

# 2018—2019年浙江省养殖水产品中6种喹诺酮类药物残留分析及风险评估

贝亦江, 周 钦, 周以琳, 陈刘浦, 丁雪燕, 周 凡\*

(浙江省水产技术推广总站, 杭州 310023)

**摘要:** **目的** 评估 2018—2019 年浙江省养殖水产品中 6 种喹诺酮类药物残留分析及风险。**方法** 2018—2019 年随机抽检浙江省 11 个地市 658 家养殖场的养殖水产品, 采用液相色谱-串联质谱法对水产品中恩诺沙星、环丙沙星、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星 6 种喹诺酮类药物残留进行分析, 同位素内标法定量计算得到喹诺酮类药物残留量范围, 并通过查阅文献与每日允许摄入量对比, 得到人体实际每日摄入量范围。**结果** 6 种喹诺酮类药物检出率为 0~24.2%, 残留量范围为 0~964  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 其中鱼类样品检出残留量值最高, 达 964  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; 龟鳖类样品检出药物种类最多, 达 4 种; 蛙类超标率最高达 18.2%; 地市中湖州市养殖场 6 种药物的检出率最高, 达 29.6%。食用风险评价以每人日摄入 75 g 水产品为例, 恩诺沙星摄入量范围为 0.58~115.73  $\mu\text{g}$ , 占每日最大允许摄入量的 0.16%~31.11%。**结论** 浙江省养殖水产品中喹诺酮类药物有一定量的检出, 以限用药恩诺沙星、环丙沙星为主, 健康风险较小, 处于相对安全水平; 氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星和洛美沙星 4 种禁用药物检出率较低, 但在个别样品中残留含量较高, 其每日最大允许摄入量尚不明确, 存在潜在危害性。

**关键词:** 喹诺酮类; 养殖水产品; 浙江省; 残留分析; 风险评估

## Analysis and risk assessment of 6 quinolones residues in aquatic products in Zhejiang province from 2018 to 2019

BEI Yi-Jiang, ZHOU Qin, ZHOU Yi-Lin, CHEN Liu-Pu, DING Xue-Yan, ZHOU Fan\*

(Zhejiang Fishery Technical Extension Center, Hangzhou 310023, China)

**ABSTRACT: Objective** To evaluate the analysis and risk of six quinolones residues in aquaculture products in Zhejiang province from 2018 to 2019. **Methods** Aquatic products in 658 aquafarms of 11 region in Zhejiang province were sampled from 2018 to 2019, and enrofloxacin, ciprofloxacin, ofloxacin, norfloxacin, pefloxacin and lomefloxacin were detected. Liquid chromatography-tandem mass spectrometry was used for detection, and the residual range of quinolones was calculated by isotopic internal standard method. The actual daily intake range was obtained by comparing the literature with the maximum allowable daily intake. **Results** The detection rates of 6 quinolones in aquatic products were 0–24.2%, and the residue were 0–964  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . The residue of fish samples was highest up to 964  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , and the kinds of residues detected in turtle samples were the most up to 4, the highest

基金项目: 国家特色淡水鱼产业技术体系(CARS-46)

Fund: Supported by National Characteristic Freshwater Fish Industry Technology System (CARS-46)

\*通信作者: 周凡, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为水产养殖与水产动物营养。E-mail: zhoufan0302@126.com

\*Corresponding author: ZHOU Fan, Ph.D, Senior Engineer, Zhejiang Fishery Technical Extension Center, No.181, Jingchang Road, Wuchang Street, Yuhang District, Hangzhou 310023, China. E-mail: zhoufan0302@126.com

exceeding standard rate was 18.2% in frog samples. The detection rate of the 6 quinolones in aquafarms in Huzhou was the highest up to 29.6%. Taking 75 g of aquatic products per person per day as an example, the intake of enrofloxacin ranged from 0.58  $\mu\text{g}$  to 115.73  $\mu\text{g}$ , accounting for 0.16% to 31.11% of the maximum allowable daily intake. **Conclusion** A certain amount of quinolones is detected in aquaculture aquatic products in Zhejiang province, mainly limited to enrofloxacin and ciprofloxacin, with low health risk and relatively safe level. The detection rates of ofloxacin, norfloxacin, pefloxacin and lomefloxacin are low, but the residual contents in individual samples are high, and the maximum allowable daily intake are not clear, which have potential hazards.

