

양식산 무지개송어에서의 항생제와 말라카이트 그린 잔류량 조사

김영목 · 이명숙 · 정용현[†]
(부경대학교)

The Residues of Antibiotics (Tetracycline, Oxolinic Acid and Ciprofloxacin) and Malachite Green in Cultured Rainbow Trout

Young-Mog KIM · Myung-Suk LEE · Yong-Hyun CHUNG[†]
(Pukyung National University)

Abstract

Products from aquaculture have sometimes been focused on the problems caused by the contamination of chemical agents as the use of chemical agents in aquaculture has been annually increased. The risk of contamination of products by chemical agents is greater in freshwater than in seawater. In order to evaluate the food safety of a fish grown in freshwater, we investigated the residues of antibiotics (tetracycline, oxolinic acid and ciprofloxacin) and malachite green in cultured rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Malachite green, which was prohibited in the application of aquaculture, was not detected in samples tested in this study. The residual content of tetracycline was determined to be less than the permissible amount, <0.2 mg/kg. The contents of ciprofloxacin was also less than the permissible amount, <0.1 mg/kg. However, in case of oxolinic acid, one of samples was only exhibited higher content than the permissible amount (<0.1 mg/kg). The results obtained in this study suggested that the control and regulation of chemical agents such as antibiotics was important to maintain a safe and worry-free seafood supply.

Key words : Ciprofloxacin, Malachite Green, Oxolinic acid, Tetracycline, Rainbow trout

1. 서론

송어(*Oncorhynchus mykiss*)는 청정수역에서 양식되고 있다는 인식으로 소비자의 기호도가 높아 농어민 소득증대 특별사업으로 많은 투자가 있었던 게 사실이다 (The Korea Trout Culture Association, 2005) 그러나 기르는 양식의 특성상 양식장 시설 관리, 사료의 안전성, 수산용의약품의 부적절한 사용 및 유해물질 검출 등으로 양식어류 생산 공정 관리의 불투명성이 부각되어 소비자들의 소비

의식이 위축되는 등 수산물품질위생관련 소비자들의 불안감을 증폭시키게 되었다. 그러나 식품 위생법과 연관된 업무 영역의 불명확함으로 양식장에서 소비자의 소비단계까지 총괄적 위해관리 기능이 취약하여 관련된 부정적인 보도가 언론매체에 노출될 경우 양식생산 판매와 소비에 막대한 손실이 발생하기도 하였다. 실제로 1983년도 담수어류 기생충 관련 보도와 1991년 에어로모나스 파동 및 2005년 무지개송어 말라카이트그린 검출 보도에 의한 양식어류 소비 급감과 양식어

[†] Corresponding author : 051-629-6543, chungyh@pknu.ac.kr

민의 재산피해가 대표적인 사례이다. 또한 최근 2008년에는 중국산 분유와 식품첨가물에 벨라민이 첨가된 사실이 보도되고 담수어 양식 사료에도 벨라민 첨가가 의심되어 식약청에서 조사를 한 사실이 있다. 언론매체를 통한 양식 어류의 비위생적 사육, 위해 물질의 사용 및 유통 보도는 소비불신의 파급효과가 매우 빠르고 오랜 기간 지속됨으로써 일부 양식장의 사례임에도 불구하고 전체 양식 종사자에게 피해가 돌아가며 이에 따른 타어종의 가격 상승 유발 등으로 소비자에게도 피해가 돌아갈 수 있음을 간과할 수 없다. 현대의 대량 유통구조에서의 소수 양식어가와 대다수 소비자의 식품안전과 위생 관련 권익 보호를 위해서는 보다 체계적이고 과학적인 안전 식품 생산을 위한 구조적 개선이 요구되고 있다.

