pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 40, No. 2, pp. 131~138 (2025)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2025.40.2.131

**Journal of Food Hygiene and Safety**
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

# 인천광역시 유통 수산물의 잔류 동물용의약품 실태조사

**박병규*** · **노규유** · **한현호** · **정승혜** · **장진섭**
인천광역시 보건환경연구원 남촌농수산물검사소

# Monitoring of Veterinary Drug Residues in Fishery Products Distributed Inncheon

Byung-Kyu Park*, Gyuyou Noh, Hyunho Han, Seunghye Jung, Jin-Seob Jang
*Namchon Agricultural and Fishery Products Inspection Center,*
*Incheon Metropolitan City Institute of Public Health and Environment, Incheon, Korea*

(Received Januanry 20, 2025/Revised April 7, 2025/Accepted April 7, 2025)

**ABSTRACT -** This study was conducted to investigate veterinary drug residues in 107 fishery products between 2023 and 2024 in Incheon. Veterinary drug residues in the samples were analyzed following the multi-residue method in the Korean Food Code and liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS). The correlation coefficient for the calibration curve was 0.9910-0.9998, the limit of detection (LOD) was 0.001-0.016 mg/kg, the limit of quantification (LOQ) was 0.003-0.047 mg/kg, and the recovery was 81.5-103.5%. According to the monitoring of veterinary drugs, 21 of 107 samples (19.6%) contained veterinary drug residues, and 4 samples (3.7%) exceeded the maximum residue limit (MRL). Veterinary drug residues were found in common eel, halibut, rockfish, ridged-eye flounder, sea bass, and sea bream. The most frequently detected veterinary drugs were oxytetracycline, amoxicillin, enrofloxacin, and trimethoprim. Amoxicillin, benzylpenicillin, and oxytetracycline exceeded the MRL in the halibut samples. Veterinary drugs were either not detected in most samples or were found at levels below the MRL, and were therefore considered safe. Monitoring veterinary drug residues in fishery products is expected to improve consumer safety by blocking the distribution of fishery products that exceed the MRLs.

**Key words:** Fishery products, Veterinary drug residues, Incheon

수산물은 바다 등의 물속에서 생산되는 어류, 연체류, 갑각류, 해조류 등 인간이 먹을 수 있는 동식물을 말한다. 국민소득의 향상과 건강에 대한 사회 전반의 관심이 높아지고 건강식품으로서 소비자의 선호도가 높아지며 수산물 소비가 증가하고 있다. 또한, 수산물의 생산 비중이 어획에서 양식으로 점차 변화하면서 수산물의 소비량을 증가시키는 역할을 하고 있다. 세계적으로 1인당 수산물의 소비량은 1960년대 평균 9.9 kg에서 2013년 19.7 kg으로 증가하였고[1] 국내에서도 수산물에 대한 소비자 선호도는 지속적으로 증가하여 1인당 수산물 소비량은 2013년 54.5 kg에서 2022년 63.3 kg으로 증가하였다[2]. 우리나라의 어업생산량은 2014년 3,305천 톤에서 2023년 3,678천 톤으로 증가하였으며 같은 기간 양식어류량은 396,225천 마리에서 476,801천 마리로 증가하였다[3].

동물용의약품이란 농림축산식품부령 「동물용의약품 등 취급규칙」[4]에서 '동물용으로만 사용함을 목적으로 하는 의약품을 말하며 양봉용·양잠용·수산용 및 애완용(관상어 포함) 의약품을 포함한다'라고 정의하고 있다. 동물용의약품은 가축, 어류 등의 대량 생산시 질병의 예방과 치료, 질병의 유입과 확산 방지, 신규 질병의 발생 빈도 증가 등으로 사용이 꾸준히 증가하고 있는 실정이다. 동물용의약품은 휴약기간을 지키지 않고 무분별하게 남용하여 사용하면 육류 및 어류의 체내에 이행 잔류하여 최종 소비자인 인간에게 유해 작용을 일으킬 우려가 있으므로 양축농가, 양어장 및 일반소비자에 이르기까지 큰 관심의 대상이 되고 있다[5-7]. 잔류허용기준치를 초과한 축·수산물을 지속적으로 섭취할 경우 체내 간장, 신장 등 장기의

