

3 种养殖淡水鱼兽药残留及其食用健康风险评价

罗 钦^{1*}, 钟茂生², 朱品玲², 方 灵¹, 刘文静¹

(1. 福建省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所/福建省农产品质量安全重点实验室, 福州 350003;
2. 中华人民共和国宁德海关, 宁德 352100)

摘 要: **目的** 了解福建省主要养殖淡水鱼中兽药残留水平及评价其食用安全风险。**方法** 以草鱼、罗非鱼和鳊鱼为研究对象, 分析其药物残留及其代谢物残留含量, 运用单因子污染指数法、综合污染指数法和目标危险系数法进行污染评价。**结果** 在 3 种养殖淡水鱼肌肉中, 36 种药物中有 31 种(包含 14 种渔用禁药)未检出, 只有甲氧苄啶、磺胺嘧啶、甲砒霉素、氟苯尼考和恩诺沙星等 5 种药物被检测出, 残留量最高的是氟苯尼考(179.33 μg/kg), 次之为磺胺嘧啶(161.20 μg/kg); 有 1 个罗非鱼样品的磺胺嘧啶含量超过了标准限量值; 单项污染指数评价表明, 除了 1 个罗非鱼样品受到磺胺嘧啶重度污染和 1 个鳊鱼样品受到甲氧苄啶轻度污染外, 其余的 55 份淡水鱼样品的药物残留处于正常背景水平; 综合污染指数评价表明, 除了有 1 份罗非鱼样品处于轻度污染水平外, 98.24% 的淡水鱼的综合药物残留处于正常背景水平, 其卫生质量均正常; 成人和儿童的复合药物危害系数最大的均为鳊鱼; 94.74% 的淡水鱼长期被成人摄食不会造成潜在的药物健康风险, 91.23% 的淡水鱼长期被儿童摄食不会造成潜在的药物健康风险。**结论** 福建省 3 种养殖淡水鱼食用仍存在一定的药物健康风险, 今后应继续保持高压监管, 并对出现的个别药物污染进行更精准的管控。

关键词: 淡水鱼; 药物污染; 健康风险评价

Veterinary drug residues and edible health risk assessment of 3 kinds of cultured freshwater fish

LUO Qin^{1*}, ZHONG Mao-Sheng², ZHU Pin-Ling², FANG Ling¹, LIU Wen-Jing¹

(1. Institute of Agricultural Quality Standards and Testing Technology Research/Fujian Key Laboratory of Agro-products Quality & Safety, Fuzhou 350003, China; 2. Ningde Customs of the People's Republic of China, Ningde 352100, China)

ABSTRACT: Objective To understand the level of veterinary drug residues in main cultured freshwater fish in Fujian province and to evaluate the risk of food safety. **Methods** Taking *Ctenopharyngodon idellus*, *Oreochromis mossambicus* and *Anguillidae* as the research objects, the content of drug residue and its metabolite residue was analyzed, and the pollution was evaluated by the single factor pollution index method, comprehensive pollution index method and target risk coefficient method. **Results** Among the 3 species of cultured freshwater fish muscle, 31 of 36 drugs (including 14 banned drugs for fishery use) were not detected, only trimethoprim, sulfadiazine, methionomycin, flufenicol and enoxacin were detected. The highest residual amount was flufenicol (179.33 μg/kg),

基金项目: 福建省科技厅省属公益类科研专项(2019R1022-7)、福建省农业科学院创新团队项目(STIT2017-1-12)和福建省农业科学院科技服务团队项目(KJFW19)

Fund: Supported by the Public Welfare Project of Fujian Province (2019R1022-7), Innovation Team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (STIT2017-1-12) and Technology service team Project of Fujian Academy of Agricultural Sciences (KJFW19)

