

## 양식 뱀장어(*Anguilla japonica*)에서 florfenicol의 경구투여에 따른 잔류 연구

김아름 · 신동훈 · 배준성 · 이강욱 · 이채원 · 양찬영  
정은하 · 이지훈\* · 박수진\* · 박관하†

전라북도 군산시 대학로 558 군산대학교 해양과학대학 수산생명의학과  
\*부산광역시 영도구 해양로 337 국립수산물품질관리원

### Residue analysis of florfenicol in cultured eel *Anguilla japonica* following oral administration

A Reum Kim, Dong Hun Shin, Jun Sung Bae, Kang Uk Lee, Chae Won Lee,  
Chan Yeong Yang, Eun Ha Jeong, Ji-Hoon Lee\*, Su-Jin Bak\* and Kwan Ha Park†

Department of Aquatic Life Medicine, College of Ocean Science and Technology, Kunsan National  
University, Gunsan City, Jeonbuk, Republic of Korea

\*National Fishery Products Quality Management Service, 337 Haeyang-ro,  
Yeongdo-gu, Busan, Republic of Korea

Florfenicol (FF) is a member of chloramphenicol (CM) family member of antibiotics developed to take advantage of not causing aplastic anemia, the typical side effect of CM. Because FF is a safe veterinary drug it is also approved for clinical use for fish in Korea. The usage, dose and withdrawal period of FF in Korea are the same as in Japan, but the maximum residue limit (MRL) is set differently for eel, 0.2 mg/kg in Korea and 8.0 mg/kg in Japan. However, there is a lack of research on residue characteristics that meets domestic standards to support this claim. In this study, we conducted tests in order to set a drug withdrawal period in cultured eel *Anguilla japonica*. Following administrate of FF up to 20 mg/kg, twice the approved clinical dose of 10 mg/kg for 5-days, it is residual was evaluated. Trend. It was found that the previously set 7-day withdrawal period needs to be extended to approximately to 60 days. The results of this study were used as evidence for the recent year 2022 extension of the withdrawal period from 7 to 60 days.

**Key words:** florfenicol, *Anguilla japonica*, LC-MS/MS, residue study

## 서 론

현재 국내에서는 극동산 뱀장어(*Anguilla japonica*-

ica), 유럽산 뱀장어(*A. anguilla*) 및 북미산 뱀장어(*A. rostrata*)인 3종의 뱀장어를 담수에서 양식하며, 그중에서 가장 많이 양식되어지고 있는 뱀장어는 극동산 뱀장어(*A. japonica*)이다. 뱀장어는 국내 내수면어업 중 생산량의 상당 부분을 차지하며, 2015년 이후에는 약 9,000톤 이상의 생산량이 유지되어

†Corresponding author: Kwan Ha Park  
Tel: +82-63-469-1885, Fax: +82-63-463-9493  
E-mail: khpark@kunsan.ac.kr

지고 있다(MOF, 2021). 제한적인 공간에서 수산양식을 통한 생산량을 증가시키기 위하여 양식장에서는 집약적인 사육을 하는 실정이며, 고밀도로 양식을 진행하게 될 경우 사육환경의 악화가 질병으로 인한 어류의 폐사를 초래하게 된다. 이러한 경제적 손실을 최소화하기 위하여 불가피하게 항생제를 사용하게 되며, 이로 인하여 매년 수산용 항생제의 사용량 또한 증가하는 실정이다(Kim *et al.*, 2019).

Florfenicol (FF)은 chloramphenicol(CM)계의 항생제로, CM이 가진 대표적 부작용인 재생불량성 빈혈을 유발하지 않는 장점으로 활용하기 위해 개발되었다. FF은 그람음성(Gram negative) 및 그람양성(Gram positive) 박테리아 등 광범위한 항균효과를 가지며 주로 방어의 유결절증, 연쇄상구균증, 뱀장어의 애드워드병, 송어의 절창병, 비브리오병, 은어의 비브리오병 등의 치료에 효과적이다(Dowling, 2013; NIFS, 2022).