**KEY WORDS:** quinolones; aquatic product; Zhejiang province; residue analysis, risk assessment

## 0 引言

养殖水产品作为动物源性食品,其药物残留问题一直是国家、各省(市、自治区)食药监、农(渔)业部门关注的重点。恩诺沙星、环丙沙星作为为数不多的可在养殖过程中有限使用的抗生素药物<sup>[1]</sup>,为减轻水产养殖病害、降低经济损失起到了不可或缺的作用,而氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星和洛美沙星作为新出台的禁用药物<sup>[2]</sup>,其使用情况开始受到普遍关注。现有的有关水产养殖喹诺酮类药物分析及风险评估文献报道中,主要关注了部分养殖品种或者较小区域,风险评估的研究对象多为生态风险,尚未有较大范围以及较大样本量并同时以摄入风险评估为研究的相关报道<sup>[3-6]</sup>。

为了解恩诺沙星、环丙沙星、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星和洛美沙星等 6 种喹诺酮类药物在养殖水产品中的残留现状,2018—2019 年,本研究连续 2 年对省内养殖水产品(包括鱼、虾、蟹、龟鳖等)中此 6 种药物残留进行了抽样检测分析,初步评估了食用这些水产品对人体健康的风险,为水产养殖生产过程中抗生素的合理利用提供了数据支撑,以期对水产品合理用药和消费提供帮助,从而为水产品质量安全提供技术保障。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 样品采集

2018—2019 年,在浙江省内杭州、宁波、温州、绍兴、湖州、嘉兴、金华、丽水、衢州、舟山 11 个地区 658 个养殖场抽检养殖水产品样品合计 1289 批次,包括鱼类 38 种、虾类 6 种、蟹类 3 种、龟鳖类 4 种、蛙类 3 种、其他类 1 种,涵盖省内 93% 以上的养殖品种。所有样品按照相关标准采集、存储后检测<sup>[7]</sup>。共检测恩诺沙星 1289 批次,环丙沙星 1270 批次,氧氟沙星 1158 批次,诺氟沙星 1130 批次,培氟沙星 1127 批次,洛美沙星 1127 批次。

### 1.2 实验材料

恩诺沙星、环丙沙星、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙

星、洛美沙星标准品(98.0%)、恩诺沙星、环丙沙星、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星同位素标记内标(98.0%)(德国 Dr.Ehrenstorefer 公司);乙腈、正己烷、甲酸(99.9%,美国 Merck 公司);Prime HLB 固相萃取柱(3 mL/60 mg,美国 Waters 公司)。

AB-4500 Qtrap 液相色谱-串联质谱仪(美国 AB Sciex 公司);Accucore C<sub>18</sub> RP-MS 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 2.7  $\mu\text{m}$ )、AllegraX-12 台式大容量离心机(美国 Thermo Fisher 公司);N.EVAPTM 112 型氮吹仪(美国 Organomation 公司)。

### 1.3 前处理方法

称取 5 g(精确到 0.01 g)样品,加入 8 mL 乙腈(含 0.1%甲酸),涡旋振荡 20 min,8000 r/min 离心 5 min。取上清液过 Prime HLB 固相萃取柱,收集过柱后上清液在 40  $^{\circ}\text{C}$  水浴温度下氮吹至干,用 1 mL 20% 甲醇水溶液复溶,再加入 2 mL 正己烷,3000 r/min 离心 3 min,将离心后的上层正己烷弃去,取下层溶液过 0.22  $\mu\text{m}$  滤膜后待质谱分析。