양식 어류의 사료에다 질병의 예방이나 치료, 성장을 촉진 시킬 목적으로 사용되는 항생제의 사용량이 증가하고 있다(McCracken et al., 1976 ; Jo et al., 2010 ; Son et al., 2011). 그리고 양식산 어류의 질병방제에 사용된 항생제는 어체로 이행되게 된다. 이로 인하여 최근, 항생제의 어체 내 잔류 가능성에 대한 소비자의 우려 증가로 양식산 어류가 외면당하는 경우가 많이 있다. 하지만, 이러한 의약품은 사용방법과 용량 및 출하 전 휴약기간 등을 준수하면 어체 내에서 소실되기 때문에 안전성을 확보할 수 있다(KFDA, 2009). 또한, 미승인 의약품의 사용은 송어 양식업계에 대한 소비자들의 신뢰를 떨어뜨린다. 따라서 소비자에게 위생적으로 안전한 송어의 고품질 안전식품으로서의 신뢰를 받기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 허용기준을 초과하는 항생제가 잔류한 식품을 인간이 섭취했을 경우, 항생제에 내성을 보이는 세균이 증가하여 더 많은 양의 항생제를 사용해야 하며 결과적으로는 어떤 항생제에도 죽지 않는 ‘슈퍼박테리아’가 출현할 수도 있다(Eom and Kim, 2008; Eom et al., 2011). 그렇게 되면, 플레밍에 의해 페니실린이 개발되기 이전의 시대로 다시 돌아갈 우려도 있다. 따라서 송어 양식

장에서 사용되고 있는 항생제들의 종류가 무엇인지, 대상 질병에 적절히 사용하고 있는지, 그리고 휴약 기간을 준수하고 있는지에 대한 모니터링이 필요하다. 현재, 송어양식장에서 사용하고 있는 항생제로는 옥시테트라사이클린과 옥소린산을 사용하고 있는 것으로 파악되고 있다. 그 외 송어의 질병 치료에 허가가 되어 있는 시플로프록사신의 경우 송어 양식장에서는 거의 사용되고 있지는 않지만 사람의 질병 치료에 사용되고 있으므로 시플로프록사신에 대한 내성균이 발생할 경우 사람의 질병치료에 심각한 문제를 가져올 수 있으므로 항생제에 대한 철저한 관리가 필요할 실정이다.

옥시테트라사이클린은 테트라사이클린계 항생물질에 속하며, 세균의 리보솜에서 단백질합성을 억제하는 작용을 갖는 광범위한 항생제이고 사료첨가제로 지정되어 있어 동물용 의약품으로서 각종 감염증의 예방과 치료에 널리 사용되고 있다. 비브리오감염증 등의 일반 세균성 감염질병에 유효하지만, 기준치 이상 잔류된 축수산물을 장기간 섭취할 경우에 항생제내성균이 발생하는 등 심각한 부작용이 생길 수 있고 수산용 항생제로서 가장 많이 사용되고 있는 것으로 알려져 있다(Ha et al., 2003 ; Lee et al., 2005a ; Shin et al., 2010).

옥소린산은 퀴놀론계 항생제로 광범위한 항균작용을 나타내며 일반 항균제에 내성을 지닌 병원균도 강한 항균 활성을 나타내기 때문에 옥시테트라사이클린 내성세균에도 효과적이다(Lee et al., 2005b). 비브리오감염증, 절창병, 지느러미적병, 아가미부식병 등의 치료에 사용에 되며 최근에 송어 양식장에서 세균성 감염증 치료에 빈번히 사용되고 있다. 옥소린산 또한 기준치 이상 잔류할 경우 항생제내성균의 발생과 같은 부작용이 생길 수 있으며, 시플로프록사신은 퀴놀론계 항생제로 옥소린산과 마찬가지로 광범위한 항균작용을 나타내며 일반 항균제에 내성을 지닌 병원균에도 강한 항균 활성을 나타낸다(Kim et al.