어류에게 의약품 투여할 때 정확한 용법을 지키지 않고 사용하면 양생생물의 안전성 및 수산식품의 위생학적 안전성에까지 심각한 문제를 초래하게 된다. 이를 방지하기 위하여 국제식품 규격 및 여러나라에서 식품에 대한 의약품 잔류허용기준을 설정하여 관리하고, 우리나라 또한 식품의약품안전처에서 수산물의 가식부 내 의약품 잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있다. 어류의 최대잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 잔류자료를 근거로 사람이 섭취하더라도 인체에 해를 끼치지 않는 수준으로 설정하고, 의약품 투여 후 가식부 내 잔류량이 MRL 이하로 배출될 때까지 필요한 기간을 휴약기간으로 정의하고 있다. 우리나라의 FF은 1일 어체중 kg당 10 mg으로 5일간 경구투여를 하도록 허가되어 있다. FF의 잔류물을 정의 할 때에는 FF과 대사산물인 florfenicol amine (FFA)의 잔류량을 합한 값으로 하여 MRL을 설정한다. 어류 및 갑각류에서의 MRL은 각각 0.2 mg/kg 및 0.1 mg/kg으로 설정하고 있으며(MFDS, 2022), 휴약기간은 방어 및 농어 5일, 뱀장어 7일, 송어 및 연어 14일로 설정되어 있었다.

FF에 대한 어류에서의 잔류 연구는 대서양연어(Horsberg *et al.*, 1996), 메기(Park *et al.*, 2006), 넙치

(Seo and Jung, 2013) 및 조피볼락(Seo and Jung, 2020) 등에 대하여 수행된 바 있었다. 특히하게도 FF의 경우 뱀장어에서의 용법, 용량 및 휴약기간이 우리나라와 일본의 설정이 동일하지만, MRL은 국내에서는 0.2 mg/kg로 설정되어있고, 일본에서는 8.0 mg/kg으로 상이하게 설정되어있다(MFDS, 2020). 과거에는 수산용의약품을 허가 받기 위하여 대부분을 외국의 각종 연구 자료를 토대로하여 MRL과 휴약기간을 설정하였다. FF 사례의 경우는 국내 기준에 맞는 FF의 잔류연구가 필요한 실정이다. 하지만 이를 뒷받침할 국내연구가 없어 본 연구를 통하여 FF의 뱀장어에서 올바른 사용을 통해 식품 안전성과 기초자료를 확보하기 위한 목적으로 잔류경향의 평가 및 휴약기간의 재설정을 위하여 수행하였다. 본 논문을 통해 분석한 자료에 기반하여 뱀장어에서의 FF 휴약기간을 최근 60일로 재설정하게 된 중요한 의의를 찾을 수 있을 것이다(NFQS, 2022).

## 재료 및 방법

### 사용 시약

뱀장어에 투여한 FF은 상용화된 제제(아쿠아콜 100액, Samyang Anipharm사, Seoul, Kor)를 사용하였다. 분석에 사용한 FF 및 FFA의 표준물질은 Kemidas사(Kemidas, Gunpo, Kor)에서 구입하여 사용하였다. HPLC-MS/MS에 사용된 water, acetonitrile (ACN) 및 methanol은 J.T. Baker사(Phillipsburg, NJ, USA)의 HPLC급 시약을 사용하였다. 또한 ammonium hydroxide (ammonia water), formic acid 및 MgSO<sub>4</sub>는 Sigma사(St. Louis, MO, USA), Pressure swing adsorption (PSA) 및 C<sub>18</sub>은 Thermo Fisher Scientific사(Waltham, MA, USA)의 시약을 각각 사용하였다.

### 시험어 및 시험조건

FF 투여에 따른 잔류성을 평가하기 위해 최근 3개월간 FF 투여 이력이 없는 고창의 양식장에서 평균 150 g의 건강한 뱀장어를 입수하여 600 L의 순환여과식 수조에서 2주간 순치시킨 후 시험에 사용하였다. 수온에 따른 FF 및 대사물질인 FFA의

잔류량을 평가하기 위하여 각 군당 100마리씩 총 4군으로 나누어 시험을 진행하였다. 투여 용량은 현재 사용하고 있는 임상 용량(10 mg/kg b.w.) 및 2배용량(20 mg/kg b.w.)이 되도록 설정하였고, 각각 수온은  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ (비교수온) 및  $28 \pm 3^\circ\text{C}$ (적정수온)으로 설정하여 시험을 수행하였다. 시험 기간 동안 pH는 7-8을 유지하며 지속적으로 폭기하였다.

#### Florfenicol 경구투여 및 시료 채취

시험물질은 삼양 에니팜사의 FF 상용 제품인 아쿠아콜 100액(역가 10 g)을 멸균생리식염수를 사용해 0.15 mL 투여 시 10 mg/kg 및 20 mg/kg이 되도록 희석하여 사용하였다. 투여 직전 MS-222(Sigma 사, MO, USA)를 100 mg/L로 시험어를 마취하고, 경구용 feeding needle (rat size, Jaesae Yang Heng, 서울)을 1 ml 멸균 주사기에 연결하여 위내에 강제로 투여 후 10분간 관찰하였으며 약물을 토출하는 어류는 시험에서 제외하였다. 5일간 매일 10시경에 1일 1회 반복 투여하였으며, FF 투여가 종료된 날을 0일로 설정하여 3, 7, 20, 26, 35 및 60일마다 MS-222를 이용해 마취시킨 후 15마리씩 피부를 포함한 근육을 채취하였다(Table 1). 채취한 시료는  $-80^\circ\text{C}$ 에 보관하고 HPLC-MS/MS 분석에 사용하였다.

