

风险评估

上海市市售3种鱼类中孔雀石绿和硝基呋喃化合物
监测结果及膳食暴露评估

张旭晟, 宇盛好, 李亦奇, 张露菁, 彭少杰

(上海市食品药品监督管理局科技情报研究所, 上海 200233)

摘要:目的 了解2008—2018年上海市市售大菱鲆、乌鳢和鳊鱼中孔雀石绿和硝基呋喃化合物残留(即“三鱼两药”)动态变化趋势,评估膳食暴露风险。方法 采用2008—2018年原上海市食品药品监督管理局“三鱼两药”风险监测数据,结合2013年上海市居民膳食消费量调查结果,采用暴露边界比(MOE)法进行膳食暴露评估。结果 11年来上海市“三鱼两药”风险监测不合格率为19.0%(148/779),各年度不合格率呈现波动下降趋势。其中,2018年不合格率(3.6%,2/55)较2008年(33.7%,30/89)下降89.3%。按品种统计,11年间大菱鲆、乌鳢和鳊鱼中“两药”不合格率分别为42.6%(100/235)、8.6%(21/244)和9.0%(27/300),其中硝基呋喃化合物不合格率(17.8%,139/779)较孔雀石绿(1.2%,9/779)更为突出。上海市居民通过“三鱼”摄入孔雀石绿和硝基呋喃化合物的MOE分别为 1.7×10^6 和 1.6×10^6 ,健康风险均较低($MOE > 10^4$)。结论 上海市市售水产品中“三鱼两药”问题趋于好转,居民通过“三鱼”摄入“两药”的健康风险较低,但考虑到“两药”为禁用兽药,仍需相关部门保持高压监管态势。

关键词:水产品;大菱鲆;乌鳢;鳊鱼;禁用兽药;孔雀石绿;硝基呋喃化合物;膳食暴露;风险评估

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2020)01-0088-05

DOI:10.13590/j.cjfh.2020.01.017

Result analysis and dietary risk assessment on the risk monitoring data of malachite green and nitrofurans in three kinds of fish in Shanghai

ZHANG Xusheng, YU Shenghao, LI Yiqi, ZHANG Lujing, PENG Shaojie

(Science and Technology Information Institute of Shanghai Food and Drug

Administration, Shanghai 200233, China)

Abstract: Objective To evaluate the dynamic changes of residue level of malachite green (MG) and nitrofurans, including relevant metabolites, in turbot, snakehead fish and Chinese perch (i. e., “two types of prohibited veterinary drug abused in three kinds of fishes” issue) in Shanghai from 2008 to 2018, and to conduct dietary risk assessments of Shanghai residents. **Methods** Based on risk monitoring project from 2008 to 2018, a margin of exposure (MOE) approach was applied to evaluate human health risk according to the daily food consumption investigation of local residents. **Results** The average unqualified rate of two types of prohibited drugs abused in three kinds of fish was 19.0% (148/779) in the past 11 years, which fluctuated in a downward trend. The unqualified rate dropped from 33.7% (30/89) in 2008 to 3.6% (2/55) in 2018 with a 89.3% declining range. In terms of different fish species, the unqualified rates of MG and nitrofurans in turbot, snakehead fish and Chinese perch were 42.6% (100/235), 8.6% (21/244) and 9.0% (27/300), respectively. Nitrofurans abuse problem (17.8%, 139/779) outweighed that of MG (1.2%, 9/779) in the past 11 years. The chronic risks of dietary intake of MG and nitrofurans from fishes were classified at very low level ($MOE > 10^4$), of which MOE were 1.7×10^6 and 1.6×10^6 , respectively. **Conclusion** The malachite green and nitrofurans abuse in three kinds of fish Shanghai was improved in general. Shanghai residents did not face a possible chronic health risk either from MG or nitrofurans in fishes; however, authorities should continuously keep tight supervision and control of the MG and nitrofurans as prohibited veterinary drugs.