### 1.4 质谱分析

试验色谱条件为,色谱柱采用 Accucore C<sub>18</sub> RP-MS 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 2.7  $\mu\text{m}$ );流动相:乙腈和 0.1% 甲酸水溶液(含 5 mmol 乙酸铵);流速 0.4 mL/min,柱温 40  $^{\circ}\text{C}$ ;进样量 2  $\mu\text{L}$ 。梯度洗脱,程序为:0~1 min, 5% 乙腈;1~2 min, 5%~20% 乙腈;2~5 min, 20%~90% 乙腈;5~6 min, 90% 乙腈;6~6.1 min, 90%~5% 乙腈;6.1~8 min, 5% 乙腈。

实验质谱条件为,电喷雾离子源(electrospray ionization, ESI)正离子模式(ESI+);多反应监测(multiple reaction monitor, MRM);电喷雾电压 5500 V,聚焦电压 300 V,碰撞室出口电压 20 V;气化温度 550  $^{\circ}\text{C}$ 。6 种喹诺酮类及其同位素内标 MRM 参数如表 1 所示。

### 1.5 数据定量和分析

采用 Sciex-Analyst 软件对数据进行定量计算,Excel 2019 软件对数据进行整理和分析。

表 1 6 种喹诺酮类及其同位素内标 MRM 参数  
Table 1 MRM parameters of 6 quinolones and their isotope internal standards

化合物名称	母离子 /Da	子离子 /Da	采集时间 /ms	去簇电压 /V	碰撞能量 /eV
恩诺沙星	360	316.0	25	70	28
		245.0*		70	38
环丙沙星	332.3	288.0	25	70	27
		245.0*		70	34
氧氟沙星	362.2	318.1	25	70	28
		261.1*		70	40
诺氟沙星	320.2	276.1	25	70	26
		233.1*		70	36
培氟沙星	334.2	316.1	25	70	28
		290.1*		70	26
洛美沙星	352.2	308.1	25	70	25
		265.1*		70	35
恩诺沙星-D5	365.0	321.0	10	70	30
环丙沙星-D8	340.0	322.0	10	70	30
氧氟沙星-D3	365.2	261.0	10	70	40
诺氟沙星-D5	325.0	307.0	10	70	35
洛美沙星-D5	357.2	270.1	10	70	35
培氟沙星-D3	337.2	293.0	10	70	25

注: \*为定性离子。

## 2 结果与分析

### 2.1 质量控制

阴性鱼类、虾类、蟹类、龟鳖类样品中加入对应浓度的待测药物。计算回收率的加标水平为 10.0 μg/kg, 平均回收率、样品检出限(limit of detection, LOD)和定量限(limit of quantitation)见表 2。由表 2 可知方法的灵敏度较高。

### 2.2 养殖水产品中 6 种喹诺酮类药物的检出情况

1127 批次培氟沙星和 1127 批次洛美沙星样品中均没有检出该 2 种药物。具体检出情况见表 3。

### 2.3 不同养殖品种 6 种喹诺酮类药物检出情况

38 种鱼类有 24 种检出恩诺沙星, 9 种检出环丙沙星, 1

种检出氧氟沙星, 其中 9 种检出 2 种以上药物残留; 6 种虾类有 4 种检出恩诺沙星, 3 种检出环丙沙星, 其中 3 种检出 2 种以上药物残留; 3 种蛙类全部检出恩诺沙星和环丙沙星, 其他类海参检出恩诺沙星; 4 种龟鳖类中, 中华鳖检出恩诺沙星、环丙沙星、氧氟沙星、诺氟沙星 4 种药物残留; 而蟹类则没有检出。各品种检出 6 种喹诺酮类药物的残留含量见表 4。