#### Florfenicol의 조직표준곡선 작성

표준원액의 경우 FF 및 FFA의 표준물질을 정밀히 달아 ACN에 녹여 100 mg/L가 되도록 조제하여 사용하였다. FF 및 FFA의 잔류량은 조직표준곡선(tissue standard curve)을 작성하여 정량하였다. 즉, FF 및 FFA의 표준원액을 5, 10, 20, 50, 100 및 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  농도가 되도록 단계희석 후 음성시료(FF 및 FFA이 들어있지 않은 것으로 확인된 시료)에 첨가하였다. 이후 전처리 과정을 거쳐 시험용액을 HPLC-

MS/MS로 분석하여 도출된 피크의 면적값으로 표준곡선을 작성하였다.

#### 시험용액의 조제

시료의 전처리 방법은 식품의약품안전처의 ‘식품의 기준 및 규격(제2022-7호)’를 적용하여 수행하였다(MFDS, 2022). 즉, 균질화한 검체 2 g을 정밀히 달아 50 mL 폴리프로필렌 원심분리관에 취하였다. ACN 10 mL와 ammonia water 100  $\mu\text{L}$ 를 가하여 10분간 진탕한 후  $4,700 \times \text{g}$ ,  $4^\circ\text{C}$ 에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 상층액을 모두 취하여 150 mg PSA, 150 mg  $\text{C}_{18}$  및 900 mg  $\text{MgSO}_4$ 가 담겨진 50 mL 원심분리관에 옮기고 1분간 진탕한 후  $4,700 \times \text{g}$ ,  $4^\circ\text{C}$ 에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 상층액 중 5 mL를 취하여  $40^\circ\text{C}$  수용액상에서 gas blow로 농축하였다. 잔류물에 ACN/water (30/70, v/v) 1 mL를 가하여 재용해하고, 멤브레인 필터(PTFE, 0.2  $\mu\text{m}$ , Advantec, Chiyoda, Japan)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

#### HPLC-MS/MS 분석 조건

FF 및 FFA 분석에 사용된 기기는 액체크로마토그래피(QSight™ LX-50, PerkinElmer, Waltham, MA, USA)를 사용하였으며 질량분석기(QSight 420 MassSpec, PerkinElmer)를 검출기로 사용하였다. 컬럼은 2.1 mm  $\times$  150 mm  $\times$  3.5  $\mu\text{m}$   $\text{C}_{18}$ (Brownlee SPP  $\text{C}_{18}$ , PerkinElmer) 역상컬럼을 사용하였으며 컬럼 온도는  $40^\circ\text{C}$ 를 유지하였다. 이동상은 0.1% formic acid ( $\text{H}_2\text{O}$  용액, A)와 0.1% formic acid (methanol 용액, B)를 사용하였으며 유속은 0.25 mL/minute, 시험용액의 주입량은 5  $\mu\text{L}$ 로 하였다. 질량분석기의 이온화 방법은 전기분무이온화방법(electro-spray ionization, ESI)을 사용하였다. FF는 음이온 모드(negative ion electrospray), FFA는 양이온 모드

Table 1. Experimental groups setting and sampling times

Temperature	Dose	Sampling (n=15)
$20 \pm 3^\circ\text{C}$	10 mg/kg b.w.	3, 7, 20, 26, 35 and 60 days after oral administration
	20 mg/kg b.w.	
$28 \pm 3^\circ\text{C}$	10 mg/kg b.w.	
	20 mg/kg b.w.	

Table 2. Analytical conditions of HPLC-MS/MS for florfenicol (FF) and florfenicol amine (FFA)

Parameter	Conditions		
HPLC	QSight™ LX-50		
Mass Spectrometry	QSight 420 MassSpec		
Column	2.1 mm × 150 mm, 3.5 μm C <sub>18</sub> (Brownlee SPP C <sub>18</sub> )		
Column temperature	40°C		
Injection volume	5 μL		
Flow rate	0.25 mL/minute		
Mobile phase	A, 0.1% formic acid in water B, 0.1% formic acid in methanol		
	Time (min)	Composition	
		A (%)	B (%)
Gradient	1.0	90	10
	3.0	10	90
	5.0	10	90
	5.1	90	10
	10.0	90	10
Ionization	Florfenicol (FF) : negative(-) ion electrospray Florfenicol amine (FFA) : positive(+) ion electrospray		
	Multiple reaction monitoring (MRM) mode		
	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Collision energy (eV)
Florfenicol	356	336	10
		185	16
		152	19
Florfenicol amine	248	230	11
		130	21
		91	48

(positive ion electrospray)로 full scan을 통해 질량 스펙트럼을 얻은 후 물질의 선구이온(precursor ion)을 선택하였다. Table 2에서 분석조건을 상술하였다.