2006b). 그러나 사람에게 호흡기 감염, 귀·코·목구멍 감염, 패혈증 등 각종 감염에 대한 전문항생제로 사용되고 있어 양식장에서 잔류기준치 이상의 송어가 출하되어 유통될 경우 내성균의 발생할 수 있게 되고 이는 상기의 사람 질병 치료에 심각한 저해 요소가 될 수 있다고 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 송어 양식장에서의 항생제 사용, 휴약기간 준수여부 및 미승인 약품의 사용 등을 모니터링을 통한 관리시스템 도입에 기초적인 자료를 제공하고자 송어 양식에 많이 사용 되는 3종의 항생제(옥소린산, 옥시테트라사이클린, 시플로플록사신)와 금지 약물인 말라카이트그린에 대한 분석을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료

경기도 2곳, 강원도 12곳 및 경북지역 8곳의 양식장 총 22곳에서 사육되어 출하 무지개송어 (*Oncorhynchus mykiss*)를 샘플로 하였다. 여름철을 기준으로(7월, 8월)과 겨울철 기준으로(1월) 출하용 무지개 송어를 대상으로 하였다.

2. 분석방법

2.1 옥시테트라사이클린(oxytetracycline) 잔류량 모니터링

활어중의 옥시테트라사이클린의 분석은 식품공전 (KFDA, 2009)에 준하여 실시하였다. 즉, 탈피하여 필렛을 뜬 어육을 잘게 마쇄하고, 조제한 어육 10g에 0.5% disodium EDTA가 함유된 5% trichloroacetic acid를 40 ml 첨가하여 homogenizer (kinematica, model Polytron PT 3000)로 2분간 균질화 하였다. 균질액은 8,000 rpm에서 20분간 원심분리(Hanil, model Supra 21K)한 후 잔사를 제거한 상정액만을 취하여 분액여두로 옮긴 후 n-hexane : chloroform (9:1)용액 40 ml로 2회 세정하여 지질성분을 제거하였다. 지질이 제거된 추

출액은 감압농축기(EYELA, model N-2NW)로 40℃에서 3 ml정도 되게 농축하고, vacuum manifold (Supelco사)를 이용하여 Perkin Elmer Brownlee Choice C18 카트리지에 흡착시켰으며, 이 추출물을 흡착시킨 카트리지에 증류수(40 ml)로 세척한 후, methanol (40 ml)로 흡착물을 용출시켰다. Methanol 용출물은 감압 농축하여 건조시키고, 건조물을 acetonitrile과 증류수(3:7) 혼합액을 사용하여 2 ml로 정용하고, pore size 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 high performance liquid chromatography (HPLC)로 분석하였다. Perkin Elmer Brownlee Choice C18 카트리지 (Waters, vac 3 cc, 500 mg)는 시료를 흡착시키기 전에 methanol (20 ml), 증류수(20 ml), 5% EDTA 용액(10 ml)을 순차적으로 흘려 cartridge를 활성화시킨 후 사용하였다.

활어에서 옥시테트라사이클린을 분석하기 위한 HPLC는 Perkin Elmer Series 200으로 칼럼은 PerkinElmer Brownlee Choice C18 (4.6 mm × 150 mm × 5 μm)를 사용하여, 이동상으로 methanol : acetonitrile : 0.01 M oxalic acid (10:12:78)를 1 ml/min의 유속으로 흘려주었으며 100 μl의 시료를 투입하여 칼럼온도 30℃의 조건으로 UV 360 nm에서 분석하였다.

항생물질 분석에 사용된 옥시테트라사이클린의 표준품은 Sigma사(USA) 제품을 사용하였으며 실험에 사용된 acetonitrile, methanol 및 water는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였으며, oxalic acid는 Sigma사(USA) 제품을 사용하였다.