***通讯作者:** 罗钦, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。E-mail: 33044390@qq.com

***Corresponding author:** LUO Qin, Associate Professor, Institute of Quality Standards and Testing Technology, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China. E-mail: 870993292@qq.com

followed by sulfadiazine (161.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$). One *Oreochromis mossambicus* sample had sulfadiazine content in excess of the standard limit value. The evaluation of single pollution index showed that except one *Oreochromis mossambicus* sample was heavily polluted by sulfadiazine and one *Anguillidae* sample was slightly polluted by trimethopridine, the drug residues in the remaining 55 freshwater fish samples were at the normal background level. The comprehensive pollution index evaluation showed that except for one *Oreochromis mossambicus* sample at the mildly polluted level, 98.24% of the freshwater fish had the comprehensive drug residue at the normal background level and the hygienic quality was normal. *Anguillidae* was the most harmful factor in both adults and children. Totally 94.74% of the freshwater fish were ingested by adults for a long time without causing potential medical risks, while 91.23% of the freshwater fish were ingested by children without causing potential medical risks. **Conclusion** There are still some health risks associated with the consumption of 3 kinds of cultured freshwater fish in Fujian province. In the future, high pressure supervision should be maintained and individual drug contamination should be more accurately controlled.

KEY WORDS: freshwater fish; drug pollution; health risk assessment

1 引言

依据 2013 年至 2018 年《中国渔业统计年鉴》^[1]提供的资料可知,福建省是我国重要的水产品生产大省,水产品产量逐年上升而且连续多年位居全国第三,其淡水养殖面积达 10.25 万公顷,主要养殖淡水鱼(产量占比大于 10%)为草鱼、罗非鱼和鳊鱼,这 3 种淡水鱼的总产量从 2013 年起就连续占福建省养殖淡水鱼产量的 50%以上。随着水产养殖规模不断扩大,养殖密度也在不断增大,各种水产病害爆发日益频繁,导致生产过程中容易发生过度用药、不按规定用药和使用违禁药物的现象,药物滥用会造成水产养殖动物的体内产生药物残留,药物残留对人类及环境的危害主要是慢性、远期和累积性的,研究报道表明有些药物残留会产生致癌作用、致突变作用、致畸作用、发育毒性、体内蓄积、免疫抑制、致敏和诱导耐药菌株的产生等^[2]。针对福建省水产养殖环境恶化、养殖资源过度利用、药物不规范使用和违法违规药物使用等问题,根据 2011 年农业部《全国农业和农村经济发展第十二个五年规划》的要求,我国全面启动并推进农产品质量安全风险评估体系建设,福建省近几年也相应地开展了水产品中药物污染方面的质量安全风险评估。

宿志红等^[3]报道在 2015 年 11 月,福建省东山县海洋与渔业执法大队执法人员联合公安部门发现辖区内某养殖场疑似使用禁用渔药,经检测,送检的石斑鱼、虎斑鱼和养殖场水样品检出味喃西林、孔雀石绿。罗冬莲^[4]研究表明漳江口的黄鳍鲷体内三氯杀螨醇残留最高,刀额新对虾次之,然后是鲮鱼和鲫鱼,但都低于欧盟、美国、日本的安全限量,漳江口水域水产品消费引起的三氯杀螨醇接触风险为可接受风险。叶玫等^[5]研究表明福建省大黄鱼主产区的大黄鱼中多氯联苯残留范围为 1.32 ~ 5.57 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (湿质量),远低于国内外食品安全限量标准,经评估,由此引

起的健康风险小。王臻^[6]研究表明整体上贝类养殖环境质量良好,但贝类受石油烃污染较严重。叶玫等^[7]研究表明闽东沿岸生态监控区经济水产品中六六六残留量处于较低水平,而滴滴涕残留量处于中等水平。闽东沿岸生态监控区经济水产品中六六六、滴滴涕的残留量符合我国的无公害水产品质量安全标准,低于欧盟、美国、日本的安全限量,经评估,闽东沿岸生态监控区经济水产品消费引起的六六六、滴滴涕的接触风险和潜在致癌风险均为可接受风险。

近几年,随着福建省质检体系建设日趋完善,福建省的水产品质量安全水平保持稳定,但是福建省水产品质量安全事件仍然偶有发生,安全风险调控基础仍较薄弱、质量安全风险评估较鲜见,水产品质量安全风险评估的品种、范围和危害因子亟待扩大和完善。因此本研究通过对福建省各地主养区的草鱼、罗非鱼、鳊鱼肌肉中硝基呋喃类、喹诺酮类、磺胺类、氯霉素类和染料类等 36 种药物及其代谢物残留量进行检测,并采用目标危险系数法(target hazard quotients, THQ)评估摄食鱼类的药物健康风险,了解鱼类药物污染现状,为该区域淡水鱼健康养殖和消费者安全食用淡水鱼提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 样品的采集