#### Data의 표현 및 휴약기간 도출

시험에서 얻어진 data는 평균값과 표준편차를 이용하여 표현하였다. 휴약기간은 어류에서의 MRL인 0.2 mg/kg florfenicol, florfenicol amine의 합, MFDS, 2022)을 적용하여 Withdrawal time calculation program (WT1.4 version, Hekman, 2004)으로 휴약기간을 계산하였다.

## 결과 및 고찰

### 사용한 분석법의 선택성 및 직선성

Fig. 1에서는 현재의 분석에 사용된 HPLC-MS/MS법의 선택적 및 직선성을 보여준다. 음성시료에 FF 및 FFA의 표준물질을 가하고 분석을 수행하였을 때 5 μg/kg의 수준에서 background와 구별되는 분명한 peak를 얻을 수 있었다(Fig. 1A, Fig. 1B). 또한 조직에 FF 및 FFA를 가해 얻어진 곡선(tissue standard curve)은 FF의 상관계수( $r^2$ )가 0.9820, FFA은  $r^2$ 이 0.9920의 수치를 보여 Codex guideline에서 권장하는 수준에 적합함을 확인하였다(Fig. 1C, Fig. 1D).

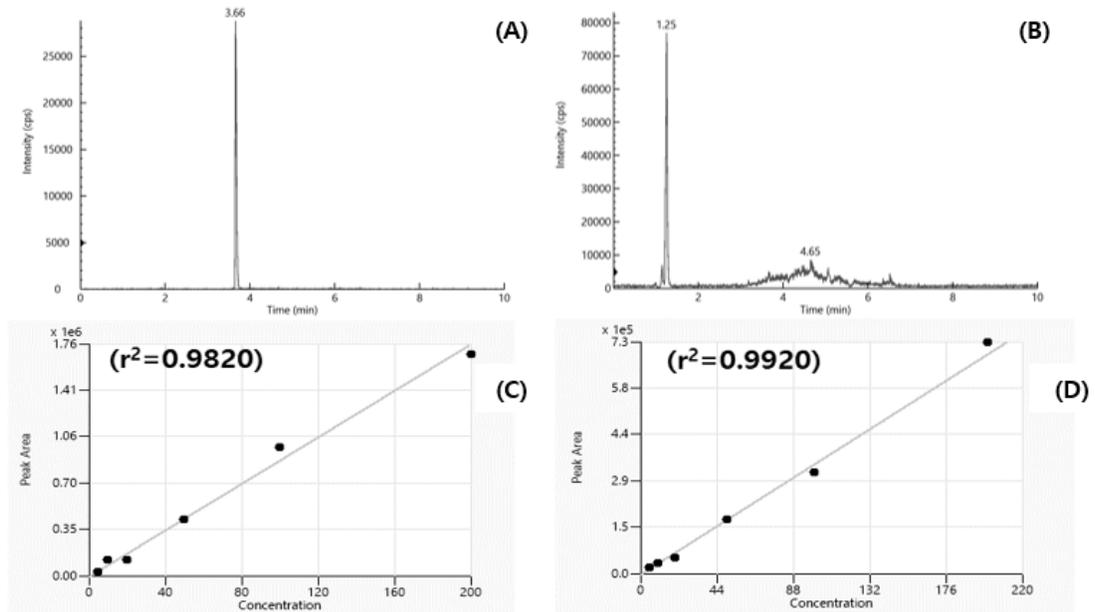


Fig. 1. Chromatogram of eel muscle spiked with (A) florfenicol; (B) florfenicol amine at 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Tissue standard curve of (C) florfenicol; (D) florfenicol amine.

뱀장어에 대한 FF의 회수율을 조사한 결과 5 및 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에 대하여 95.4% 및 84.6%로 측정되었으며, FFA은 5 및 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에 대하여 100.9% 및 89.3%로 측정되었다. 어류 가식부에서의 잔류연구는 부족한 실정이기에 약동학적 자료를 통해 혈액에서의 FF 회수율을 측정된 국내 선행 연구에 따르면 넙치에서 회수율은 89.21-95.01%로 보고되었고 (Seo and Jung, 2013), 조피볼락에 대한 회수율은 73.07-92.11%로 보고되어있다(Seo and Jung, 2020). 뱀장어에서의 FF 회수율은 84.6-95.4%로 이전 연구자들과 비교 시 유사한 경향을 나타내었다.