2.2 옥소린산(Oxolinic acid) 잔류량 모니터링

어류에 대한 옥소린산 분석은 식품위생법에 의한 식품공전(KFDA, 2009)에 준하여 실시하였다. 즉 탈피하여 필렛을 뜬 어육을 잘게 마쇄한 후, 마쇄육 10 g을 취하여 dichloromethane (40 ml)을 첨가하여 homogenizer로 2분간 균질화하였다. 균질액은 8,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 dichloromethane 층만을 취하여 농축수기로 옮기

고, 추출잔사는 같은 용매를 사용하여 재추출 하였다. 2회 추출한 추출액은 감압 농축기를 사용하여 35°C에서 1 ml로 농축시켰으며, 이 농축액에 0.1 N HCl 40 ml를 가하여 추출액을 산성화시킨 후, 분액여두에 옮기고, hexane (40 ml)으로 2회 세척하여 지질성분을 제거하였다. 지질을 제거한 추출액은 dichloromethane (40 ml)을 사용하여 2회 추출하고, 모아진 dichloro-methane층을 35°C에서 감압농축기에서 완전히 건조시켰다. 이 건조물은 옥소린산 분석시 HPLC에서 사용하는 이동상(methanol : acetonitrile : 0.01M oxalic acid; 1 : 3 : 6) 2 ml로 용해시킨 후 pore size 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다.

항균물질 분석에 사용된 옥소린산 표준품은 Sigma사(USA) 제품이였으며, acetonitrile 및 methanol 등의 유기용매는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였다.

2.3 퀴놀론(Quinolone)계인 항생물질 시플로플록사신(ciprofloxacin)잔류량 모니터링

활어로부터 시플로플록사신 추출은 시료어를 탈피하여 어육을 채취하고, 잘게 마쇄한 후 5 g을 취하여 이동상과 acetonitrile의 1:1 혼합액을 40 ml를 가하여 homogenizer (Polytron PT 3000)로 2분간 균질화한 다음, 단백질을 제거하기 위하여 80°C에서 10분간 증탕으로 가열하여 방냉하였다. 가열 추출액은 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 이 상등액에 hexane (50 ml)을 가하여 진탕한 후 원심분리 (3000 rpm, 5분)로 액층을 완전히 분리하였다. 하층액 (추출액)에 n-propanol 10 ml을 넣어 40°C에서 잔사만이 남을 때까지 감압농축기(EYELA N-2NW)로 건조 농축한 다음, 이 건조 물에 이동상 2.5 ml를 가하고 1분간 초음파 처리하여 충분히 용해시킨 후 0.2 μm membrane filter (PTFE, Millipore)로 여과한 후, 위에서와 같은 조건으로 HPLC로 분석하였다.

항생물질 분석에 사용된 fluoroquinolone계 항생물질인 시플로플록사신의 표준품은 모두 Sigma사(USA) 제품을 사용하였다. 그리고 실험에 사용된 acetonitrile, methanol, water, phosphoric acid 및 tetrahydrofuran 등의 유기용매는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였다.

2.4. 어육에서의 말라카이트그린 잔류 모니터링 시료를 아세트니트릴과 디클로로메탄으로 추출하고 감압농축한 후, 2,3-디클로로-5,6-디시아노-1,4-벤조퀴논(DDQ)을 이용하여 류코 말라카이트그린을 각각 말라카이트 그린으로 산화시키고 SPE (solid phase extraction) 칼럼으로 정제하여 HPLC UV/VIS 디텍트로 분석한다.

즉, 균질화한 시료 5 g을 50 ml 원심분리관에 취하고 5 mM p-톨루엔설폰산/0.1 M 암모늄아세테이트 완충용액 5 ml, 25% 염산수산화아민(HAH) 용액 1 ml 1M p-톨루엔설폰산(p-TSA)용액 100 μl를 넣어 30초간 강하게 균질화한다. 여기에 아세트니트릴 25 ml를 넣어 30초간 강하게 진탕하고 다시 알루미늄아 10 g을 넣어 15초간 강하게 진탕한후 0°C, 2,000 x g에서 5분간 원심분리하고, 상등액은 미리 물 50 ml와 디에틸렌글리콜 2 ml를 넣은 250 ml 분액깔대기에 옮긴다. 다시 아세트니트릴 25 ml를 넣어 1분간 강하게 진탕하고 0°C, 2,000 x g에서 5분간 원심분리한 후 상등액을 앞의 액과 합한다. 디클로로메탄 25 ml를 넣고 분액깔대기를 30초간 흔들어 섞은 후 정치하여 디클로로메탄층(아래층)을 취한다. 다시 디클로로메탄 25 ml를 넣어 이 과정을 한 번 반복하고 40°C 수욕 중에서 감압농축한 후 잔류물을 아세트니트릴 3 ml 녹이고 1 mM 2,3-디클로로-5,6-디시아노-1,4-벤조퀴논(DDQ)용액 3 ml를 넣어 30분간 반응시킨다. 알루미늄아 카트리지(충진제 1 g) 및 프로필설폰산(propylsulfonic acid, PRS) 카트리지(충진제 500 mg)를 미리 메탄올 5 ml와 아세트니트릴 5 ml로 활성화시키고, 프로필설폰산 카트리지에 아세트니트릴 5 ml를 넣은 후 알루미늄