*Correspondence to: Byung-Kyu Park, Namchon Agricultural and Fishery Products Inspection Center, Incheon 22342, Korea
Tel: +82-32-440-5564, Fax: +82-32-440-8801
E-mail: iampbk@korea.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution,and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기능장애, 발육저하, 독성발현, 내성균 출현 같은 유해 작용을 유발할 수 있다[8,9]. 따라서, 동물용의약품 사용량을 줄이기 위해 EU는 2006년부터 항생물질의 사료첨가제 사용을 전면 금지하고 치료용으로만 사용하고 있으며 국내에서는 2011년부터 배합사료 항생물질 첨가 금지정책을 시행하여 항생물질 사용량이 점차 감소하고 있지만 여전히 외국과 비교하여 많은 양이 사용되고 있는 실정이다[10]. 동물용의약품의 잔류 위해성 때문에 유럽연합(European Union, EU), 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission, CAC), 미국, 일본 등 대부분 국가에서 수산물 제품에 대해 잔류허용기준(maximum residue limits, MRLs)을 설정하고 지속적인 모니터링을 통해 동물용의용품 잔류량을 효율적으로 관리하고 있다. 우리나라는 식품의약품안전처에서 동물용의약품 잔류물질허용기준을 설정하여 관리하고 있으며 수산물에는 2024년부터 허용물질목록 관리제도(Positive List System, PLS)을 도입하고 항균제, 구충제, 성장보조제 등 157종의 물질을 관리하고 있다. 국내 유통 수산물의 동물용의약품 잔류실태조사에 따르면[11] 2013년 22건, 2014년 45건, 2015년 2건, 2016년 12건으로 2016년부터 부적합이 다시 증가하고 있는 실정이며 PLS 제도가 시행됨에 따라 부적합 발생은 더욱 늘어날 것으로 보인다. 동물용의약품의 잔류 위해성, 용법, 용량 및 휴약기간 미준수 등에 따라 위해 발생 가능성이 상존하고 있으며 실제로 유통 수산물에서 동물용의약품 검출이 보고되어 소비자의 불안이 가중되고 있는 실정이므로 안전관리를 위해 지속적이며 광범위한 잔류모니터링 및 위해평가, 제도적인 관리·지도가 필요할 것으로 보인다.

따라서, 본 연구에서는 2023년 1월부터 2024년 12월까지 인천광역시에서 유통 중인 수산물의 잔류동물용의약품 실태조사를 통하여 유통 수산물의 안전성 확보 및 소비자의 불안감을 해소하고 잔류동물용의약품 검출현황에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## Materials and Methods

### 실험재료

본 실험에 사용한 수산물은 2023년부터 2024년까지 인천광역시 연안부두 활어도매시장, 소래포구 전통어시장, 대형마트, 전통시장 등에서 유통되는 국내산 수산물 82건,

**Table 1.** The list of collected fishery products

| Category | Group | Commodity | Number of samples |
|---|---|---|---|
| Fishery products | Pelagic fishes | Salmon | 1 |
| | Marine fishes | Chub mackerel | 1 |
| | | Common eel | 3 |
| | | Croaker | 1 |
| | | Conger | 1 |
| | | Cutlass fish | 1 |
| | | Halibut | 26 |
| | | Japanese amberjack | 1 |
| | | Red drum | 1 |
| | | Rockfish | 14 |
| | | Ridged-eye flounder | 10 |
| | | Sea bass | 10 |
| | | Sea bream | 14 |
| Invertebrates | Crustaceans | Shrimp | 4 |
| | Mollusks | Abalone | 4 |
| | | Cockle | 1 |
| | | Freshwater snail | 3 |
| | | Manila clam | 1 |
| | | Mussel | 1 |
| | | Octopus | 1 |
| | | Oyster | 2 |
| | | Sea cucumber | 6 |

수입산 수산물 25건 총 107건을 대상으로 잔류동물용의약품을 검사하였으며 수거목록은 Table 1과 같다.

### 동물용의약품 표준품 및 시약

잔류동물용의약품 검사에 사용한 동물용의약품 표준품은 AccuStandard (New Haven, CT, USA)의 순도가 확인된 제품을 사용하였다. 동물용의약품 추출을 위한 용매인 acetonitrile (ACN, Honeywell, Ulsan, Korea), *n*-hexane (Honeywell), methanol (Honeywell), water (Honeywell), 0.1% formic acid in water (Fisher Chemical, Geel, Belgium)와 0.1% formic acid in ACN (Fisher Chemical)은 high-performance liquid chromatography (HPLC) grade 시약을 사용하였고 전처리를 위해 $C_{18}$ 분말(Chromatific, Cacilienweg, Germany)를 구입하여 사용하였다.