Key words: Aquatic product; turbot; snakehead fish; Chinese perch; prohibited veterinary drug; malachite green; nitrofurans; dietary exposure; risk assessment

收稿日期:2019-11-15

基金项目:2019年度上海市市场监督管理局政策研究课题《水产品非法添加综合监管对策研究》

作者简介:张旭晟 男 助理工程师 研究方向食品安全风险监测与评估 E-mail: zhangxusheng@smda.sh.cn

通信作者:彭少杰 男 主任医师 研究方向食品安全风险监测与评估 E-mail: pengshaojie@smda.sh.cn

孔雀石绿 (malachite green, MG) 和硝基呋喃化合物 (nitrofurans) 均属于农业部禁止使用的兽药^[1-2]。大菱鲆、乌鳢和鳊鱼中的禁用兽药孔雀石绿和硝基呋喃化合物残留 (即“三鱼两药”问题) 是我国水产品质量安全较为突出的问题。孔雀石绿具有杀灭寄生虫、真菌等病原微生物的作用, 但具有潜在基因毒性和致癌性^[3-4], 特别是隐色孔雀石绿 (LMG) 具有脂溶性, 能在鱼体中长时间残留, 对人体健康具有潜在危害。硝基呋喃化合物属于广谱抗菌作用合成药物, 在体内代谢较为迅速, 代谢物能与体内蛋白质形成共价键。动物试验表明部分硝基呋喃及其代谢物可能具有致突变性和致癌性^[5-6]。目前, 呋喃唑酮和呋喃妥因为人用抗菌药^[7], 将硝基呋喃化合物滥用于动物会导致人用抗菌药产生耐药性。

近年来, 国家和上海市食品安全监管部门在食品安全监督抽检公示中多次发布大菱鲆、乌鳢和鳊鱼检出孔雀石绿或硝基呋喃化合物的信息^[8-9]。为此, 我国各地开展了多次“三鱼两药”专项整治工作^[10-12]。为进一步了解近年来上海市“三鱼两药”专项整治工作成效, 本研究对原上海市食品药品监督管理局组织监测的“三鱼两药”风险监测数据进行分析, 结合上海市居民膳食消费量调查结果, 评估上海市居民人群膳食暴露风险。

1 材料与方法

1.1 样品来源

采用的 779 份样品数据来源于原上海市食品药品监督管理局于 2008—2018 年开展的食品安全风险监测, 包括 235 份大菱鲆、244 份乌鳢和 300 份鳊鱼。上述样品随机采集于上海市 16 个区 612 个采样点, 包括流通环节 532 个采样点和餐饮环节 80 个采样点。样品标称或宣称产地来源主要集中于山东省、上海市、江苏省和广东省等。

1.2 方法

1.2.1 检测方法和评价标准

“三鱼两药”风险监测委托农业部水产品质量监督检验测试中心 (上海) 和上海出入境检验检疫局动植物与食品检验检疫技术中心开展样品检验, “两药”共涉及 10 项指标, 包括孔雀石绿、隐色孔雀石绿 2 项孔雀石绿指标和 4 种原药呋喃唑酮、呋喃西林、呋喃它酮、呋喃妥因及 4 种相应代谢物 3-氨基-2-噁唑烷基酮 (AOZ)、氨基脒 (SEM)、5-甲基吗啉-3-氨基-2-噁唑烷基酮 (AMOZ)、1-氨基-2-内酰胺 (AHD) 8 项硝基呋喃化合物指标。

2 项孔雀石绿指标按照 GB/T 19857—2005《水

产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定》^[13] 中液相色谱-串联质谱法 (检出限为 0.5 μg/kg, 定量限为 1.0 μg/kg) 检测, 检测结果以 2 项孔雀石绿检测值之和计。4 项硝基呋喃化合物原药自 2012 年起纳入上海市风险监测指标, 按照检测机构作业指导书中高效液相色谱法 (检出限为 3.0 μg/kg, 定量限为 5.0 μg/kg) 检测; 4 项硝基呋喃化合物代谢物按照农业部 783 号公告-1-2006^[14] 或 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》^[15] 中液相色谱-串联质谱法 (检出限为 0.5 μg/kg, 定量限为 1.0 μg/kg) 检测, 检测结果以 8 项硝基呋喃化合物检测值之和计。样品中未检出的指标以各物质检出限的一半计。参照农业部公告 235 号^[1] 和 560 号^[2], 检出上述指标残留量大于定量限即判定为不合格。