나 카트리지를 그 위에 연결한다. 시료를 추출한 액과 추출액이 담겨 있던 플라스크에 아세트니트릴 5 ml로 2회 세척한 후 알루미늄 카트리지에 흡착시키고 감압하여 분당 4 ml로 용출하고 알루미늄 카트리지를 제거한다. 프로필설포산 카트리지를 아세트니트릴 5 ml로 세척하고 감압하여 건조시킨 후 15 ml 원심분리관에 이동상 A용액 4 ml로 용출한 액을 받아 이동상 A용액으로 5 ml 눈금에 맞춘 후 0.2 μm 멤브레인 필터로 여과하여 시험용액으로 한다.

III. 결 과

국내에서 사육되는 송어를 여름철(2008년 7월 29일 및 2009년 8월6일)과 겨울철(2008년 1월10일 및 2009년 1월 6일)을 기준으로 출하용 송어의 가식부를 채취하여 옥시테트라사이클린 (기준 테트라사이클린 총합으로 0.2 mg/kg 이하), 옥소린산 (기준 0.1 mg/kg 이하) 및 시플로플록사신 (엔로플록사신 및 시플로플록사신 총합으로 0.1 mg/kg 이하), 금지화합물인 말라카이트 그린에 대한 분석결과를 계절별로 구별하여 <Table 1>, <Table 2>에 나타내었다.

여름철 출하 송어의 경우 옥시테트라사이클린 잔류량을 조사한 결과 그 함량이 불검출~ 0.195 mg/kg 으로 12곳에서는 검출되지 않았으며 검출된 잔류양도 기준치 이하였다. 하지만, 일부 양식장의 경우에는 기준치에 육박하는 잔류량도 나타나고 있다. 이 등(2005a)이 보고한 어패류 중의 테트라사이클린계 항생제 잔류조사에서 옥시테트라사이클린이 넙치에서 불검출~2.17 mg/kg, 뱀장어에서 불검출~0.05 mg/kg 범위로 검출되고 있는 보고와 비교하면 이 기간에 조사된 송어양식장의 경우에는 기준치이하로 검출되어 출하 단계에서 관리가 이루어지고 있는 것으로 판단되었다.

옥소린산의 잔류량 조사의 경우에는 4곳에서만 검출되었고, 과도하게 검출된 한곳을 제외한 나

머지는 극미량으로 검출되고 있음을 알 수 있다. 시플로플록사신의 경우에도 2곳에서 검출되었으나 기준치 보다 훨씬 적은 극미량의 수준으로 검출되었다.

금지 약품으로 지정된 말라카이트그린의 경우에는 모든 시료에서 전혀 검출이 되지 않았다.

겨울철 송어 시료의 경우 옥시테트라사이클린 잔류량을 조사한 결과 그 함량이 불검출~0.190 mg/kg 으로 13곳에서는 검출되지 않았으며 일부에서는 기준치에 육박하는 잔류량도 있었지만 모두 기준치이하로 검출되어 출하 단계에서 관리가 이루어지고 있는 것으로 판단되었다. 옥소린산의 경우 조사 시료 21곳에서 불검출 되었으며, 1곳에서만 검출되었으나 극미량으로 검출되어 옥소린산의 사용 빈도는 매우 낮은 것으로 추정된다. 하지만, 시플로플록사신의 경우 22곳에서 모두 검출되었으나 잔류량이 0.001~0.045 mg/kg의 극미량 수준으로 식품위생상의 문제는 없는 것으로 판단되었다. 그리고, 금지 약품인 말라카이트그린의 경우에는 여름철 시료와 마찬가지로 모든 시료에서 검출이 되지 않았다.