### 잔류동물용의약품 분석방법

분석 대상 동물용의약품은 본 검사소에서 분석 가능한 동물용의약품 51종(2023년), 156종(2024년)을 대상으로 하였으며 시료의 전처리는 식품공전 일반시험법의 축·수산물 중 동물용의약품 동시 다성분 시험법[12]에 따라 실시하였다. 동물용의약품 동시 다성분 분석법은 수산물의 가식부위를 분쇄하여 시료 2 g을 취하고 water/acetonitrile (1:4, v/v) 혼합용액 10 mL을 넣고 5분간 흔들어 섞었다. 그 후 4,800 ×g, 4°C에서 10분간 원심분리 후 상층액을 모두 취하였다. 추출 분리액에 $C_{18}$ 분말 500 mg과 아세토니트릴 포화 헥산 10 mL를 넣고 강하게 1분간 흔들어 섞은 후 4,800 ×g, 4°C에서 5분간 원심분리하였다. 분말을 제외한 하층액 중 5 mL을 취하여 눈금이 표시된 원심분리관에 옮기고 40°C 수욕상에서 질소 농축한 후 잔류물에 water: methanol (1:1, v/v) 혼합용액 1 mL을 넣어 녹이고 0.2 μm PTFE filter (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 여과하여 시험용액으로 하였다. 잔류동물용의약품 정성 및 정량분석을 위해 사용한 분석 조건은 Table 2와 같다.

### 유효성 검증

분석방법에 대한 유효성 검증은 유통 수산물에서 검출된 동물용의약품 등을 대상으로 식품공전 잔류동물용의약품 분석법 실무 해설서[13]에 따라 실시하였다. 회수율 실험은 잔류동물용의약품이 검출되지 않은 수산물에 각각의 표준용액을 첨가한 후 0.02, 0.1 mg/kg 농도에 대해 시험법과 동일하게 3회 반복 분석하였다. 검출한계(limit of detection, LOD) 및 정량한계(limit of quantification, LOQ)는 국제의약품규제조화위원회(International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use, ICH)에서 제시한 방법에 따라 산출하였다. 표준편차(δ)와 검량선의 기울기(*S*)를 구하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$LOD = 3.3\ \delta / S$$
$$LOQ = 10\ \delta / S$$

δ=The standard deviation of the response
*S*=The slope of the calibration curve

**Table 2.** Analytical conditions of liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Instrument | LC-MS/MS | | | |
| Column | Thermofisher Scientific Hypersil GOLD™ (2.1 mm×100 mm, 1.9 μm) | | | |
| Injection volume | 5 μL | | | |
| Mobile phase | A : 0.1% Formic acid in water<br>B : 0.1% Formic acid in ACN | | | |
| Gradient condition | No | Time (min) | A (%) | B (%) |
| | 1 | 0.0 | 95 | 5 |
| | 2 | 0.5 | 95 | 5 |
| | 3 | 5.5 | 40 | 60 |
| | 4 | 6.0 | 0 | 100 |
| | 5 | 10.0 | 0 | 100 |
| | 6 | 10.2 | 95 | 5 |
| | 7 | 12.0 | 95 | 5 |
| Flow rate | 0.3 mL/min | | | |
| Oven temperature | 40°C | | | |
| Ionization mode | ESI (positive) | | | |
| Collision gas | Ar | | | |

## Results and Discussion

### 유효성 검증

유통 수산물에서 검출 및 부적합 발생빈도가 높은 잔류동물용의약품에 대한 시험법 유효성 검증결과는 Table 3와 같다. 잔류동물용의약품의 검량선에 대한 직선성 상관계수는 0.9910-0.9998, LOD는 0.001-0.016 mg/kg, LOQ는 0.003-0.047 mg/kg으로 나타났다. 각 동물용의약품에 대한

