% 및 11%의 검출율을 나타내었으나, 그 외 항균제는 거의 검출되지 않았다. 한편, 조피볼락의 경우 57개 시료 중 OFL 및 ENRO가 각각 2개 및 1개 시료에서 아주 극미량이 검출되었다.

따라서 본 연구에서의 조사결과 출하단계에 있는 양식 어류에서 fluoroquinolone계 항균제를 사용하고 있으며, 극히 일부 양식장에서는 충분한 휴약기간을 지키지 아니하고 출하하는 경우가 있는 것이 확인되었다. 따라서 조속한 시일내

에 fluoroquinolone계의 항균제에 대한 식품허용잔류 기준치와 분석법이 확립되어야 할 것으로 판단된다.

양식어류 중의 항균제 잔류 모니터링 평가

2004년 부산, 거제, 통영, 여수, 완도, 제주 소재 육·해상 어류 양식장에서 양식 중인 어류를 대상으로 fluoroquinolone계 항균제 5성분에 대한 잔류 여부를 월 1회 모니터링 한 결과에 대한 평가는 다음과 같다.

대부분의 조사대상 어류양식장에서 양식과정 중에 각종 항균제를 사용하고 있는 것으로 확인되었으며, 양식 중인 어류 중에서 fluoroquinolone계 항균제는 일부어장에서 시플로사신 및 엔로플로사신이 빈번히 검출되었다. 그리고 시기별 한편 양식어류 중의 항균제 검출농도는 대체로 어류질병이 빈번히 발생하는 하절기에 높은 것으로 조사되었다.

또 일부 양식장에서는 항균제가 장기간에 걸쳐 검출되는 것으로 확인되어 지속적인 항균제 사용에 따른 항균제 내성균

유발의 가능성이 상존하는 것으로 파악되었다. 따라서, 양식장 운영자에 대한 올바른 항균제 사용에 대한 정기적인 지도, 교육 및 감독이 필요한 것으로 평가되었다. 그리고, 양식어류에 대하여 연중 항균제를 투여하는 양식장에 대하여 정밀조사 결과, 이러한 양식장에서는 생사료를 제조할 때 사료로부터 유입될 수 있는 감염증의 원인균을 제어하기 위하여 항균제를 첨가하는 것으로 조사되었다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 사료로부터 어체 질병원인세균 유입 가능성이 낮은 조제된 배합사료를 사용하는 것도 하나의 방편으로 생각되며, 이러한 경우 항균제 구입에 따른 경제적인 부담도 상당히 경감될 수 있을 것으로 생각된다.

대형 양식장이 소규모의 어류양식장보다 높은 항균제 검출율을 나타내었을 뿐만 아니라 종류도 다양한 항균제를 사용하고 있는 것이 확인되었다. 따라서 어류 양식장에서 사용하는 항균제의 사용에 대한 강제적인 관리시스템 마련이 필요한 것으로 생각되었다. 즉, 양식장에서는 어류질병의 예방 및 치료를 위하여 사용하는 모든 항균제의 구입 및 사용에 대한 기록을 의무적으로 유지·관리하도록 하고, 관리 당국에서는 정기적인 점검을 실시하는 것과 같은 어류양식장에서의 항균제 오·남용을 방지할 수 있는 적절하고 적극적인 관리체제 구축이 요구된다.

현대 어류양식 산업에서는 거의 대부분의 양식장에서 항균제 등 동물용의약품을 사용하고 있기 때문에 이들을 식품으로 섭취하는 경우 잔류약물의 노출위험성이 상존하고 있어 동물용의약품 등의 위해물질 모니터링 및 잔류예방이 절대적으로 필요하다

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 이화학적 위해관리연구의 연구비지원에 의해 수행되었습니다(RP-2006-FS-003).

참 고 문 헌

- EMEA. 2002. Enrofloxacin summary report (5). Committee for Veterinary Medical Products. The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products. EMEA/MRL/820/02-FINAL.
- Heo, G.J. and J.H. Kim. 1994. A study on efficacy and safety of antibacterial (pefloxacin methanesulfonate) to cultured fish, *Cyprinus caprio* and *Paralichthys olivaceus*. Kor. J. Vet. Res., 34, 153-1994.
- Heo, G.J., S.C. Park and D.W. Kim. 1998. A study on efficacy and safety of quinolone antibacterial (ciprofloxacin) to bacterial diseases in cultured fish, *Cyprinus caprio* and *Onchrohynchus mykiss*. Kor. J. Vet. Publ. Hlth., 22, 175-186.
- Herikstad, H., P. Hayers, M. Mokhtar, M.L. Fracaro, E.J. Threlfall and F.J. Angulo. 1997. Emerging quinolone-resistant *Salmonella* in the United States. Emerg. Infect. Dis., 3, 371-372.
- Horie, M., H. Saito, N. Nose and H. Nakazawa. 1995. Simultaneous determination of eight quinolone antibacterials in meat and fish by high performance liquid chromatography. J. Food Hyg. Soc. Japan, 36, 62-67.
- KAHPA (Korea Animal Health Products Association). 2001. The Guidebook of Veterinary Antibiotics, Kyungung Munhwasa, Gyeonggi-do, 655-732
- Koga, H., A. Itoh, S. Murayama, S. Suzue and T. Irikura. 1980. Structure-activity relationships of antibacterial 6,7- and 7,8-disubstituted 1-alkyl-1,4-dihydro-4-oxoquinoline-3-carboxylic acids. J. Med. Chem., 23, 1358-1363.
- Markwardt, M.N. and G.W. Klontz. 1998. A method to eliminate the symptomatic carrier state of *Aeromonas salmonicida* in salmonids. J. Fish Dis., 12, 317.
- Morales-Munoz, S., J.L. Luque-Garcia and M.D. Luque de Castro. 2004. Continuous microwave-assisted extraction coupled with derivatization and fluorimetric monitoring for the determination of fluoroquinolone antibacterial agents from soil samples. J. Chromatogr. A, 1059, 25-31
- Nakano, S., T. Aoki and T. Kitao. 1989. In vitro antimicrobial activity of pyridonecarboxylic acids against fish pathogens. J. Aquat. Anim. Health, 1, 43.
- Son, S.W. 1999. Studies on the detection of quinolones in foods of animal origin. Ph.D. Thesis, Seoul National University, 1-120.
- Yun, S.M., C.M. Lim, B.H. Cho, M.L. Keom, M.B. Kim and S.W. Son. 2003. Development of multi-residue high-performance liquid chromatography for the determination of fluoroquinolones in eggs. Kor. J. Vet. Publ. Hlth, 27, 177-182

2006년 2월 28일 접수
2006년 4월 20일 수리