이상의 기간에 수행된 잔류 항생제에 대한 평가 결과, 대상 양식장 22곳에 대한 여름철의 검출률은 옥시테트라사이클린이 45%, 옥소린산이 18%, 시플로플록사신이 9%의 검출률을 나타내었으며, 양식장 가운데 항생제가 검출되지 않은 양식장이 8곳이었으나 모두다 잔류 기준치 이하였다. 또한, 대상양식장 22곳에 대한 겨울철 검출률은 옥시테트라사이클린이 41%, 옥소린산이 4.5%, 시플로플록사신이 100% 검출 되어 대상 양식장 22곳 모두에서 항생제가 검출되었으며, 2종류 이상의 항생제를 사용한 곳도 9곳이나 되었다.

계절에 따른 항생제의 유의적인 차이는 확인되지 않았으나 겨울철 시료에서 더 높은 검출율이 조사되었다. 이러한 이유는 변온 동물인 어류에 있어 항생제 배설은 수온과 밀접한 관계 때문에 투여된 항생제의 잔류농도와 잔류기간에 크게 영향을 주는 것으로 보고되고 있으며 (McCracken

<Table 1> The residues of antibiotics and malachite green in cultured rainbow trout during summer season.(July 2008 and August 2009)

(Unit :mg/kg)

Aquaculture farm No.	Oxytetracycline	Oxolinic acid	Ciprofloxacin	Malachite green
1	0.195	N.D	N.D	N.D
2	N.D	N.D	N.D	N.D
3	N.D	N.D	N.D	N.D
4	0.015	N.D	N.D	N.D
5	N.D	N.D	N.D	N.D
6	N.D	0.043	N.D	N.D
7	N.D	N.D	N.D	N.D
8	N.D	0.031	N.D	N.D
9	N.D	N.D	N.D	N.D
10	N.D	N.D	N.D	N.D
11	N.D	N.D	N.D	N.D
12	N.D	0.063	N.D	N.D
13	N.D	N.D	N.D	N.D
14	0.160	N.D	N.D	N.D
15	0.080	N.D	N.D	N.D
16	0.081	N.D	N.D	N.D
17	0.074	N.D	N.D	N.D
18	0.111	N.D	N.D	N.D
19	0.111	N.D	N.D	N.D
20	0.135	N.D	0.099	N.D
21	N.D	N.D	0.099	N.D
22	0.157	3.220	N.D	N.D

N.D; not detected

et al., 1976; Jacobsen and Berglind, 1988), 그 이유로 온도가 낮을수록 체내의 효소 및 대사율의 감소로 체외로 배출이 늦어져지는 것으로 추정되고 있다(Fauconneau et al., 1983). 항생제의 축적 및 잔류농도는 시험시의 어종, 개체차, 수온, 환경 등에 영향을 따라 많이 다르겠지만 Kim et al.(2006a)에 따르면 양식넙치에서 fluoroquinolone 계 항생제 가운데 시플로플록사신과 엔로프로사신의 휴약기간에 따른 항생제 잔류량이 0.1 mg/Kg으로 감소되는 시기를 30일정도로 확인하고, 식품위생안전을 고려해서 60일 정도의 휴약기간을 제시하고 있으며, Lucchetti et al. (2004) 또한 비슷한 결과를 보고하였다.