鱼类样品均取自福建省的淡水鱼养殖场,从龙岩、南平、三明等闽中西北地区的 33 家养殖场取回草鱼样品 33 份,从漳州、莆田、龙岩等闽中西南地区的 13 家养殖场取回罗非鱼样品 13 份,从莆田、三明、宁德、南平等闽中东北地区的 11 家养殖场取回鳊鱼样品 11 份,每份样品均取 3 尾鱼,采样信息详见表 1。鱼类样品装入聚乙烯自封袋,放入冷藏箱运回实验室,置 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷冻保存。

表 1 3 种淡水鱼采样信息
Table 1 Sampling information of 3 kinds of fresh water fish

种名	养殖场面积	养殖模式	体长范围/cm	体重范围/kg
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	>50 亩	池塘	45.63~62.62	12.63~15.70
罗非鱼 <i>Oreochromis mossambicus</i>	>30 亩	池塘	28.75~37.25	0.42~0.84
美洲鳗鱼 <i>Anguilla rostrata</i>	>20 亩	精养池	58.66~72.17	0.33~0.51

2.2 试剂与仪器

呋喃唑酮、呋喃它酮、呋喃妥因、呋喃西林、孔雀石绿、隐色孔雀石绿、结晶紫、隐色结晶紫、甲砒霉素、氟苯尼考、氯霉素、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、环丙沙星、洛美沙星、丹诺沙星、恩诺沙星、沙拉沙星、双氟沙星、司帕沙星、磺胺嘧啶、磺胺噻唑、磺胺甲噁唑、磺胺甲氧嗪、磺胺异恶唑、磺胺二甲噻唑、磺胺喹沙啉、磺胺地索辛、磺胺苯吡唑、磺胺甲恶唑、磺胺多辛、磺胺氯噻嗪、磺胺间甲氧嘧啶、甲氧苄啶和磺胺对甲氧嘧啶等标准品(色谱纯, 德国 Dr.Ehrestorfer 公司); 乙酸乙酯、甲醇、乙腈、甲酸(色谱纯, 德国 Merck 公司); 乙腈、甲醇、正己烷、乙二胺四乙酸二钠、磷酸二氢钠(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

1290-6460 型三重四级杆液相色谱/质谱联用仪、1260-6410 型三重四级杆液相色谱/质谱联用仪(美国 Agilent 公司); Oasis HLB 固相萃取小柱(200 mg 6 cc, 美国 Waters 公司); N-1200B 型旋转蒸发仪(上海爱郎仪器有限公司); CNW 12 型固相萃取仪(德国 CNW 公司); XS105DU 电子天平、ML203 电子天平(瑞士 Mettler Toledo 公司); MS3 型漩涡混合器、T28 型高速分散器(德国 IKA 公司); Milli-Q 型超纯水系统(美国 Millipore 公司); EVA30 自动氮吹浓缩仪(北京普立泰科公司); 320R 型台式离心机(德国 Hettich 公司)。

2.3 样品处理及药物残留量测定

鱼类样品分别经解冻清洗后, 去头、骨、内脏, 取肌肉、鱼皮等可食部分, 采用组织粉碎机混合均匀后, 置于聚乙烯袋中密封和-20 °C 冷冻保存。混合样品中呋喃唑酮、呋喃它酮、呋喃妥因、呋喃西林采用 GB/T 21311-2007 《动物源性食品中硝基呋喃类药物代谢物残留量检测方法 高效液相色谱/串联质谱法》^[8]进行检测; 孔雀石绿、隐色孔雀石绿、结晶紫、隐色结晶紫采用 GB/T 19857-2005 《水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定》^[9]方法进行测定; 甲砒霉素、氟苯尼考、氯霉素采用 GB/T 20756-2006 《可食动物肌肉、肝脏和水产品中氯霉素、甲砒霉素和氟苯尼考残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》^[10]进行测定; 氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、环丙沙星、洛美沙星、丹诺沙星、恩诺沙星、沙拉沙星、双氟沙星、司帕沙星采