**Table 3.** Recovery rate, limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) of veterinary drugs

| Veterinary drugs | Correlation coefficient ($R^2$) | Spiked concentration (mg/kg) | Recovery±RSD (%) | LOD (mg/kg) | LOQ (mg/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| Amoxicillin | 0.9992 | 0.02 | 103.5±3.4 | 0.002 | 0.005 |
| | | 0.1 | 83.7±0.8 | | |
| Chlortetracycline | 0.9910 | 0.02 | 90.0±3.8 | 0.011 | 0.033 |
| | | 0.1 | 84.7±8.5 | | |
| Ciprofloxacin | 0.9970 | 0.02 | 96.5±2.4 | 0.005 | 0.015 |
| | | 0.1 | 90.3±1.8 | | |
| Dehydrocholic acid | 0.9988 | 0.02 | 91.5±4.7 | 0.014 | 0.043 |
| | | 0.1 | 89.3±4.7 | | |
| Enrofloxacin | 0.9995 | 0.02 | 83.5±2.3 | 0.010 | 0.030 |
| | | 0.1 | 89.0±3.3 | | |
| Flumequin | 0.9970 | 0.02 | 88.5±0.7 | 0.006 | 0.018 |
| | | 0.1 | 87.3±1.8 | | |
| Oxolinic acid | 0.9996 | 0.02 | 86.0±1.7 | 0.003 | 0.010 |
| | | 0.1 | 90.0±1.5 | | |
| Oxytetracycline | 0.9942 | 0.02 | 93.5±4.2 | 0.016 | 0.047 |
| | | 0.1 | 84.3±3.5 | | |
| Sulfachlorpyridazine | 0.9973 | 0.02 | 96.5±3.5 | 0.003 | 0.010 |
| | | 0.1 | 84.0±2.6 | | |
| Sulfadiazine | 0.9908 | 0.02 | 98.5±5.5 | 0.002 | 0.007 |
| | | 0.1 | 85.3±1.6 | | |
| Sulfadimethoxine | 0.9910 | 0.02 | 93.5±2.4 | 0.001 | 0.003 |
| | | 0.1 | 86.0±3.1 | | |
| Sulfadoxine | 0.9955 | 0.02 | 88.5±1.7 | 0.001 | 0.003 |
| | | 0.1 | 84.3±4.9 | | |
| Sulfaguanidine | 0.9973 | 0.02 | 81.5±8.7 | 0.004 | 0.012 |
| | | 0.1 | 83.0±3.5 | | |
| Sulfamerazine | 0.9908 | 0.02 | 91.5±5.0 | 0.002 | 0.005 |
| | | 0.1 | 84.3±4.5 | | |
| Sulfamethazine | 0.9931 | 0.02 | 88.5±1.1 | 0.005 | 0.015 |
| | | 0.1 | 82.3±6.0 | | |
| Sulfamethoxazole | 0.9984 | 0.02 | 83.5±3.3 | 0.002 | 0.005 |
| | | 0.1 | 87.0±3.5 | | |
| Sulfamethoxypyridazine | 0.9958 | 0.02 | 86.5±4.4 | 0.002 | 0.005 |
| | | 0.1 | 85.3±4.5 | | |
| Sulfamonomethoxine | 0.9958 | 0.02 | 88.5±2.2 | 0.002 | 0.007 |
| | | 0.1 | 90.3±5.3 | | |
| Sulfaquinoxaline | 0.9947 | 0.02 | 91.5±1.4 | 0.006 | 0.019 |
| | | 0.1 | 83.7±2.3 | | |
| Sulfathiazole | 0.9927 | 0.02 | 98.5±5.2 | 0.002 | 0.007 |
| | | 0.1 | 87.7±2.5 | | |
| Tetracycline | 0.9964 | 0.02 | 93.5±8.6 | 0.007 | 0.020 |
| | | 0.1 | 93.7±3.3 | | |
| Trimethoprim | 0.9998 | 0.02 | 90.0±4.8 | 0.006 | 0.019 |
| | | 0.1 | 86.7±2.0 | | |

**Table 4.** Detection rate (%) of veterinary drugs in fishery products

| Group | Commodity | No. of analysed samples | No. of detected samples | Detection rate (%) | No. of violated samples |
|---|---|---|---|---|---|
| Pelagic fishes | Salmon | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Marine fishes | Chub mackerel | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Common eel | 3 | 1 | 33.3 | 0 |
| | Croaker | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Conger | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Cutlass fish | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Japanese amberjack | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Halibut | 26 | 14 | 53.8 | 4 |
| | Red drum | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Rockfish | 14 | 3 | 21.4 | 0 |
| | Ridged-eye flounder | 10 | 1 | 10.0 | 0 |
| | Sea bass | 10 | 1 | 10.0 | 0 |
| | Sea bream | 14 | 1 | 7.1 | 0 |
| Crustaceans | Shrimp | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Mollusks | Abalone | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | Cockle | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Freshwater snail | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Manila clam | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Mussel | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Octopus | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Oyster | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | Sea cucumber | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | 107 | 21 | 19.6 | 4 |