따라서 22곳의 출하 송어의 항생제 잔류량을 평가한 결과 옥소린산이 기준보다 높게 검출된 한곳을 제외하고는 모두 기준치 이하로 평가되었으나, 여러 종류의 항생제가 사용되고 있으며 시기에 따라서는 22곳 전체에서 검출되는 등의 결과를 보였다. 이러한 결과를 통해 양식장에서 사용되는 항균제의 관리시스템을 지속적으로 관리하고 모니터링할 시스템이 필요함을 알 수 있었다. 따라서 식품위생학적인 측면에서 송어를 생산하기 위해서는 올바른 항생제의 사용과 철저한 휴약 기간의 지속적인 준수를 통하여 잔류 및 내성균의 출현을 방지하여 안전성을 확보하고 관리하여야 할 것으로 판단된다.

<Table 2> The residues of antibiotics and malachite green in cultured rainbow trout during winter season.(January 2008, 2009)

(unit :mg/kg)

Aquaculture farm No.	Oxytetracycline	Oxolinic acid	Ciprofloxacin	Malachite green
1	N.D	N.D	0.002	N.D
2	N.D	N.D	0.017	N.D
3	N.D	N.D	0.003	N.D
4	N.D	N.D	0.005	N.D
5	N.D	N.D	0.003	N.D
6	N.D	N.D	0.001	N.D
7	N.D	N.D	0.002	N.D
8	N.D	N.D	0.006	N.D
9	N.D	N.D	0.004	N.D
10	N.D	N.D	0.002	N.D
11	N.D	N.D	0.005	N.D
12	N.D	N.D	0.010	N.D
13	N.D	N.D	0.010	N.D
14	0.178	N.D	0.008	N.D
15	0.156	N.D	0.009	N.D
16	0.086	0.041	0.008	N.D
17	0.162	N.D	0.009	N.D
18	0.173	N.D	0.009	N.D
19	0.052	N.D	0.009	N.D
20	0.082	N.D	0.030	N.D
21	0.190	N.D	0.009	N.D
22	0.132	N.D	0.045	N.D

N.D; not detected

IV. 고 찰

양식 어류의 사료에다 질병의 예방이나 치료, 성장을 촉진 시킬 목적으로 사용되는 항생제의 사용량이 증가하고 있다. 그리고 양식산 어류의 질병방지에 사용된 항생제는 어체로 이행되게 된다. 이로 인하여 최근, 항생제의 어체 내 잔류 가능성에 대한 소비자의 우려 증가로 양식산 어류가 외면당하는 경우가 많이 있다. 하지만, 이러한 의약품은 사용방법과 용량 및 출하 전 휴약기간 등을 준수하면 어체 내에서 소실되기 때문에 안전성을 확보할 수 있다. 또한, 미승인 의약품의

사용은 송어 양식업계에 대한 소비자들의 신뢰를 떨어뜨리므로 소비자에게 위생적으로 안전한 송어의 고품질 안전식품으로서의 신뢰를 받기 위해서는 부단한 노력이 필요하다. 따라서, 송어 양식장에서 사용되고 있는 항생제들의 종류가 무엇인지, 대상 질병에 적절히 사용하고 있는지, 그리고 휴약 기간을 준수하고 있는지에 대한 모니터링이 필요하다. 본 연구 수행기간에 측정된 옥시테트라사이클린, 옥소린산, 시플로플록사신, 말라카이트그린에 대한 평가 결과 여름철에 기준치를 초과한 옥소린산이 검출된 한곳을 제외한 전체 시료에서 기준치 이하로 조사되었다. 하지만, 일

부 양식장의 경우에 항생제 잔류 기준치에는 미치지 못하지만 다소 높게 나온 곳도 있어 식품위생학적으로 안전한 양식어 생산에 대한 항생제 관리에 대한 시스템 도입은 매우 중요할 것으로 판단된다.