用 GB/T 20366-2006 《动物源产品中喹诺酮类残留量的测定 液相色谱-串联质谱法》^[11]进行检测; 磺胺嘧啶、磺胺噻唑、磺胺甲噁唑、磺胺甲氧嗪、磺胺异恶唑、磺胺二甲噻唑、磺胺喹沙啉、磺胺地索辛、磺胺苯吡唑、磺胺甲恶唑、磺胺多辛、磺胺氯噻嗪、磺胺间甲氧嘧啶、甲氧苄啶和磺胺对甲氧嘧啶采用 GB/T 21316-2007 《动物源性食品中磺胺类药物残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法》^[12]进行测定。

2.4 药物残留污染评价

本研究运用单因子污染指数法和综合污染指数法对鱼体内药物残留污染状况进行评价^[13], 公式如下:

单因子污染指数法:

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中, P_i 为药物残留的单项污染指数; C_i 为药物残留 i 含量实测浓度, $\mu\text{g}/\text{kg}$; S_i 为药物残留 i 含量标准值, $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。甲氧苄啶、磺胺嘧啶、甲砒霉素、氟苯尼考和恩诺沙星+环丙沙星的标准限量值分别为 50、100、50、1000 和 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[14]。当 $P_i < 0.2$ 时, 为正常背景水平; $0.2 \leq P_i < 0.6$ 时, 为轻度污染; $0.6 \leq P_i < 1.0$ 时, 为中度污染; $P_i \geq 1.0$ 时, 为重度污染。

综合污染指数法:

$$P_{\text{综}} = \sqrt{\frac{(P_{\text{ave}})^2 + (P_{\text{max}})^2}{2}}$$

式中, $P_{\text{综}}$ 为鱼类药物残留综合污染指数; P_{ave} 为鱼类各单项污染指数 P_i 的平均值; P_{max} 为鱼类各单项污染指数中最大值。当 $P_{\text{综}} \leq 1.0$ 时, 为正常背景水平; $1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$ 时, 为轻度污染; $2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$ 时, 为中度污染; $P_{\text{综}} > 3.0$ 时, 为重度污染。

2.5 药物残留健康风险评价

本研究采用目标危害系数法^[15], 评估人体通过食物途径摄入药物残留的健康风险。

单一药物残留危害系数(THQ)计算公式:

$$THQ = \frac{E_F \times E_D \times F_{IR} \times c}{R_{FD} \times W_{AB} \times T_A} \times 10^{-3}$$

多种药物残留复合危害系数(TTHQ)计算公式:

$$TTHQ = \sum THQ$$

式中,

E_F 为人群暴露频率, d/a, 一般设定为 365 d/a^[16];

E_D 为暴露时间, a, 通常等于人均寿命, 一般取 $70 a^{[17]}$;
 F_{IR} 为食物摄入率, g/(person·d), 成人和幼儿平均每人每天摄入水产品分别为 $28.6 g^{[18]}$ 和 $25.3 g^{[19]}$;

c 为食物中药物残留含量水平, mg/kg;

R_{FD} 为口服参考剂量, mg/(kg·人), 根据 GB 31650-2019^[14]标准规定的每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)可知, 甲氧苄啶、磺胺嘧啶、甲砒霉素、氟苯尼考和恩诺沙星的 R_{FD} 分别为 0.0042、0.05、0.005、0.003 和 0.0062 mg/kg。

W_{AB} 为人体平均体重, kg, 成人平均体重取 56.7 kg, 3~6 岁儿童人均体重取 16.1 kg^[20];