**Table 5.** Detected veterinary drugs in fishery products

| Commodity | Veterinary drugs | Spiked concentration (mg/kg) | MRL[1)] (mg/kg) | Suitability |
|---|---|---|---|---|
| Common eel | Flumequin | 0.25 | 0.5 | Suitable |
| Halibut | Amoxicillin | 2.551 | 0.05 | Unsuitable |
| | | 0.019 | 0.05 | Suitable |
| | | 0.021 | 0.05 | Suitable |
| | | 0.049 | 0.05 | Suitable |
| | Benzylpenicillin | 1.683 | 0.05 | Unsuitable |
| | | 0.857 | 0.01 | Unsuitable |
| | Enrofloxacin | 0.05 | 0.1 | Suitable |
| | | 0.07 | 0.1 | Suitable |
| | Oxytetracycline | 0.02 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.02 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.02 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.04 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.10 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.11 | 0.2 | Suitable |
| | | 0.37 | 0.2 | Unsuitable |
| Ridged-eye flounder | Oxolinic acid | 0.08 | 0.1 | Suitable |
| Rockfish | Oxytetracycline | 0.13 | 0.2 | Suitable |
| | Trimethoprim | 0.022 | 0.05 | Suitable |
| | | 0.038 | 0.05 | Suitable |
| Sea bass | Enrofloxacin | 0.05 | 0.1 | Suitable |
| Sea bream | Amoxicillin | 0.015 | 0.05 | Suitable |

[1)]MRL : Maximum residue limit.

회수율은 0.02 mg/kg 농도에서 81.5±8.7-103.5±3.4% 범위로 나타났으며 0.1 mg/kg 농도에서 82.3±6.0-93.7±3.3%로 나타났다. Codex에서 요구하는 잔류동물용의약품 시험법 검증에 대한 회수율 허용범위는 0.02 mg/kg과 0.1 mg/kg에서 70-120%, 상대표준편차(relative standard deviation, RSD)는 20% 이하를[14] 제시하고 있어 본 실험은 기준에 적합하게 실행되었다고 판단되었다.

### 잔류동물용의약품 분석결과

2023년 1월부터 2024년 12월까지 인천광역시 내 연안부두 활어도매시장, 소래포구 전통어시장, 대형마트, 전통시장 등에서 유통되고 있는 수산물을 검사하여 잔류동물의약품 실태조사 결과를 Table 4에 나타냈다. 22품목 107건 중 6품목 21건(19.6%)에서 잔류동물용의약품이 검출되었으며 이 중 넙치 4건이 잔류동물용의약품 기준치를 초과(3.7%)하여 부적합 판정되었다. 잔류동물용의약품 검출률은 넙치(53.8%), 뱀장어(33.3%), 조피볼락(21.4%) 순으로 높았으며 검출빈도는 광어 14회, 조피볼락 3회로 다른 수산물에 비해 높았다. 연어, 고등어, 민어, 붕장어, 갈치, 새우 등 30건에서는 잔류동물용의약품이 검출되지 않았다. 잔류동물용의약품 검출률과 검출빈도를 고려해 볼 때 검사 건수가 적은 수산물을 제외하면 광어, 조피볼락, 도다리, 농어에 대한 철저한 잔류동물용의약품 관리가 필요한 것으로 나타났다. 본 조사에서의 잔류동물용의약품 검출률은 2020년 충청남도에서 생산되는 양식수산물의 잔류동물용의약품 검출률 7.8%와 2018년 인천 유통 수산물 잔류동물용의약품 검출률 7.3% 보다는 높았고 2017년 서울지역 유통 수산물 중 잔류동물용의약품 검출률 40.5% 보다는 낮았다[15-17].