### 2.4 不同养殖品种 6 种喹诺酮类药物检出率与超标率

根据食品中兽药最大残留限量规定<sup>[8]</sup>, 恩诺沙星残留限量(以恩诺沙星和环丙沙星总量计)为 100 μg/kg, 而氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星则规定不得检出。6 种喹诺酮类检出率和超标率情况见表 5。恩诺沙星在除蟹类的所有水产品均有检出, 其中蛙类超标率相对较高, 达 18.2%; 而环丙沙星在除蟹类和海参外的其他水产品中有检出, 蛙类检出率最高而龟鳖类的超标率相对较高。氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星 4 种禁用的药物中氧氟沙星和诺氟沙星有检出暨超标, 分布于鱼类和龟鳖类。

表 2 6 种喹诺酮类药物加标回收率、检出限和定量限(n=3)  
Table 2 Recovery rate, LOD and LOQ of 6 quinolones (n=3)

药物名称	加标回收率/%	检出限/(μg/kg)	定量限/(μg/kg)
恩诺沙星	88.4~111	1.0	2.0
环丙沙星	76.8~106	1.0	2.0
氧氟沙星	79.2~90.7	1.0	2.0
诺氟沙星	82.0~99.7	1.0	2.0
培氟沙星	96.2~110	1.0	2.0
洛美沙星	83.0~99.3	1.0	2.0

表 3 6 种喹诺酮类药物检测结果  
Table 3 Detection results of 6 quinolones

药物名称	检测批次	检出批次	检出率/%	残留量范围/(μg/kg)
恩诺沙星	1289	312	24.2	2.0~964
环丙沙星	1270	102	8.03	1.2~136
氧氟沙星	1158	36	3.11	3.01~984
诺氟沙星	1130	10	0.88	2.4~25.0
培氟沙星	1127	未检出	/	/
洛美沙星	1127	未检出	/	/

表 4 不同养殖品种检出 6 种喹诺酮类残留含量(μg/kg)  
Table 4 Residue contents of 6 quinolones detected in different aquatic products (μg/kg)

药物名称 品种	恩诺沙星			环丙沙星			氧氟沙星			诺氟沙星			培氟沙星			洛美沙星		
	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg	Max	Min	Avg
鱼类	964	2.03	59.5	579	1.20	28.3	984	6.14	282	/	/	/	/	/	/	/	/	/
虾类	824	2.28	76.5	40.8	3.09	12.7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
蟹类	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
蛙类	211	6.79	84.0	53.2	3.27	17.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
龟鳖类	206	2.00	37.4	137	2.31	29.2	79.1	3.01	26.5	8.48	2.40	4.52	/	/	/	/	/	/
其他(海参)	14.6	14.6	14.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注: Max: 最大值, Min: 最小值, Avg: 平均值。

表 5 不同养殖品种喹诺酮类检出率和超标率  
Table 5 Detection rate and exceeding rate of quinolones of different aquatic products

药物名称 品种	恩诺沙星			环丙沙星			氧氟沙星			诺氟沙星			培氟沙星			洛美沙星		
	检出率 /%	超标量	超标率 /%	检出率 /%	超标量	超标率 /%	检出率 /%	超标量	超标率 /%	检出率 /%	超标量	超标率 /%	检出率 /%	超标量	超标率 /%	检出率 /%	超标量	超标率 /%
鱼类	30.87	29	3.70	6.12	2	0.26	1.40	11	1.40	/	/	1.40	/	/	/	/	/	/
虾类	14.84	4	2.20	2.75	0	0	0	0	0	/	/	0	/	/	/	/	/	/
蟹类	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/	0	/	/	/	/	/	/
蛙类	54.55	2	18.18	36.36	0	0	0	0	0	/	/	0	/	/	/	/	/	/
龟鳖类	17.65	4	1.96	21.57	5	2.45	8.82	18	8.82	1.47	3	1.47	/	/	1.47	/	/	/
其他类	100	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/	0	/	/	/	/	/	/