T_A 为非致癌性暴露平均时间, 取 25550 d^[21]。

当 THQ 值 < 1 时, 则认定暴露人群无明显健康风险; 当 THQ 值 ≥ 1 时, 则认定暴露人群存在健康风险。

2.6 数据统计与分析

应用 Excel 2007 软件按照评价公式进行数据处理。

3 结果与分析

3.1 3 种淡水鱼肌肉中药物残留量特征

在所有检测样品中, 呋喃唑酮、呋喃它酮、呋喃妥因、呋喃西林、孔雀石绿、隐色孔雀石绿、结晶紫、隐色结晶紫、氯霉素、氧氟沙星、诺氟沙星、培氟沙星、洛美沙星、丹诺沙星、沙拉沙星、双氟沙星、司帕沙星、环丙沙星、磺胺噻唑、磺胺甲噻唑、磺胺甲氧嗪、磺胺异恶唑、磺胺二甲噻唑、磺胺喹沙啉、磺胺地索辛、磺胺苯吡唑、磺胺甲恶唑、磺胺多辛、磺胺氯噻嗪、磺胺间甲氧嘧啶和磺胺对甲氧嘧啶等 31 种药物检出率为 0.00%, 其中包含 14 种渔用禁药未被检测出, 说明我省相关监管部门对渔用禁药的管控取得很好效果, 有力地遏制养殖户非法使用禁药。

从表 2 可知, 只有 5 种药物被检测出, 恩诺沙星的检出率最高为 15.79%, 氟苯尼考次之为 3.51%, 另外 3 种药物甲氧苄啶、磺胺嘧啶和甲砒霉素的检出率均为 1.75%。整体上看 3 种淡水鱼肌肉中甲氧苄啶、甲砒霉素、氟苯尼考和恩诺沙星+环丙沙星(未检出)含量小于标准限量值 50、50、1000、100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 故超标率全都为 0.00%; 但是有 1 个样品磺胺嘧啶含量超过了标准限量值 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 超标率为 1.75%。说明甲氧苄啶、磺胺嘧啶、甲砒霉素、氟苯尼考、恩诺沙星这 5 种是我省淡水鱼养殖过程中广泛和大量使用的病害防控药物, 这与王明珠等^[22]研究结果相似, 但是除了氟苯尼考外, 另外在鱼体内的 4 种药物残留是人渔共用药物, 建议下一步有必要探究分析药物的来源; 同时建议超过标准限量值样品的生产者目前不能

销售该批次水产品, 继续养殖到药物代谢至经再次检测未超标及其评价合格后才能销售。

表 2 3 种淡水鱼药物残留量(mg/kg, 湿重)
 Table 2 Drug residue contents level of 3 kinds of fresh water fish (mg/kg, wet weight)

种名	甲氧苄啶	磺胺嘧啶	甲砒霉素	氟苯尼考	恩诺沙星
平均值 _{草鱼}	/	/	/	/	0.5303
平均值 _{罗非鱼}	/	12.4000	/	/	/
平均值 _{美洲鳊鱼}	2.2636	/	0.0573	5.4342	/
范围	ND~24.90	ND~161.20	ND~1.89	ND~179.33	ND~5.10
检出率	1.75%	1.75%	1.75%	3.51%	15.79%
超标率	/	1.75%	/	/	/

注: “ND”表示未检出, 平均值计算时, “ND”数据作为 0 参与计算; “/”表示无超标, 下同。

3.2 3 种养殖淡水鱼肌肉药物单因子污染评价

3 种养殖淡水鱼肌肉药物单因子污染评价结果见表 3。单项污染指数评价表明: 除了 1 个罗非鱼样品受到磺胺嘧啶重度污染和 1 个鳊鱼样品受到甲氧苄啶轻度污染外, 3 种淡水鱼的另外 55 份样品的药物及其代谢物均处于正常背景水平。综合污染指数评价表明: 57 份淡水鱼样品中除了 1 份罗非鱼样品的综合污染指数值为 1.1403(在 1.0~2.0 之间, 说明罗非鱼处于轻度污染水平)外, 另外 56 份样品的数值均小于 1.0, 说明有 98.24% 的淡水鱼的综合药物残留处于正常背景水平, 其卫生质量均正常。对于出现污染的这 2 个鱼类的养殖场, 要求其应等到鱼体药物代谢到正常背景水平后经检验合格后才能进行销售。