유통 수산물에서 검출된 잔류동물용의약품 검출현황은 Table 5와 같다. 2023년 51종, 2024년 156종의 분석대상 동물용의약품 중 검출된 동물용의약품은 7종이 22회 검출되었고 넙치 4건에서 amoxicillin, benzylpenicillin, oxytetracycline이 잔류동물용의약품 허용기준을 초과하여 검출되었다. 개별 동물용의약품 중에서 가장 빈번하게 검출된 동물용의약품은 oxytetracycline 8회(0.02-0.37 mg/kg), amoxicillin 6회(0.019-2.551 mg/kg), enrofloxacin 3회(0.05-0.07 mg/kg), trimethoprim 2회(0.022-0.038 mg/kg)로 나타났다. Seo 등[18]의 연구에 따르면 국내 넙치양식의 대표 지역인 제주도와 완도에서 출하대상 넙치 200건에 대해 매년 동물용의약품 잔류량을 조사한 결과 2018년 제주도 지역의 경우 amoxicillin이 15회 검출되었고 2017년 완도 지역의 경우 amoxicillin과 oxytetracycline이 45회와 40회 검출되었으나 모두 잔류허용기준 이하였다고 보고하였다. 또한, Song 등[19]의 보고에 따르면 국내 유통 중인 수산물 91건을 대상으로 penicillin계열의 동물용의약품에 대한 잔류량을 조사한 결과 넙치 2건, 조피볼락 1건, 장어 2건, 새우 2건 총 7건에서 benzylpenicillin이 검출되었으나 amoxicillin, ampicillin, cloxacillin, oxacillin 등은 검출되지 않았다고 보고하였다. 경기도 보건환경연구원에서 발행한 「2022-2023년 경기도 유통 수산물 유해물질 통계연보」[20]에 따르면 넙치, 조피볼락, 도다리, 장어에서 잔류동물용의약품이 검출되었고 주로 검출된 동물용의약품 성분은 oxytetracycline, enrofloxacin, amoxicillin, florfenicol, trimethoprim의 순서로 검출되었다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

Oxytetracycline는 tetracycline계 항생물질에 속하며 세균의 리보솜에서 단백질 합성을 억제하는 작용을 갖는 광범위한 항생제로 사료 첨가제로 지정되어 있는 동물용의약품으로서 각종 감염증의 예방과 치료에 널리 사용되고 있다. 비브리오 감염증 등의 일반 세균성 감염질병에 유효하지만 기준이 초과 잔류된 축·수산물을 장기간 섭취할 경우에 항생제 내성균이 발생하는 등 심각한 부작용이 생길 수 있으며 수산용 항생제로 가장 많이 사용되고 있는 것으로 알려져 있다[21-23]. Tetracycline계 항생제는 국내 잔류허용기준(oxytetracycline, tetracycline 및 chlorotetracycline 합으로서 0.2 mg/kg)을 비롯하여 일본, EU 및 Codex 등에서도 엄격한 잔류허용기준을 설정하여 관리하고 있다.

Amoxicillin과 benzylpenicillin은 penicillin계열 항생물질에 속하며 β-lactam 구조를 기본구조로 가지고 있는 가장 널리 사용되는 항생물질 중의 하나로 알려져 있다. Peniclillin은 세균 세포벽 성분인 peptidoglycan의 교차연결 배열을 파괴하여 항균작용을 나타내는데 penicillin의 β-lactam의 일부분이 peptidoglycan 분자를 연결하는 transpeptidase와 임의로 결합하여 세균의 세포벽을 약화시키고 세포벽이 약화된 세포는 삼투압 변화를 이기지 못하고 세포벽이 파괴되어 세균이 사멸하게 된다[24].

국내에서 동물용의약품 중 가장 많이 사용되는 것은 항생제와 합성항균제이며 penicillins계열, tetracyclines계열, phenicols계열, macrolides계열 순으로 판매량이 많은 것으로 조사되었고 항생제 성분별 판매량은 penicillins계열의 amoxicillin, tetracyclines계열의 oxytetracycline, phenicols계열의 florfenicol이 판매량이 많은 것으로 조사되었다[25]. 「2018년 국내 유통 수산물의 잔류동물용의약품 모니터링 및 시험법 개발」에 의하면 주로 검출되는 동물용의약품 성분은 enrofloxacin, oxytetracycline, ethoxyquin, trimethoprim, oxolinic acid, florfenicol의 순서로 검출되었다고 보고하였다[26].