1.2.2 膳食暴露评估方法

目前对“两药”缺乏足够的毒性、药物代谢动力等基础数据, 国际上尚未对 2 种药物及其代谢物制定可接受每日摄入量或每日允许摄入量 (TDI 或 ADI)。针对尚无阈值但可能具有基因毒性和致癌性的化学物质, 本研究采用暴露边界比 (margin of exposure, MOE) 法, 对摄入“两药”残留食品所引发的健康风险进行评估^[3]。MOE 的计算公式为:

$$MOE = \frac{\text{基准剂量下限值 (BMDL)}}{\text{每日膳食暴露量 (EXP)}}$$

$$EXP = \frac{F \times C}{1\,000 \times BW}$$

式中, F 为上海市居民每日鱼类消费量, g/d; C 为水产品中孔雀石绿或硝基呋喃化合物的平均含量, μg/kg; BW 为上海市全人群平均体重, kg。

上海市居民的膳食消费量及居民体重数据来源于原上海市食品药品监督管理局于 2013 年开展的上海市居民食物消费量调查。该调查采用分阶段整群随机抽样方法, 在春夏秋冬每个季节选择一天, 采用 24 h 回顾法、食品频率表法等进行入户调查, 共调查 6 147 人, 被调查的全人群平均体重为 57.7 kg。

本研究采用可能发生肿瘤剂量的 95% 置信下限提升 10% 风险 (BMDL₁₀) 作为基准剂量下限值。根据欧盟食品安全局 (EFSA) 的报告, 孔雀石绿以小鼠发生肝细胞腺瘤为判定终点, 其 BMDL₁₀ 为 13 mg/kg BW^[16]; 呋喃唑酮代谢物 AOZ 以小鼠发生支气管细胞腺瘤为判定终点, 其 BMDL₁₀ 为 1.6 mg/kg BW^[5]。考虑到硝基呋喃化合物为化学结构和毒理学性质相似的禁用兽药, 为便于开展膳

食暴露评估,本研究将8种硝基呋喃化合物的BMDL₁₀均以AOZ为代表并定为1.6 mg/kg BW。当MOE>10⁴时,禁用兽药对人体的健康风险程度不大,不需要采取危险管理措施;当MOE≤10⁴时,禁用兽药对人体具有一定健康风险,需要采取优先管理措施以保护消费者的健康^[11]。

1.3 统计学分析

使用Microsoft Excel 2010录入和整理原始数据,用SPSS 16.0对数据进行统计分析,数据经皮尔森 χ^2 检验,按 $\alpha=0.05$ 水准, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果与分析

2.1 “三鱼两药”监测结果

2.1.1 “三鱼两药”检出情况

2008—2018年,779份样品中“三鱼两药”不合格率为19.0%(148/779),其中硝基呋喃化合物不合格率为17.8%(139/779),主要检出指标为代谢物SEM和AOZ;孔雀石绿不合格率为1.2%(9/779),见表1。大菱鲂、乌鳢和鳊鱼中“两药”不

合格率分别为42.6%(100/235)、8.6%(21/244)和9.0%(27/300),其中“三鱼”中硝基呋喃化合物不合格率(17.8%)与孔雀石绿(1.2%)比较差异有统计学意义($\chi^2=127.4, P<0.05$)。

表1 2008—2018年“三鱼两药”不合格率

Table 1 Detection results of MG and nitrofurans in turbot, snakehead fish and Chinese perch from 2008 to 2018

食品品种	监测份数	孔雀石绿不合格份数(%)	硝基呋喃化合物不合格份数(%)	合计
大菱鲂	235	0(0.0)	100(42.6)	100(42.6)
乌鳢	244	3(1.2)	18(7.4)	21(8.6)
鳊鱼	300	6(2.0)	21(7.0)	27(9.0)
合计	779	9(1.2*)	139(17.8*)	148(19.0)