Reference

- Eom S. H. and Kim Y. M.(2008). Antibacterial activity of the Phaeophyta *Ecklonia stolonifera* on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, Fish. Aquat. Sci. 11(1), 1~6.
- Eom S. H. · Kang Y. M. · Park J. H. · Yu D. U. · Jeong E. T. · Lee M. S. and Kim Y. M.(2011). Enhancement of polyphenol content and antioxidant activity of brown alga *Eisenia bicyclis* extract by microbial fermentation, Fish. Aquat. Sci. 14(4), 192~197.
- Fauconneau B. · Choubert G. · Blanc D. · Breque J. and Luquet P.(1983). Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs through the gastrointestinal tract of rainbow trout, Aquaculture 34, 27~39.
- Ha, J. I. · Hong, K. S. · song, S. W. · Jung, S. C. · Min, Y. S. · Shin, H. C. · Lee, G. O. · Lim, K. J. and Park, J. M.(2003). Survey of antimicrobial agents used in livestock and Fishes, Kor. J. Vet. Health, 27(4) 20~217
- Jacobsen P. and Berglind L.(1988). Persistence of oxytetracycline in sediments from fish farms, Aquaculture 70, 365~379.
- Jo, M. R. · Park, K. · Lee, H. J. · Kim, J. H. · Lee, T. S. · Jung, S. H. · Lee, D. S. · Yoon, H. D. and Kim, P. H.(2010). Distribution of Fluoroquinolones in the Carp and Eel following their oral administration, J. Kor. Fish. Soc., 43(6), 623~628
- KFDA (Korea Food and Drug Administration) (2009). Food Code, Korea Food & Drug Administration, Seoul, Kor. Annex 7.8, 7.13~7.14.
- Kim, P. H. · Lee, H. J. · Jo, M. R. · Lee, T. S. and Ha, J. H.(2006a). Residual concentrations of Fluoroquinolones in Farmed Fish in the Southern coast of Korea, J. Kor. Fish. Soc., 39(2), 66~71
- Kim, P. H. · Lee, H. J. · Jo, M. R. · Lee, T. S. and Ha, J. H.(2006b). Withdrawal time of Enrofloxacin in Oliver Flounder after oral administration, J. Kor. Fish. Soc., 39(2), 72~77
- Lee, H. J. · Lee, T. S. · Son, K. T. · Kim, P. H. · Jo, M. R. · Park, M. J. and Yi, Y. H.(2005a), Analysis of tetracyclines using high-performance liquid chromatography for fishery products, J. Kor. Fish. Soc., 38(6), 372~378
- Lee, H. J. · Lee, T. S. · Son, K. T. · Kim, P. H. · Jo, M. R. · Park, M. J. and Yi, Y. H.(2005b). Analysis of oxolinic acid in fish products using HPLC, J. Kor. Fish. Soc., 38(6), 379~384
- Lucchetti D. · Fabrizi L. · Guandalini E. · Podesta E. · Marvasi L. · Zaghini A. and Coni E.(2004). Long depletion time of enrofloxacin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Antimicrob. Agent Chemother, 48, 3912~3917.
- McCracken AS, Fidgeon S., O'Brien JJ and Anderson D. (1976) An investigation of antibiotic and drug residues in fish, J. Applied Bacteriol 40, 61~66.
- Son, K. T. · Jo, M. R. · Oh, E. G. · Mor, J. S. · Kwon, J. Y. · Lee, T. S. · Song, K. C. · Kim, P. H. and Lee, H. J.(2011). Residues of Ampicillin and Amoxicillin in Olive Flounder *Paralichthys olivaceus* following oral administration, J. Kor. Fish. Soc., 44(5), 464~469
- Shim, K. B. · Mok, J. S. · Jo, M. R. · Kim, P. H. · Lee, T. S. · Kim, J. H. and Cho, Y. J.(2010). Residues of Antibiotics in wild and cultured fishes collector from coast of Korea, J. Kor. Fish. Soc., 43(1), 12~17
- The Korea Trout Culture Association(2005). The 40th anniversary collection of articles on trout culture in Korea. the Korea Fisheries Times Co. Ltd., Seoul, Korea, 54~59.

-
- 논문접수일 : 2013년 06월 24일
 - 심사완료일 : 1차 - 2013년 06월 28일
 - 게재확정일 : 2013년 07월 29일