본 연구에서 인천광역시 유통 수산물의 동물용의약품 잔류실태를 조사한 결과 대부분 불검출 또는 잔류허용기준 이하로 검출되어 비교적 안전한 것으로 나타났다. 그러나 일부 수산물에서 잔류허용기준의 최대 85.7배까지 잔류동물용의약품이 검출된 사례도 발생하므로 부적합이 자주 발생하는 수산물, 부적합 검출빈도가 높은 동물용의약품 성분들의 철저한 관리가 요구된다. 특히, 수산물 안전과

동물용의약품 안전관리를 위해서 양식장 등에서 사용되고 있는 동물용의약품의 올바른 사용법 준수, 철저한 휴약기간 준수 등에 대한 교육과 홍보를 통해 어민들의 인식 개선이 필요할 것으로 보인다. 또한, 안전이 확보된 수산물의 생산과 유통, 소비자의 건강한 식생활을 보장하기 위해서 수산물에 대한 잔류동물용의약품의 모니터링을 지속적으로 실시하여 부적합 발생 수산물의 유통을 사전에 차단하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 판단된다.

## 국문요약

본 연구에서는 인천광역시에서 유통되는 수산물의 안전성을 확보하기 위하여 2023년부터 2024년까지 연안부두 활어도매시장, 소래포구 전통어시장 등에서 수거한 22품목 107건을 대상으로 잔류동물용의약품 실태조사를 실시하였다. 잔류동물용의약품 분석은 식품공전 일반시험법의 축·수산물 중 동물용의약품 동시 다성분 시험법으로 분석 가능한 동물용의약품 51종(2023년), 156종(2024년)을 분석하였다. 수산물 107건 중 21건(19.6%)에서 잔류동물용의약품이 검출되었으며 넙치 4건(3.7%)은 잔류동물용의약품 허용기준을 초과하였다. 잔류동물용의약품 검출빈도는 넙치 14회(53.8%), 조피볼락 3회(21.4%)로 다른 수산물에 비해 높은 검출빈도 및 검출률을 나타내었고 가장 높은 검출빈도를 나타낸 잔류동물용의약품은 oxytetracycline(8회), amoxicillin(6회), enrofloxacin(3회), trimethoprim(2회)로 나타났다. 넙치 4건에서 amoxicillin, benzylpenicillin, oxytetracycline이 잔류기준을 초과하였으나 대부분 불검출 또는 잔류허용기준 이하로 검출되어 안전한 수준으로 평가되었다. 그러나 일부 수산물에서 잔류허용기준의 최대 85.7배까지 잔류동물용의약품이 검출되는 사례도 발생하므로 수산물의 안전관리와 소비자의 불안감을 해소하기 위해서 양식장, 어민 등을 대상으로 동물용의약품의 올바른 사용법 준수, 휴약기간 준수 등 교육과 홍보를 지속적으로 실시하고 잔류동물용의약품의 모니터링을 통해 부적합 수산물의 유통을 사전에 차단하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

## Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

## ORCID

Byung-Kyu Park https://orcid.org/0000-0002-1010-3244
Gyuyou Noh https://orcid.org/0009-0009-8846-227X
Hyunho Han https://orcid.org/0000-0002-5336-6351
Seunghye Jung https://orcid.org/0000-0002-9411-4361
Jin-Seob Jang https://orcid.org/0000-0002-5375-5947