注:*为 $P<0.05$,差异有统计学意义

2008—2018年,大菱鲂中硝基呋喃化合物的平均残留量为(21.33±76.01) μg/kg,高于乌鳢[(1.34±6.92) μg/kg]和鳊鱼[(0.70±0.57) μg/kg]。鳊鱼中孔雀石绿的平均残留量[(0.92±10.20) μg/kg]高于乌鳢[(0.10±1.44) μg/kg]和大菱鲂(未检出),见表2。“两药”在“三鱼”中残留量的变异度较大,表明禁用兽药违法添加具有较大的随意性。

表2 2008—2018年“三鱼两药”平均检测值及检出结果范围($\bar{x}\pm n, \mu\text{g}/\text{kg}$)

Table 2 Residue concentrations of MG and nitrofurans in turbot, snakehead fish and Chinese perch from 2008 to 2018

监测指标	大菱鲂(n=235)		乌鳢(n=244)		鳊鱼(n=300)	
	平均检测值	检出范围	平均检测值	检出范围	平均检测值	检出范围
孔雀石绿	ND	ND	0.10±1.44	ND~22.5	0.92±10.20	ND~159.62
硝基呋喃化合物	21.33±76.01	ND~648	1.34±6.92	ND~64.04	0.70±0.57	ND~8.7

注:孔雀石绿指标以孔雀石绿及其代谢物(隐色孔雀石绿)检测值之和计;硝基呋喃化合物以硝基呋喃化合物检测值之和计,主要检出指标为代谢物AOZ和SEM,极少数检出呋喃唑酮和呋喃它酮原药;ND表示未检出

2.1.2 不同年份“三鱼两药”检出情况

2008—2018年,市售水产品中的“三鱼两药”不合格率呈现波动式下降,其中2018年不合格率(3.6%,2/55)较2008年不合格率(33.7%,30/89)下降了89.3%(表3),差异有统计学意义($\chi^2=17.79, P<0.05$)。按不同鱼类分析,大菱鲂的硝基呋喃化合物不合格率呈现下降趋势,不合格率为

42.6%(100/235),但孔雀石绿残留11年来均未检出。乌鳢中硝基呋喃化合物不合格率为7.4%(18/244),其中2015—2017年硝基呋喃化合物不合格率出现一定的上升趋势;乌鳢中孔雀石绿不合格率为1.2%(3/244)。鳊鱼中硝基呋喃化合物不合格率为7.0%(21/300),主要发现于2008—2010年之间,孔雀石绿不合格率为2.0%(6/300),结果见表3。

表3 2008—2018年“三鱼两药”不合格率变化(%)

Table 3 Annual unqualified rates of MG and nitrofurans in turbot, snakehead fish and Chinese perch from 2008 to 2018

年份	孔雀石绿			硝基呋喃化合物			合计
	大菱鲂	乌鳢	鳊鱼	大菱鲂	乌鳢	鳊鱼	
2008	0.0(0/21)	0.0(0/10)	6.9(4/58)	76.2(16/21)	0.0(0/10)	17.2(10/58)	33.7*(30/89)
2009	0.0(0/19)	0.0(0/14)	0.0(0/32)	63.2(12/19)	7.1(1/14)	18.8(6/32)	29.2(19/65)
2010	0.0(0/49)	0.0(0/42)	0.0(0/36)	53.1(26/49)	16.7(7/42)	11.1(4/36)	29.1(37/127)
2011	0.0(0/21)	0.0(0/38)	0.0(0/48)	57.1(12/21)	2.6(1/38)	0.0(0/48)	12.1(13/107)
2012	0.0(0/43)	0.0(0/25)	2.0(1/51)	41.9(18/43)	4.0(1/25)	0.0(0/51)	16.8(20/119)
2013	0.0(0/21)	—	0.0(0/10)	38.1(8/21)	—	0.0(0/10)	25.8(8/31)
2014	0.0(0/14)	0.0(0/20)	0.0(0/7)	28.6(4/14)	10.0(2/20)	0.0(0/7)	14.6(6/41)
2015	0.0(0/9)	0.0(0/29)	0.0(0/12)	11.1(1/9)	3.4(1/29)	8.3(1/12)	6.0(3/50)
2016	0.0(0/13)	3.4(1/29)	5.3(1/19)	23.1(3/13)	10.3(3/29)	0.0(0/19)	13.1(8/61)
2017	0.0(0/8)	0.0(0/14)	0.0(0/12)	0.0(0/8)	14.3(2/14)	0.0(0/12)	5.9(2/34)
2018	0.0(0/17)	8.7(2/23)	0.0(0/15)	0.0(0/17)	0.0(0/23)	0.0(0/15)	3.6*(2/55)
合计	0.0(0/235)	1.2(3/244)	2.0(6/300)	42.6(100/235)	7.4(18/244)	7.0(21/300)	19.0(148/779)