## 2.5 省内不同地区 6 种喹诺酮类药物检出情况

抽检的全省 11 个地区 658 个养殖场中, 有 203 个场抽检样品有检出, 占比 30.9%。分地区看, 杭州 29 个, 宁波 17 个, 温州 2 个, 绍兴 15 个, 湖州 60 个, 嘉兴 21 个, 金华 15 个, 衢州 16 个, 台州 4 个, 丽水 13 个, 舟山 11 个。其中, 湖州、杭州和嘉兴的养殖场喹诺酮类检出最多, 和这些地区水产养殖面积较大, 产量较高有着直接的联系; 宁波、台州、温州、舟山等海水养殖地区检出量相对较少, 表明海水养殖品种在喹诺酮类使用上相对淡水品种较少; 金华、台州、丽水等丘陵山区也有一定数量的检出, 表明喹诺酮类在水产养殖中的使用已经非常普遍, 分布于所有地区。各地养殖场检出数量和占总检出数百分比见图 1。

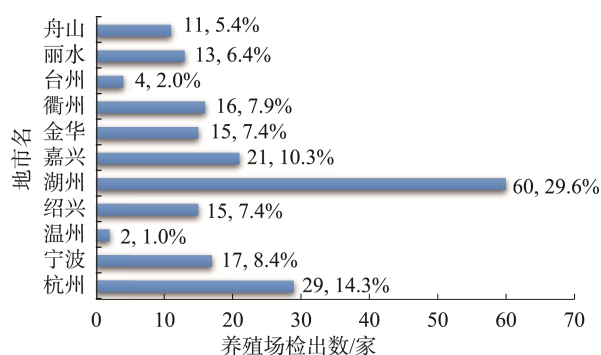


图 1 全省 11 个地市养殖场检出数量占总检出数百分比  
Fig.1 The percentage of aquafarms detected in 11 regions

## 2.6 结果分析

### 2.6.1 水产品中喹诺酮类药物残留现状

我国喹诺酮类药物用于水产养殖始于 20 世纪 70 年代<sup>[9]</sup>, 近 40 年随着国内水产养殖集约化程度不断发展, 养殖密度显著提升, 养殖环境污染加剧导致养殖动物疾病频发<sup>[10]</sup>。喹诺酮类药物与其他抗生素(四环素类、β-内酰胺类)相比具有广谱、强力、相对安全、价廉、副作用低和降解快的特性, 受到广大养殖户青睐。

目前, 对于水产品中喹诺酮类药物残留的研究主要以检测方法的开发为主<sup>[11-12]</sup>, 对于残留量统计分析的报道不多, 且涉及范围较为有限, 多以市级为主<sup>[13-16]</sup>。本次分析显示, 喹诺酮类药物在我省养殖水产品中的使用较为广泛, 涉及鱼类、虾类、龟鳖类、蛙类、海参等养殖大类, 以及 37 个具体品种。药物检出情况以恩诺沙星、环丙沙星为主, 和文献报道的情况相类似<sup>[14-16]</sup>, 氧氟沙星、诺氟沙星也有检出, 主要集中在乌鳢、大口黑鲈、中华鳖 3 个品种。培氟沙星、洛美沙星则没有检出。

恩诺沙星、环丙沙星作为非禁用药, 其在养殖水产品中的残留量水平相对较高, 但可以通过科学用药度过休药期从而达到允许水平。但有内部资料显示, 我省农贸市场和超市等水产品流通领域所抽检的鱼类样品, 其恩诺沙星、环丙沙星的检出率高达 51.3%和 26.1%, 超标率达 12.2%; 虾类样品此 2 种药物的检出率达 31.3%和 21.8%, 超标率 12.9%, 远高于养殖场抽检的样品药物残留水平。因此, 市场流通领域的喹诺酮类药物残留问题相对于养殖场更值得引起警示, 并且根据水产品中恩诺沙星及其代谢物环丙沙星体内代谢动力学, 违规用药现象可能更为严重。