## References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016. The state of World Fisheries and Aquaculture, Roma, Italy, pp. 1-102.
2. Korean Statistical Information Service, (2024, December 7). Seafood consumption, the fishery production statistics. Retrieved from http://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1317
3. Korean Statistical Information Service, (2024, December 7). Seafood consumption, the fishery production statistics. Retrieved from http://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2748
4. Shin, H.C., 2005. Survey of veterinary drugs, Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), Cheongju, Korea, pp. 438-439.
5. Hah, D.S., Kim, J.S., Kim, G.S., Simultaneous quantification of sulfonamide and tetracyclines in fish muscle tissue by matrix solid phase dispersion (MSPD) extraction and HPLC. *J. Food Hyg. Saf*., **12**, 117-124 (1997).
6. Guillemot, D., Antibiotic use in humans and bacterial resistance. *Curr. Opin. Microbiol*., **2**, 494-498 (1999).
7. Kim, H.Y., Chung, S.Y., Choi, S.H., Lee, J.S., Choi, I.S., Cho, M.J., Shin, M.S., Song, J.S., Choi, J.C., Park, H.O., Ha, S.C., Shin, I.S., Seo, E.C., Monitoring of veterinary drug residues in foods produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **42**, 653-663 (2010).
8. Kim, H.Y., Lee, I.S., Oh, J.E., Human and veterinary pharmaceuticals in the marine environment including fish farms in Korea. *Sci. Total. Environ*., **579**, 940-949 (2017).
9. Teuber, M., Veterinary use and antibiotics resistance. *Curr. Opin. Microbiol*., **4**, 493-499 (2001).
10. National Institute of Food and Drug Safety Evaluation (NIFDS), 2016. Monitoring veterinary drug residues in fishery products distributed in Korea, MFDS, Cheongju, Korea.
11. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2018. Guidelines for Food Safety Management, Cheongju, Korea, pp. 565.
12. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2024. Korea Food Code, Cheongju, Korea, pp. 1088-1112.
13. Ministry of Food and Drug Safety, 2014. Handbook of residue analytical methods for veterinary drugs in food, Cheongju, Korea, pp. 48-59.
14. Codex Alimentarius Commission (CAC), 1993. CODEX guidelines for the establishment of a regulatory programme for control of veterinary drug residues in foods (CAC/GL 16-1993), Roma, Italy.
15. Lee, K.B., Kim, N.W., Kim, D.U., Sin, M.H., Lee, M.Y., Monitoring of veterinary drug residues in cultured fishery products in Chungcheongnam-do province. *J. Food Hyg. Saf*., **35**, 447-451 (2020).
16. Lee, I.S., Han, C.H., Chang, M.S., Kim, J.M., Yi, H.J., Park, S.K., Kim, M.S., Jung K., Monitoring veterinary drug residues using LC-MS/MS in commercial fish from Seoul(II). *Report of S.I.H.E*., **53**, 80-93 (2017).

17. Jang, J.S, Hur, M.J., Kim, M.H., Han, Y.S., Kwon, S.H., Yeo, E.Y., Hong, S.H., Kim, J.S., Lee, S.R., Monitoring of residual veterinary drugs in Incheon fishery products distribution. *J. Environ. Health Sci*., **44**, 444-451 (2018).
18. Seo, J.S., Jo, H.S., Jeong, A.R., Jee, B.Y., Kwon, M.G., Hwang, J.Y., Hwang, S.D., Jeong, J.M., Lee, J.H., Monitoring of veterinary drug residues in cultured olive flounder *paralichthys olivaceus* form Jeju and Wando regions. *JFMSE*, **31**, 1459-1464, (2019).
19. Song, J.Y., Hu, S.J., Joo, H.J., Kim, M.O., Hwang, J.B., Han, Y.J, Kwon, Y.J., Kang, S.J., Cho, D.H., Residue analysis of penicillines in livestock and marine products. *Anal. Sci. Technol*., **25**, 257-264 (2012).
20. Gyeonggido Institute of Health and Environment, 2024. 2022-2023 Statistical yearbook of hazardous materials for marine products in distribution of Gyeonggi-do, Suwon, Korea, pp. 52-61.
21. Ha, J.I., Hong, K.S., Song, S.W., Jung, S.C., Min, Y.S., Shin, H.C., Lee, G.O., Lim, K.J., Park, J.M., Survey of antimicrobial agents used in livestock and fishes. *Kor. J. Vet. Publ. Health*., **27**, 205-217 (2003).
22. Lee, H.J., Lee, T.S., Son, K.T., Kim, P.H., Jo, M.R., Park, M.J. Yi, Y.H., Analysis of tetracyclines using high-performance liquid chromatography for fishery products. *J. Kor. Fish. Soc*., **38**, 372-378 (2005).
23. Shim, K.B., Mok., J.S., Jo, M.R., Kim, P.H., Lee, T.S., Kim, J.H., Cho, Y.J., Residues of antibiotics in wild and cultured fishes collected from coast of Korea. *Korean J. Fish. Aquat. Sci.,* **43**, 12-17 (2010).
24. Anfossi, P., Zaghini, A., Grassigli, G., Menotta, S., Fedrizzi, G., Relative oral bioavailability of microgranulated amoxicillin in pigs. *J. Vet. Pharmacol. Ther*., **25**, 329-334 (2002).
25. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2022. National antibiotic use and tolerance monitoring, Cheongju, Korea, pp. 5-17.
26. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2018. The determination of veterinary drug residues and development of analytical methods from domestic fishery products in 2018, Cheongju, Korea, pp. 5-39.