注:*为 $P<0.05$,差异有统计学意义;—为未进行检测

2.2 上海市居民孔雀石绿及硝基呋喃化合物膳食暴露水平

以最大健康保护为原则,假设上海市普通成年居民日常所摄入的海水鱼及淡水鱼品种均为“三鱼”,对未检出结果赋值并以“两药”暴露水平残留量较高的食品品种计,那么上海市市售海水鱼中孔雀石绿均未检出,以 $0.5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 计,硝基呋喃化合物

残留量为 $22.18 \mu\text{g}/\text{kg}$;市售淡水鱼中孔雀石绿的残留量为 $1.42 \mu\text{g}/\text{kg}$,硝基呋喃化合物残留量为 $2.20 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。根据原上海市食品药品监督管理局 2013 年开展的上海市居民食物消费量调查结果,上海市居民淡水鱼和海水鱼平均消费量、高端消费量及极端消费量见表 4。

表 4 上海市居民每日通过鱼类摄入“两药”的 EXP 及 MOE

Table 4 Daily exposure levels and margin of exposure assessment of MG and nitrofurans from fishes for Shanghai residents

人群	居民膳食消费量/(g/d)		EXP/($\mu\text{g}/\text{kg BW}$)		MOE	
	淡水鱼	海水鱼	孔雀石绿	硝基呋喃化合物	孔雀石绿	硝基呋喃化合物
平均暴露人群	32.91	17.98	9.7×10^{-4}	8.2×10^{-3}	1.7×10^6	1.6×10^6
高端暴露人群	140.34	100.00	4.3×10^{-3}	4.4×10^{-2}	3.7×10^5	3.0×10^5
极端暴露人群	278.33	212.00	8.7×10^{-3}	8.5×10^{-2}	1.8×10^5	1.5×10^5

一名上海市普通居民每日从鱼类中摄入孔雀石绿平均暴露量为 $9.7 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg BW}$,摄入硝基呋喃化合物平均暴露量为 $8.2 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg BW}$,见表 4。其中从淡水鱼中摄入的孔雀石绿平均暴露量为 $8.1 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg BW}$;从海水鱼中摄入的孔雀石绿平均暴露量为 $1.6 \times 10^{-4} \mu\text{g}/\text{kg BW}$;从淡水鱼摄入硝基呋喃化合物的平均暴露量为 $1.3 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg BW}$,从海水鱼中摄入硝基呋喃化合物的平均暴露量为 $6.9 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{kg BW}$;因此,上海市居民长期从鱼类食品中平均每日摄入孔雀石绿的 MOE 值为 1.7×10^6 ,摄入硝基呋喃化合物的 MOE 值为 1.6×10^6 ,均大于设定的需优先采取风险管理措施的 MOE 值 (10^4)。此外,对于高端暴露人群 (P95) 和极端暴露人群 (P99) 的评估结果表明,两类人群长期从鱼类食品中摄入的“两药”的 MOE 值均高于 10^4 ,因此造成人体健康风险的可能性较小。