### 2.6.2 水产品中喹诺酮类药物健康风险评估

恩诺沙星作为限用药, 其代谢产物以恩诺沙星和环丙沙星的总量计。根据相关标准<sup>[8]</sup>, 恩诺沙星的人体每日最大允许摄入量 (allowable daily intake, ADI) 为 6.2 μg/(kg·bw), 人体体重以平均 60 kg 计算, 则每日的恩诺沙星最大允许摄入量为 372 μg。《中国居民膳食指南》建议的每日水产品摄入量为 40~75 g<sup>[17]</sup>, 按表 3 的检出值计算, 恩诺沙星(按恩诺沙星和环丙沙星总量计)每日允许摄入量及其与 ADI 的比值见表 6。

所有水产品按恩诺沙星检出以最大值计, 摄入量范围为 0.58~115.73 μg, 占 ADI 的 0.16%~31.11%。而据调查, 我省居民平均水产品日摄入量没有达到 75 g 的水平<sup>[18-19]</sup>, 因此对于水产品中的恩诺沙星、环丙沙星的摄入, 目前尚处于相对安全的水平。

表 6 恩诺沙星每日允许摄入量与 ADI 比较  
Table 6 Comparison of daily allowable intake with ADI of enrofloxacin

品种	恩诺沙星检出平均值 (μg/kg)	恩诺沙星检出最大值 (μg/kg)	日平均摄入量 /μg	占 ADI /%	日最大摄入量 /μg	占 ADI /%
鱼类	87.8	1543	3.51~6.59	0.94~1.77	61.72~115.73	16.59~31.11
虾类	53.5	864.8	2.14~4.01	0.58~1.08	34.59~64.86	9.30~17.44
蛙类	70.8	264.2	2.83~5.31	0.76~1.43	10.57~19.82	2.84~5.33
龟鳖类	66.6	343	2.66~5.00	0.72~1.34	13.72~25.73	3.69~6.92
其他类	14.6	14.6	0.58~1.10	0.16~0.29	0.58~1.10	0.16~0.29

农业部公告禁止食品动物中氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星 4 种喹诺酮类的使用。因此, 尽管氧氟沙星和诺氟沙星检出率不高, 但最大检出值已经达到 984  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 国内外对于这 4 类药物在水产动物体内的药代动力学研究尚不足, 存在潜在危害性, 须引起密切关注并做好应对措施。