#### Florfenicol (FF) 및 florfenicol amine (FFA)의 잔류량 평가 및 휴약기간 도출

일반적으로 변온동물인 어류는 수온이 하강할 시 대사 및 배설기능이 저하되는 것으로 알려져 있으며, Ellis *et al.* (1978)에 따르면 수온 1°C가 증가할 때 어류의 대사 및 배설률이 10% 증가한다고 보고하였다. 통상적으로 휴약기간을 설정할 때 어류에서 속도가 느릴 것으로 예상되는 배설시나리오를 고려하여 최장의 휴약기간이 적용되어야 한

다. 우리나라의 경우에도 수산물의 가식부 내 의약품 잔류허용기준을 설정하여 휴약기간을 관리하고 있다.

본 시험은 국립수산물품질관리원에서 고시한 잔류시험지침에 따라 뱀장어 시험수온인  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  및  $28 \pm 3^\circ\text{C}$  설정해 주었고, FF의 허가된 투여용량인 10  $\text{mg}/\text{kg}$ 과 2배 용량인 20  $\text{mg}/\text{kg}$ 으로 설정해 주었다(NFQS, 2021). 시험물질을 투여한 시험군 모두 어류에게 사용 허가된 FF 용법인 5일동안 매일 1회 같은 시간에 반복투여하였고, 각각의 수온과 투여용량만 달리하였다.

FF은 의약품 중 높은 생체이용율을 보여주는 대표적인 물질로 체내에서 대사되면 FFA이 생성되는데, 이 FFA이 근육 내에서 오래 잔류한다고 알려져있다(Horsberg *et al.*, 1994). 시험 결과에서도 마찬가지로 FF은 체내에서 빠르게 대사되어 모든 시험군에서 투여종료 이후 잔류량이 급격히 줄었다(Fig. 2A, Fig. 2D). 가장 많은 잔류량을 나타낸 20°C, 20  $\text{mg}/\text{kg}$  투여군에서 3일 잔류량이  $0.057 \pm 0.062 \text{ mg}/\text{kg}$ 로 낮은 수준의 잔류량을 보여주었다. 그에 반해 FF의 대사산물인 FFA은 상당한 양이