3 讨论

上海市水产品主要来源于外省市输入。2006 年上海发生大菱鲆被检出孔雀石绿等禁用兽药事件并被广泛报道后,上海市食品安全监管部门对水产品中违法使用禁用兽药开展了多次重点整治^[11-12],并长期保持高压态势。连续 11 年风险监测结果表明,“三鱼两药”不合格率平均呈现波动式下降趋势,“三鱼两药”监管取得一定成效。“两药”在大菱鲆、鳊鱼中的违法使用情况逐年减少,但近两年,乌鳢中出现“两药”问题较为突出,其中硝基呋喃化合物较孔雀石绿问题更为突出。硝基呋喃化合物被检出的指标主要为 SEM 和 AOZ,与陕西省、广东省等地研究结果^[6,17-18]基本一致。由于食品安全信息追溯制度尚未完全落实到位,11 年监测数据中约有 50% 的样品产地信息不完整,导致不合

格样品无法精准追溯源头并进行进一步分析。

风险监测中发现极少数大菱鲆和乌鳢中检出硝基呋喃化合物原药的情形。硝基呋喃化合物原药在养殖动物体内的含量代谢至检出限以下一般需要 3 d 左右^[19],检出原药可能与违规添加药物浓度较高、代谢时间较短有关,但也不排除储运环节和暂养环节直接添加的可能。通过与同期全国其他省市监测数据比较,2012—2014 年上海市乌鳢和鳊鱼中硝基呋喃化合物不合格率分别为 6.7% (3/45) 和 0.0% (0/68),低于同期湖北省乌鳢和鳊鱼中硝基呋喃化合物的不合格率 (20.25% 和 1.8%)^[20];2013—2017 年上海市淡水鱼 (乌鳢和鳊鱼合计) 中孔雀石绿不合格率 (1.3%, 2/152) 和平均残留量 ($0.85 \mu\text{g}/\text{kg}$) 也低于同期南京市淡水鱼中孔雀石绿的不合格率 (2.5%) 和平均残留量 ($2.3 \mu\text{g}/\text{kg}$)^[21]。

过去 11 年间,上海市居民从“三鱼”中摄入孔雀石绿的主要来源是鳊鱼,摄入硝基呋喃化合物的主要来源是大菱鲆。上海市居民摄入“两药”的平均暴露水平均低于 2013 年广东省居民的暴露水平^[17];上海市硝基呋喃化合物 P95 暴露水平 (8 种硝基呋喃化合物合计,下同) 与烟台市居民 3 种硝基呋喃化合物 (AOZ+SEM+AHD,下同) 最大暴露水平相近^[22],但上海市居民硝基呋喃化合物 P99 暴露水平为烟台市居民最大暴露水平的 2 倍左右。根据本研究的结果,上海市居民通过“三鱼”暴露的“两药”导致的健康风险较小。除了违法使用禁用兽药导致的健康风险外,今后的研究还应关注其他合法使用途径带来的暴露水平,如工业排放造成水体污染水产品^[23]、硝基呋喃化合物作为人用抗菌药使用剂量及频次对整体暴露风险的影响^[7],以及非动物性食品包括食品添加剂引入的痕量 SEM^[5,24]。