### 3 结 论

本研究对 2018—2019 年浙江省养殖水产品中 6 种喹诺酮类药物残留进行了分析, 并对其摄入风险进行了评估。恩诺沙星、环丙沙星在我省水产养殖过程中使用较为普遍, 涵盖绝大部分养殖品种, 氧氟沙星、诺氟沙星在少数养殖品种中有使用, 且部分残留限量较高; 培氟沙星、洛美沙星在我省养殖品种中未曾检出。食用养殖水产品中恩诺沙星的药物残留风险相对较低, 目前尚处于相对安全的水平。因是初步推断, 存在样品取样量不足、实际膳食摄入调研不足等多种因素, 此次评价范围仅针对 18 至 59 周岁水产品摄入量一般水平的普通成年人群, 具有一定的参考意义。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部. 关于发布《水产养殖用药明白纸 2020 年 1、2 号》宣传材料的通知(农渔养函[2020]109 号)[EB/OL]. [2020-09-30]. [http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202010/t20201012\\_6354054.htm](http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202010/t20201012_6354054.htm).  
Ministry of Agriculture and Rural Affairs of People's Republic of China. Notice on the release of publicity materials for *Clear Paper of Aquaculture Drug Use No.1 and 2 2020 (No.109[2020] of Ministry of Agriculture and Rural Affairs and Fisheries Administration)* [EB/OL]. [2020-09-30]. [http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202010/t20201012\\_6354054.htm](http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202010/t20201012_6354054.htm).
- [2] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业部公告第 2292 号 [EB/OL]. [2015-09-01]. [http://www.moa.gov.cn/nybg/2015/jiuqi/201712/t20171219\\_6103873.htm](http://www.moa.gov.cn/nybg/2015/jiuqi/201712/t20171219_6103873.htm).  
Ministry of Agriculture of People's Republic of China. Announcement No. 2292 of the Ministry of Agriculture of the People's Republic of China [EB/OL]. [2015-09-01]. [http://www.moa.gov.cn/nybg/2015/jiuqi/201712/t20171219\\_6103873.htm](http://www.moa.gov.cn/nybg/2015/jiuqi/201712/t20171219_6103873.htm).
- [3] 余军楠, 方昊, 胡建林, 等. 江苏四个典型克氏原螯虾养殖区抗生素污染特征与生态风险评估[J]. 农业环境科学学报, 2020, 39(2): 386–393.  
YU JN, FANG H, HU JL, *et al.* Contamination characteristics and ecological risk assessment of antibiotics in four typical *Procambarus clarki* aquaculture environments in Jiangsu province, China [J]. *J Agro-Environ Sci*, 2020, 39(2): 386–393.
- [4] 方昊, 余军楠, 王智峰, 等. 江苏典型中华绒螯蟹养殖区抗生素污染特征与生态风险评估[J]. 农业环境科学学报, 2019, 35(11): 1436–1444.  
FANG H, YU JN, WANG ZF, *et al.* Contamination characteristics and ecological risk assessment of antibiotics in typical *Eriocheir sinensis* aquaculture environments of Jiangsu province, China [J]. *J Agro-Environ Sci*, 2019, 35(11): 1436–1444.
- [5] 郝勤伟, 徐向荣, 陈辉, 等. 广州市南沙水产养殖区抗生素的残留特性[J]. 热带海洋学报, 2017, 36(1): 106–113.  
HAO QW, XU XR, CHEN H, *et al.* Residual antibiotics in the Nansha aquaculture area of Guangzhou [J]. *J Trop Ocean*, 2017, 36(1): 106–113.
- [6] 李晓晶, 于鸿, 甘平胜, 等. 广州市居民动物性膳食中喹诺酮和四环素类抗生素残留暴露评估[J]. 现代预防医学, 2016, 43(24): 4447–4451.  
LI XI, YU H, GAN PS, *et al.* Assessment of exposure of Guangdong residents to quinolones and tetracycline antibiotics in animal dietary [J]. *Mod Prev Med*, 2016, 43(24): 4447–4451.
- [7] GB/T 30891—2014 水产品抽样规范[S].  
GB/T 30891—2014 Practice of sampling plans for aquatic products [S].
- [8] GB 31650—2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量[S].  
GB 31650—2019 National food safety standard-Maximum residue limits for veterinary drugs in foods [S].
- [9] 张明, 王建华, 赵毅, 等. 20 味中草药对鳃弧菌的药敏试验[J]. 动物医学进展, 2005, 26(8): 77–79.  
ZHANG M, WANG JH, ZHAO Y, *et al.* Study on the inhibition for *Vibrisis anguillarum* of fish disease with Chinese herb medicine [J]. *Prog Vet Med*, 2005, 26(8): 77–79.
- [10] 张石云, 宋超, 陈家长. 喹诺酮类抗生素在水产养殖中应用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(3): 32–36.  
ZHANG SY, SONG C, CHEN JC. Advances in the application of quinolones in aquaculture [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2019, 47(3): 32–36.
- [11] 李妍, 闫蕊, 王孝研, 等. 动物源性食品中氟喹诺酮类抗生素残留检测方法的研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(10): 2918–2928.  
LI Y, YAN R, WANG XY, *et al.* Investigation and analysis on food safety sampling inspection of animal derived aquatic products in Xinjiang in 2019 [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(10): 2918–2928.
- [12] 孙长华, 闫蕊, 李妍. 高效液相色谱-串联质谱法测定动物源性基质中氟喹诺酮及四环素类抗生素残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(5): 1829–1837.  
SUN CH, YAN R, LI Y. Determination of fluoroquinolones and tetracyclines antibiotics residues in animal-derived matrix by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *J Food Saf Qual*, 2017, 8(5): 1829–1837.
- [13] 杨永涛, 何秀婷, 聂湘平, 等. 广州地区淡水鱼体内喹诺酮类药物残留调查[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(2): 109–111.  
YANG YT, HE XT, NIE XP, *et al.* Preliminary Investigation of three quinolones in the muscle tissues of four fishes collected from the markets in Guangzhou city [J]. *J Environ Health*, 2009, 26(2): 109–111.
- [14] 张秋萍, 李建, 王春民. 苏州市水产品中喹诺酮类抗生素残留水平及安全性评价[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 22(10): 2417–2422.  
ZHANG QP, LI J, WANG CM. Residual level and safety assessment of quinolone antibiotics in aquatic products in Suzhou [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2012, 22(10): 2417–2422.
- [15] 蒋长征, 戎江瑞, 齐敏, 等. 宁波市鲜活水产品恩诺沙星残留调查分析[J]. 现代预防医学, 2007, 34(21): 4094–4095.  
JIANG CZ, RONG JR, QI M, *et al.* Investigation of enrofloxacin residue in fresh aquatic products in Ningbo [J]. *Mod Prev Med*, 2007, 34(21): 4094–4095.
- [16] 刘少颖, 黄希汇, 胡柯君, 等. 杭州市动物性食品中喹诺酮类抗生素残留水平及安全性评价[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(18): 2280–2285.  
LIU SY, HUANG XH, HU KJ, *et al.* Residual level and safety assessment of quinolone antibiotics in animal food in Hangzhou [J]. *Chin J Health Lab Technol*, 2018, 28(18): 2280–2285.