3.3 3 种淡水鱼食用健康风险评价

从表 4 可知, 对于成人而言, 除了有 1 份罗非鱼和 2 份鳊鱼样品草鱼的单一药物危害系数均有超过 1, 其余的 54 份淡水鱼样品的单一药物危害系数均小于 1, 说明有 94.74% 的淡水鱼长期被成人摄食不会造成潜在的药物健康风险; 对于儿童而言, 除了有 1 份草鱼、1 份罗非鱼和 3 份鳊鱼样品草鱼的单一药物危害系数均有超过 1, 其余的 52 份淡水鱼样品的单一药物危害系数均小于 1, 说明有 91.23% 的淡水鱼长期被儿童摄食不会造成潜在的药物健康风险。同时儿童的单一药物危害系数和复合药物危害系数均大于成人, 且儿童的复合药物危害系数约是成人的 3 倍, 这与杨涛^[23]的研究结果相似, 说明儿童对药物的敏感度要高于成人, 更容易受到药物的危害, 因此应该对儿童的食用鱼类等产品实施更为严格的质量检测与管控。

表 3 3 种淡水鱼中药物单因子污染指数
Table 3 Drug pollution indexes of 3 kinds of fresh water fish

种名	<i>P</i> _{甲氧苄啶}	<i>P</i> _{磺胺嘧啶}	<i>P</i> _{甲砒霉素}	<i>P</i> _{氟苯尼考}	<i>P</i> _{恩诺沙星}	<i>P</i> _{ave}	<i>P</i> _{max}	<i>P</i> _综	单项评价	综合评价	
草鱼					0.0140	0.0004	0.0140	0.0099	正常	正常	
					0.0160	0.0004	0.0160	0.0113	正常	正常	
					0.0120	0.0003	0.0120	0.0085	正常	正常	
					0.0190	0.0005	0.0190	0.0134	正常	正常	
		/	/	/	/	0.0280	0.0008	0.0280	0.0198	正常	正常
						0.0140	0.0004	0.0140	0.0099	正常	正常
						0.0100	0.0003	0.0100	0.0071	正常	正常
						0.0110	0.0003	0.0110	0.0078	正常	正常
罗非鱼	/	1.6120	/	/	/	0.0448	1.6120	1.1403	重度污染	轻度污染	
鳊鱼	/	/	0.0378	0.1793	/	0.0001	0.0030	0.0021	正常	正常	
	0.4980	/	/	/	/	0.0138	0.4980	0.3523	轻度污染	正常	

表 4 3 种淡水鱼食用健康风险评价
Table 4 Health risk assessment of drug of 3 kinds of fresh water fish

人群	种名	单一药物危害系数 THQ					复合药物危害系数 <i>TTHQ</i>	
		甲氧苄啶	磺胺嘧啶	甲砒霉素	氟苯尼考	恩诺沙星		
成人	草鱼						0.1139	0.1139
							0.1302	0.1302
							0.0976	0.0976
							0.1546	0.1546
			/	/	/	/	0.2278	0.2278
							0.1139	0.1139
	罗非鱼						0.0814	0.0814
							0.0895	0.0895
							0.4149	0.4149
		/	1.6262	/	/	/	1.6262	1.6262
		/		/	0.4960		0.4960	0.4960
		美洲鳊鱼	/	/	0.1907	30.1519	/	30.3426
儿童	草鱼						4.1866	4.1866
							0.3548	0.3548
							0.4050	0.4050
							0.3041	0.3041
							0.4816	0.4816
			/	/	/	/	0.7097	0.7097
	罗非鱼						0.3548	0.3548
							0.2535	0.2535
							0.2788	0.2788
							1.2926	1.2926
		/	5.0663	/	/	/	5.0663	5.0663
		/		/	1.5452		1.5452	1.5452
美洲鳊鱼	/	/	0.5940	93.9348	/	94.5288	94.5288	
						13.0429	13.0429	

4 结 论

综上所述,福建省 3 种养殖淡水鱼肌肉中 36 种药物只有甲氧苄啶、磺胺嘧啶、甲砒霉素、氟苯尼考和恩诺沙星等 5 种药物被检测出,有 14 种渔用禁药未被检测出,有 1 个罗非鱼样品的磺胺嘧啶含量超过了标准限量值;单项污染指数表明除了 1 个罗非鱼样品受到磺胺嘧啶重度污染和 1 个鳊鱼样品受到甲氧苄啶轻度污染外,其余的 3 种淡水鱼的 36 种药物及其代谢物均未出现污染;综合污染指数表明罗非鱼处于轻度污染水平,草鱼和鳊鱼最低均处于无污染水平;成人和儿童的复合药物危害系数最大的均为鳊鱼;94.74%的淡水鱼长期被成人摄食不会造成潜在的药物健康风险,91.23%的淡水鱼长期被儿童摄食不会造成潜在的药物健康风险。因此,虽然我省通过对渔用禁药的管控取得积极成效,但养殖户用药还不科学、不规范,今后应继续保持高压态势,并对个别药物污染进行更精准的管控。