本研究也存在一定的不确定性,主要在于:一是“三鱼”样品量较少,会在一定程度上影响本次评估代表性。二是本次评估所用的2013年上海市居民膳食消费量调查数据,可能与目前上海市居民膳食结构存在一定的差异。三是本次评估未考虑“三鱼”以外其他动物源性食品“两药”残留情况。四是假设上海市居民鱼类消费均为“三鱼”,对膳食暴露风险可能造成一定的高估或低估。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. 动物性食品中兽药最高残留限量: 农业部 235 号[Z]. 2002-12-24.
- [2] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业部公告第 560 号[Z]. 2005-11-01.
- [3] European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the scientific committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic[J]. EFSA J, 2005, 282: 1-32.
- [4] National Toxicology Program. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of malachite green chloride and leucomalachite green (CAS Nos. 569-64-2 and 129-73-7) in F344/N rats and B6C3F1 mice (feed studies) [R]. North Carolina: National Institutes of Health, 2005: 1-312.
- [5] European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion on nitrofurans and their metabolites in food[J]. EFSA J, 2015, 13 (6): 4140.
- [6] 王敏娟, 聂晓玲, 胡佳薇, 等. 2013 年陕西省动物源性食品中硝基呋喃的污染状况调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(6): 691-695.
- [7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 第二部. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [8] 国家食品药品监督管理总局. 总局通告经营环节重点水产品专项检查结果 [EB/OL]. (2017-02-25) [2019-09-12]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL0050/169956.html>.
- [9] 上海市食品药品监督管理局. 上海市食品药品监督管理局 2014 年食品安全监督抽检情况通报(四)——第一季度水产及水产制品食品安全监督抽检 [EB/OL]. (2014-07-08) [2019-09-12]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL1688/114983.html>.
- [10] 国务院食品安全办. 国务院食品安全办等五部门关于印发《畜禽水产品抗生素、禁用化合物及兽药残留超标专项整治行动方案》的通知: 食安办[2016]15号[EB/OL]. (2016-07-29) [2019-09-12]. <http://samr.cfda.gov.cn/WS01/CL1605/160942.html>.
- [11] 上海市食品药品监督管理局. 上海市食品药品监督管理局 2017 年上海市农产品质量安全专项整治方案的通知: 沪农委[2017]114号 [EB/OL]. (2017-06-06) [2019-09-12]. http://www.czfj.sh.gov.cn/zys_8908/zcfg_8983/zcfb_8985/ny_9023/201706/t20170630_175594.shtml.
- [12] 上海市农业委员会, 上海市财政局. 关于印发 2017 年上海市农产品质量安全专项整治方案的通知: 沪农委[2017]114号 [EB/OL]. (2017-06-06) [2019-09-12]. http://www.czfj.sh.gov.cn/zys_8908/zcfg_8983/zcfb_8985/ny_9023/201706/t20170630_175594.shtml.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定: GB/T 19857—2005[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [14] 中华人民共和国农业部. 水产品中硝基呋喃类代谢物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法: 农业部 783 号公告-1-2006 [Z]. 2006-12-19.
- [15] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 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: GB/T 21311—2007 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [16] European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on malachite green in food[J]. EFSA J, 2016, 14(7): 4530.
- [17] 刘书贵, 尹怡, 单奇, 等. 广东省鳊鱼和杂交鳊中孔雀石绿和硝基呋喃残留调查及暴露评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2015, 27(5): 553-558.
- [18] 董峰光, 王朝霞, 宫春波, 等. 烟台市动物源性食品中硝基呋喃的污染状况调查[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(6): 1400-1403.
- [19] 王群, 吕海燕, 宋怿. 硝基呋喃类在水产品及其养殖环境中的消解规律研究进展[J]. 中国渔业质量与标准, 2014, 4(6): 16-21.
- [20] 黄常刚, 肖永华, 李静娜, 等. 2012—2014 年湖北省淡水鱼中硝基呋喃类代谢物残留结果分析与评价[J]. 公共卫生与预防医学, 2016, 27(6): 108-110.
- [21] 王艳莉, 郭宝福, 祝白春, 等. 2013—2017 年南京市动物性食品中兽药及禁用药物污染及膳食安全性评估[J]. 职业与健康, 2018, 34(20): 2785-2788.
- [22] 董峰光, 徐进杰, 王朝霞, 等. 烟台市动物源性食品违禁药物及兽药残留膳食暴露风险评估[J]. 现代预防医学, 2019, 46(3): 433-436.
- [23] SCHUETZE A, HEBERER T, JUERGENSEN S. Occurrence of residues of the veterinary drug malachite green in eels caught down stream from municipal sewage treatment plants [J]. Chemosphere, 2008, 72(11): 1664-1670.
- [24] 王群, 马兵, 吕海燕, 等. 食品中硝基呋喃类及其代谢物对人体健康的安全性评价[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, 3(2): 4-10.