[17] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2016 版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.  
Chinese Nutrition Society. China dietary guidelines for nutrition (2016 edition) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2016.

[18] 苏畅, 王志宏, 贾小芳, 等. 2015 年中国十五省(区、市)18-59 岁居民水产品类食物摄入状况分析[J]. 营养学报, 2018, 40(1): 23-26.  
SU C, WANG ZH, JIA XF, *et al.* An analysis on marine food consumption among Chinese adults aged 18 to 59 years old in 15 provinces in 2015 [J]. Acta Nutr Sin, 2018, 40(1): 23-26.

[19] 吕娜, 沈明浩, 黄益湘, 等. 东南沿海地区城市居民膳食结构和营养状况调查[J]. 卫生研究, 2012, 41(3): 429-432.  
LV N, SHEN MH, HUANG YX, *et al.* Evaluation of dietary pattern and nutritional status of residents in southeast coastal area [J]. J Hyg Res, 2012, 41(3): 429-432.

(责任编辑: 韩晓红)

### 作者简介



贝亦江, 硕士, 工程师, 主要研究方向为水产养殖与水产品质量安全。  
E-mail: astrobaby@163.com



周凡, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为水产养殖与水产动物营养。  
E-mail: zhoufan0302@126.com



## “天然产物综合利用与检测”专题征稿函

天然产物是指由动物、植物或昆虫、海洋生物和微生物体内分离出来的生物二次代谢产物及生物体内源性生理活性化合物。近年来随着养生理念逐渐深入人心, 天然产物对健康促进作用的相关研究也获得了越来越多的关注。此外, 茶多酚、香辛料、壳聚糖、细菌素等天然产物在食品的护色保鲜领域也起着重要的作用。我国是天然资源大国, 也是应用天然产物历史最悠久的国家之一。如何充分发挥我国的资源优势, 从而更好地利用我国丰富的自然资源, 是亟待解决问题。

鉴于此, 本刊特别策划了“天然产物综合利用与检测”专题。专题将围绕天然产物的作用机理、分离鉴定、分析提纯、活性评价以及天然产物综合利用与检测等, 或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可, 专题计划在 2021 年 4 月出版。

本刊主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员与本专题主编吕兆林教授特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2021 年 4 月 1 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**天然产物综合利用与检测**):

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者

登录-注册投稿-投稿栏目选择“2021 专题: **天然产物综合利用与检测**”)

邮箱投稿: E-mail: [jfoodsq@126.com](mailto:jfoodsq@126.com)(备注: **天然产物综合利用与检测**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部