参考文献

- [1] 中国渔业统计年鉴[Z]. China fishery statistical yearbook [Z].
- [2] 朱远芳. 福建省渔药使用状况调查与研究[D]. 厦门: 集美大学, 2013. Zhu YF. Investigation and study on fishery medicine use in Fujian province [D]. Xiamen: Jimei University, 2013.
- [3] 宿志红, 王鸿飞. 农业部公布农产品质量安全执法监管典型案例[J]. 中国食品药品监管, 2017, 7: 34-35. Su ZH, Wan HF. The Ministry of Agriculture announces typical cases of law enforcement and supervision of agricultural product quality and safety [J]. China Food Drug Admin, 2017, 7: 34-35.
- [4] 罗冬莲. 福建漳江口水域表层水、沉积物及水生生物中三氯杀螨醇的残留研究[J]. 福建水产, 2015, 37(2): 119-126. Luo DL. The residues of dicofol in the surface waters, sediments and aquatic organisms from Zhangjiang river estuary of Fujian [J]. J Fujian Fish, 2015, 37(2): 119-126.
- [5] 叶玫, 吴成业, 余颖, 等. 福建省养殖大黄鱼中指示性多氯联苯残留水平及人体暴露风险评估[J]. 海洋科学, 2011, 35(11): 65-68. Ye M, Wu CY, Yu Y, *et al.* Risk assessment of residual PCBs in cultured large yellow croakers in Fujian province, China [J]. Marine Sci, 2011, 35(11): 65-68.
- [6] 王臻. 福建沿海中北部主要贝类养殖区沉积物、贝类质量的初步分析和评价[J]. 福建水产, 2010, 29(3): 39-45. Wan Z. Preliminary analysis and evaluation on the environment of shellfish culture area and the quality of shellfishes in north-central coast of Fujian province [J]. J Fujian Fish, 2010, 29(3): 39-45.
- [7] 叶玫, 阮金山, 钟硕良, 等. 闽东沿岸生态监控区经济水产品中六六六、滴滴涕残留与风险评估[J]. 水产学报, 2010, 34(8): 1260-1269. Ye M, Ruan JS, Zhong SL, *et al.* Residue and risk assessment of BHCs and DDTs for commercial aquatic products in Mindong ecological monitoring area, Fujian East Coast, China [J]. J Fish China, 2010, 34(8): 1260-1269.
- [8] GB/T 21311-2007 动物源性食品中硝基呋喃类药物代谢物残留量检测方法 高效液相色谱/串联质谱法[S]. GB/T 21311-2007 Determination of residues of nitrofurans metabolites in foodstuffs of animal origin-HPLC-MS/MS method [S].
- [9] GB/T 19857-2005 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定[S]. GB/T 19857-2005 Determination of malachite green and crystal violet residues in aquatic product [S].
- [10] GB/T 20756-2006 可食动物肌肉、肝脏和水产品中氯霉素、甲砒霉素和氟苯尼考残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S]. GB/T 20756-2006 Method for the determination of chloramphenicol, thiamphenicol, and florfenicol residues in edible animal muscles, liver and aquatic products-LC-MS-MS method [S].
- [11] GB/T 20366-2006 动物源产品中喹诺酮类残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S]. GB/T 20366-2006 Method for the determination of quinolones in animal tissues-LC-MS/MS method [S].
- [12] GB/T 21316-2007 动物源性食品中磺胺类药物残留量的测定 液相色谱-质谱/质谱法[S]. GB/T 21316-2007 Determination of residues of sulfonamides in foodstuffs of animal origin-LC-MS/MS [S].
- [13] 刘金苓, 李华丽, 唐以杰, 等. 珠海淇澳岛红树林湿地经济鱼类的重金属污染现状及对人体健康风险分析[J]. 生态科学, 2017, 36(5): 186-195. Liu JL, Li HL, Tang YJ, *et al.* Heavy metal pollution and risk analysis to human in economic fish of Mangrove wetland in Qi'ao island, Zhuhai [J]. Ecol Sci, 2017, 36(5): 186-195.
- [14] 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].
- [15] Liang G, Gong WW, Li BR, *et al.* Analysis of heavy metals in foodstuffs and an assessment of the health risks to the general public via consumption in Beijing, China [J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16(6): 1-10.
- [16] US EPA. Risk based concentration table [R]. Washington DC: United States Environment Protection Agency, 2000.
- [17] Bennett D, Kastenber WE, Mckone TE. A multimedia, multiple pathway risk assessment of atrazine: The impact of age differentiated exposure including joint uncertainty and variability [J]. Reliab Eng System Saf, 1999, 63(2): 185-198.
- [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] 李子一, 张雅蓉, 王金子, 等. 中国 3-12 岁儿童膳食种类及摄入量调查[J]. 中国食物与营养, 2014, 20(9): 78-82. Li ZY, Zhang YR, Wang JZ, *et al.* Investigation on dietary types and intakes