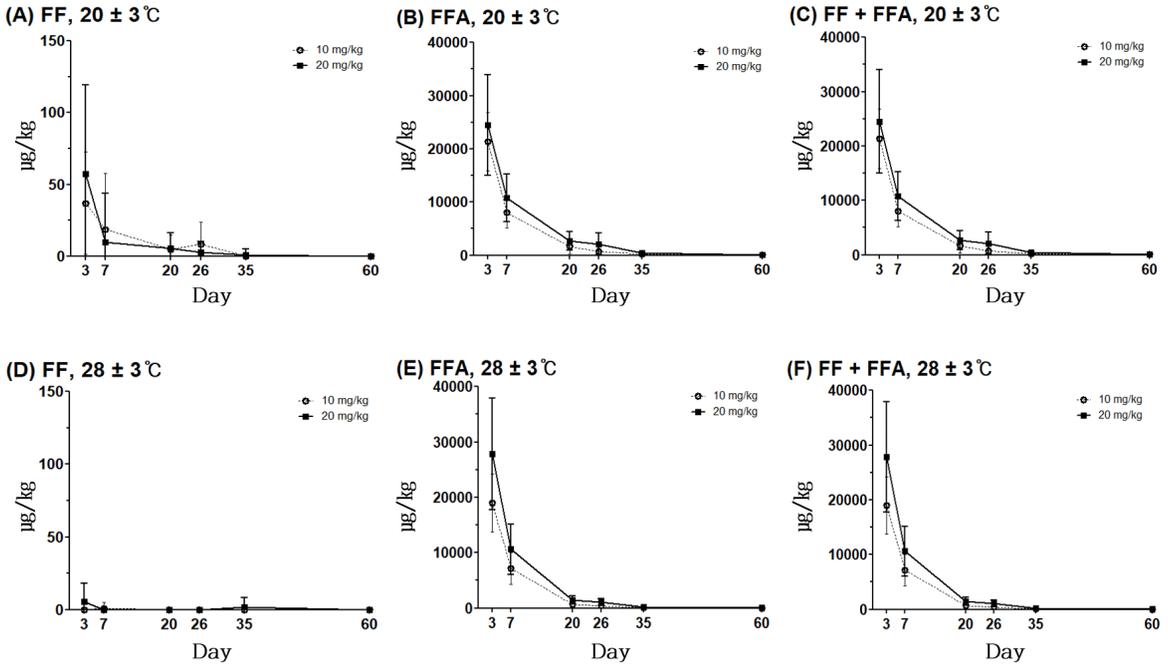


Fig. 2. Residual concentrations of (A) florfenicol,  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  (B) florfenicol amine,  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  (C) florfenicol + florfenicol amine,  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  (D) florfenicol,  $28 \pm 3^\circ\text{C}$  (E) florfenicol amine,  $28 \pm 3^\circ\text{C}$  (F) florfenicol + florfenicol amine,  $28 \pm 3^\circ\text{C}$ .

생성되어 오랜기간 뱀장어 근육에 잔류해 있었다 (Fig. 2B, Fig. 2E). FF 및 FFA의 잔류량을 평가한 뒤 휴약기간을 도출하기 위해서는 각각의 값을 합하여야 한다. 그 결과 FF의 휴약기간 도출은 FFA 잔류량에 크게 의존하였다(Fig. 2C, Fig. 2F). 비교적 FF의 대사가 느렸던  $20^\circ\text{C}$ 에서 20 mg/kg 투여군의 FFA의 3일 잔류량은  $24.453 \pm 9.478$  mg/kg이고, FF과 FFA의 합은  $24.510 \pm 9.479$  mg/kg으로 명확한 차이를 보이지 않았다.

WT1.4 program을 이용하여 휴약기간을 도출할 때는 전 개체가 MRL 이하로 잔류하며 식품으로서 안전성이 확보되는 기간으로 도출된다. 그리하여 수온 및 농도별로 도출된 휴약기간은 MRL 이하로 잔류하는 기간보다 더 길게 설정되어있다. 비교수온인  $20^\circ\text{C}$ 에서 10 및 20 mg/kg의 농도로 경구투여 하였을 경우 60일 및 64일로 도출되었고(Fig. 3A, Fig. 3B), 적정수온인  $28^\circ\text{C}$ 에서는 44일 및 49일로 (Fig. 3C, Fig. 3D) 두 수온 모두 투여 용량이 증가하여도 휴약기간의 큰 증가는 없는 것으로 나타났다. 하지만 두 수온에서의 휴약기간의 차이는 크게 나

타나 저수온 환경에서 더 오래 잔류함을 알 수 있었다.

Lin *et al.* (2013)은 FF의 배설 속도가  $20^\circ\text{C}$ 에 비해  $28^\circ\text{C}$  높다는 것을 보여주었다. 일반적으로 변온동물인 어류는 수온이 하강할 때 대사 및 배설기능이 저하되는 것으로 알려져 있으며, Ellis *et al.* (1978)에 따르면 수온  $1^\circ\text{C}$ 가 증가할 때 어류의 대사 및 배설율이 10% 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서도 낮은 수온에서 보다 긴 휴약기간이 도출되었으며, 통상적으로 휴약기간을 설정할 때 어류에서 속도가 느릴 것으로 예상되는 배설시나리오를 고려하여 최장의 휴약기간이 적용되어야 한다. 시험 결과를 바탕으로 현재 우리나라에서 설정된 FF의 용법 및 용량을 토대로 하였을 때에는 뱀장어에서는 기존의 7일보다 더 긴 60일의 휴약기간이 적합한 것으로 판단된다.

과거 휴약기간을 설정하기 위한 잔류 연구는 외국 연구자료를 주로 인용해왔었다. 하지만 현재까지 이를 뒷받침하기 위한 국내연구는 부족한 실정이다. 현재 우리나라는 수산용의약품의 허용물

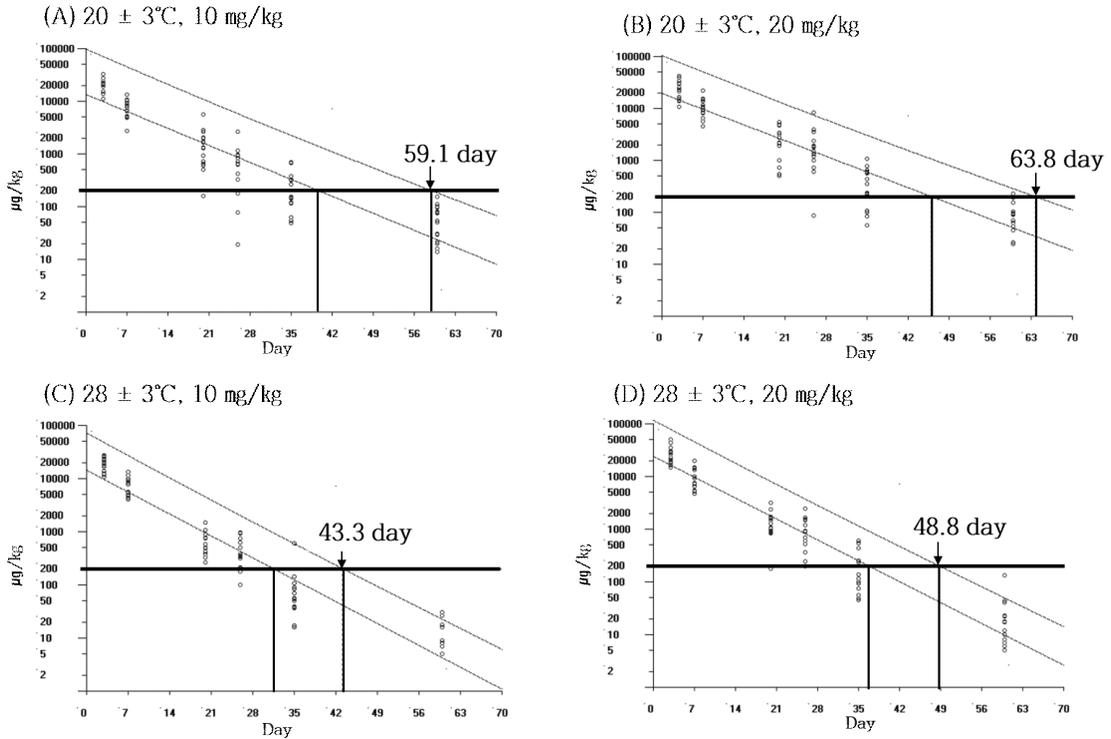


Fig. 3. Withdrawal periods of florfenicol at different temperatures and doses.

질 목록 관리 제도(Positive List System, PLS) 도입을 위해 국내 기준과 어종에 맞는 잔류량 평가 및 휴약기간의 재설정 연구가 많이 이루어지고 있는 추세이다. 또한 Lin *et al.* (2012)은 *A. japonica*에서 단회로 FF를 투여하였을 때 혈장에서 *A. anguilla*보다 더 느리게 흡수 및 제거된다고 보고하였다. 이는 뱀장어에서도 종에 따라 FF의 생체이용률의 차이가 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 이를 통해

국내 기준과 어종에 맞는 잔류량 평가 및 휴약기간의 재설정 연구의 필요성을 확인할 수 있다.

FF의 잔류허용기준은 나라별로 상당한 차이가 있다. 미국, 유럽 및 일본의 경우 뱀장어에서의 잔류허용기준이 1.0 mg/kg, 1.0 mg/kg 및 8.0 mg/kg으로 설정되어있는데, 특이하게 일본의 경우엔 우리나라와 FF에 대한 용법 및 용량이 동일하지만 잔류허용기준이 다르다(MFDS, 2020, Table 3). 이를

Table 3. MRL values of florfenicol for fish meat in different countries

Country	MRL values	Fish species	concentration
Korea	0.2 mg/kg	All fishes	10 mg/kg (5 days)
USA	1.0 mg/kg	Catfish	10-15 mg/kg (10 days)
		Salmon	
EU	1.0 mg/kg	Freshwater fishes	10 mg/kg (10 days)
		All fishes	
Japan	1.0 mg/kg	Salmon	10 mg/kg (5 days)
	8.0 mg/kg	Eel	
	0.3 mg/kg	Bass	
	1.0 mg/kg	Other fishes	

바탕으로 우리나라에서의 잔류허용기준인 0.2 mg/kg이 적절한 것인가도 재고려해 볼 필요가 있다고 사료된다.

뱀장어 생산량이 증가함에 따라 발생하는 질병에 대한 항생제의 사용이 증가하고 있다. 안전한 항생제 사용을 위해서는 적합한 잔류허용기준과 휴약기간을 설정해야한다. 본 연구에서는 일본과 동일한 용법, 용량 및 휴약기간을 가지지만 잔류허용기준이 상이한 FF에 대해 뱀장어에서의 잔류경향 평가 및 휴약기간의 재설정을 하였다. 실제로 얻어진 결과를 바탕으로 뱀장어에서의 FF 휴약기간이 60일로 재설정하게 되었다(NFQS, 2022). 본 연구는 뱀장어에서의 FF에 대한 잔류량 평가 및 휴약기간 재설정의 참고자료를 제공하고자 하였고, 도출된 결과를 통하여 국내 기준에 맞는 어종별 잔류연구의 필요성을 보여주었다.