- of children aged 3 to 12 in China [J]. Food Nutr China, 2014, 20(9): 78–82.
- [20] 巴义名, 闫保庆, 王志强. 2000 年贵州省国民体质身体形态的现状特征和变化规律[J]. 北京体育大学学报, 2002, (2): 218–221.
- Ba YM, Yan BQ, Wang ZQ. Characteristic of people's constitution and body shape in Guizhou province of China and its law of change [J]. J Beijing Univ Phys Educ, 2002, (2): 218–221.
- [21] 高培培, 肖冰, 刘文菊, 等. 莲藕中重金属含量特征及其健康风险评估[J]. 环境化学, 2020, 39(2): 362–370.
- Gao PP, Xiao B, Liu WJ, *et al.* Analysis and health risk assessment of heavy metal in lotus root [J]. Environ Chem, 2020, 39(2): 362–370.
- [22] 王明珠, 陈玲, 赵宏宇, 等. 养殖对虾中抗生素的残留及其健康风险[J]. 环境监测管理和技术, 2018, 30(2): 34–38.
- Wang MZ, Chen L, Zhao HY, *et al.* Antibiotic residues in farmed shrimp and human health risk [J]. Admin Technol Environ Monitor, 2018, 30(2): 34–38.
- [23] 杨涛. 赣南钨矿区农田土壤重金属污染特征及风险评估[D]. 赣州: 江西理工大学, 2016.
- Yang T. Characteristics and risk assessment of heavy metal pollution in farmland soil in tungsten ore area of southern Jiangxi province [J]. Ganzhou: Jiangxi University of Science and Technology, 2016.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



罗 钦, 副研究员, 主要研究方向为农产品质量安全与风险评估。
E-mail: 33044390@qq.com

“茶学研究”专题征稿函

茶叶源于中国, 与咖啡、可可并称为世界三大饮料。茶叶可鲜食, 也可以加工精制备用, 具有降压、提神等多种保健功能, 且含有多种有机化学成分和无机矿物元素。国内外对茶叶市场需求稳定增长, 我国的茶产业增长潜力巨大, 茶已成为社会生活中不可缺少的健康饮品和精神饮品。

鉴于此, 本刊特别策划了“茶学研究”专题, 主要围绕茶叶的贮藏保鲜、精深加工、品质评价、生物化学和功能性成分、香气成分分析、污染物分析检测、茶树生长代谢、茶叶资源的质量标准化等方面展开论述和研究, 综述及研究论文均可。

鉴于您在该领域丰富的研究经历和突出的学术造诣, 本刊主编吴永宁研究员特别邀请您为本专题撰写稿件, 综述、研究论文、研究简报均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。

本专题计划在 2021 年 3 月出版, 请在 2021 年 1 月 30 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。

希望您能够通过各种途径宣传此专题, 并积极为本专题推荐稿件和约稿对象。

同时, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com(注明茶学研究专题)

E-mail: jfoodsqa@126.com(注明茶学研究专题)