## 초 록

Florfenicol (FF)은 chloramphenicol(CM)계의 항생제로 CM의 대표적 부작용인 재생불량성 빈혈을 유발하지 않는 장점을 활용하기 위해 개발되었다. FF은 세계적으로 안전하게 사용중인 동물용의약품 중 하나로 우리나라도 어류에게 임상적으로 사용이 허가된 항생제이다. 우리나라의 FF의 용법, 용량 및 휴약기간은 일본과 설정이 동일하다 하지만 최대잔류허용기준(maximum residue limit, MRL)은 0.2 mg/kg과 8.0 mg/kg으로 상이하게 설정되어있다. 하지만 이를 뒷받침할 국내 기준에 맞는 잔류량 특성 연구가 미비한 실정이다. 본 연구는 식품안전을 목적으로 휴약기간을 설정하기 위하여 농림축산검역본부에서 고시한 동물용의약품 잔류성 시험지침에 따라 시험을 진행하였으며, 양식 뱀장어인 *Anguilla japonica*에서 FF의 잔류양상을 분석하였다. FF을 5일간 반복투여 방법으로 승인된 임상 용량인 10 mg/kg과 2배인 20 mg/kg까지 투여하였으며, 잔류경향을 평가한 결과 이전에 설정되어있던 7일의 휴약기간을 약 60일로 연장할 필요가 있는 것으로 밝혀졌다. 이 연구의 결과는 이전에 7일이었던 휴약기간을 최근(2022년) 60일로 연장하는데 근거자료로 활용된 바 있다.

## References

- Dowling P.M.: Chloramphenicol, thiamphenicol, and florfenicol. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine*, 269-277, 2013.
- Ellis, A.E.: The anatomy and physiology of teleosts. *Fish pathology*, 13-54, 1978.
- Horsberg T.E., Martinsen, B. and Varma, K.J.: The disposition of <sup>14</sup>C-florfenicol in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 122(2-3): 97-106, 1994.
- Horsberg T.E., Hoff K.A. and Nordmo R.: Pharmacokinetics of florfenicol and its metabolite florfenicol amine in atlantic Salmon. *Journal of Aquatic Animal Health*, 8(4): 292-301, 1996.
- Kim Y.J., Seo J.S., Park J.O., Jeong A.R. and Lee J.H.: Monitoring of aquatic medicine managements in South Korea. *Journal of Fish Pathology*, 32(1): 37-43, 2019.
- Lin, M., Fan, H., Chen, Z. and Yao, Z.: Pharmacokinetics of florfenicol in Japanese eel (*Anguilla japonica*) after a single oral dose. *International Symposium on Information Technologies in Medicine and Education*, Vol. 2, 813-815, 2012.
- Lin, M., Chen, Z., Ji, R., Yang, X. and Wang, J.: Comparative pharmacokinetics of florfenicol in Japanese eels at different temperature. *Journal of Shanghai Ocean University*, 22(2): 225-231, 2013.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety) : Food code. <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=florfenicol&itemCode=FC0A074001002A169>
- MFDS (Ministry of food and drug safety): MINISTRY OF FOOD AND DRUG SAFETY, pp. 189, pp. 274, pp. 352, pp. 483, Korea, 2020.
- MOF (Ministry of Oceans and Fisheries) : 내수면어업 주요 품종별·연도별 생산량. <https://www.mof.go.kr/statPortal/cate/partStat.do>
- NFQS (National Fishery Products Quality Management Service): *Aquatic Medicine Catalog*, pp. 53-68, Korea, 2022.
- NIFS (National Institute of Fisheries Science): Antibiotics for fish. [https://www.nifs.go.kr/page?id=antibiotics\\_1\\_05](https://www.nifs.go.kr/page?id=antibiotics_1_05), 2022.
- Park B.K., Lim J.H., Kim M.S. and Yun H.I.: Pharmacokinetics of florfenicol and its metabolite, florfenicol amine, in the Korean catfish (*Silurus asotus*). *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 29(1): 37-40, 2006.
- Seo J.S and Jung S.H.: Antimicrobial activity of florfenicol against fish pathogenic bacteria and pharmacoki-

netics in blood of cultured olive flounder by oral administration. Journal of Fishries and Marine Sciences, 25(5): 1079-1087, 2013.

Seo J.S and Jung S.H.: Pharmacokinetics of florfenicol

in blood of the culture korean rockfish following single oral administration. Journal of Fishries and Marine Sciences, 32(3): 694-700, 2020.

---

Manuscript Received : Apr 27, 2023

Revised : May 25, 2023

Accepted : Jun 01, 2023