

# 养殖鱼孔雀石绿及其代谢物残留量的调查与溯源

傅武胜<sup>1,2</sup>, 郑奎城<sup>1</sup>, 邱文倩<sup>1</sup>, 王琪林<sup>2</sup>, 方勤美<sup>3\*</sup>

(1. 福建省疾病预防控制中心, 福建省人兽共患病研究重点实验室, 福州 350001; 2. 福建医科大学公共卫生学院, 福州 350001; 3. 福建省农业科学院生物技术研究所, 福州 350003)

**摘要:** **目的** 了解福建与广东两省水产批发市场养殖鱼孔雀石绿(MG)及其代谢物的残留情况; 并通过水产批发市场活鱼以及暂养水中MG测定, 对养殖鱼MG污染情况进行溯源分析, 初步推测养殖鱼MG残留的原因, 为有效遏制MG滥用提供科学依据。 **方法** 16个品种的66份鲜活养殖鱼分别购自福建、广东两省的3个水产批发市场, 制成鱼肉浆; 来自同一市场的26份水样均为桂花鱼的暂养水; 样品经前处理后, 采用高压液相色谱-荧光法检测MG及其代谢物LMG的残留总量。 **结果** 检出MG的样品占56.1%(37/66), 桂花鱼MG检出率最高(75.8%), 全部样品总MG含量在0.50~148 μg/kg之间。广东福建两省部分水产批发市场鱼类MG检出率在53.3%~60.0%之间, 地区间无明显差异。全部水样MG检测均为阴性。 **结论** 福建、广东两省部分水产批发市场活鱼MG检出率高, 水产批发市场活鱼暂养水不含MG, 初步推测桂花鱼运输、批发零售环节使用MG的可能性较少, 市售桂花鱼MG检出率高的原因可能是养殖环节MG的滥用。

**关键词:** 养殖鱼; 孔雀石绿; 残留; 溯源

## Investigation and traceability of residual malachite green and its metabolite in freshwater fish

FU Wu-Sheng<sup>1,2</sup>, ZHENG Kui-Cheng<sup>1</sup>, QIU Wen-Qian<sup>1</sup>, WANG Qi-Lin<sup>2</sup>, FANG Qin-Mei<sup>3\*</sup>

(1. Fujian Provincial Key Laboratory of Zoonosis, Fujian Center for Disease Control and Prevention, Fuzhou 350001, China; 2. Department of Public Health, Fujian Medicine University, Fuzhou 350001, China; 3. Biotechnology Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003, China)

**ABSTRACT: Objective** To monitor and assess the residues of malachite green (MG) and its metabolite leuco-malachite green (LMG) in freshwater fish from Fujian and Guangdong provinces. And to carry out the residual traceability of MG for finding the main reasons of high percentage of MG in Chinese perch. **Methods** A total of 16 kinds of 66 fish samples and 26 water samples were collected from the retailers in Fujian and Guangdong province. After samples being homogenized and pretreated, the concentration of total MG in samples was quantified by high pressure liquid chromatography (HPLC) coupled with fluorescence detector. The MG positive samples analyzed by HPLC were confirmed by HPLC-mass spectrometer (LC-MS/MS). **Results** The detection rate of MG was 56.1% (37/66) with levels ranged from 0.50 to 148 μg/kg in samples. MG was detected in 75.8% (25/33) of Chinese perch. The detection rate of MG (53.3%~60.0%) was very similar in freshwater fish sold in Fujian and Guangdong in the retailer. **Conclusion** High percentage of MG was found

基金项目: 国家卫生公益性行业专项 (200902009)

**Fund:** Supported by the National Health Welfare Industry-specific Foundation of China (200902009)

\*通讯作者: 方勤美, 博士, 副研究员, 主要研究方向为鱼类疾病防控。fangqm@126.com

\*Corresponding author: FANG Qin-Mei, Associate Professor, Biotechnology Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, No.247, Wusi Road, Jinan District, Fuzhou 350003, China. E-mail: fangqm@126.com

in freshwater fish from Fujian and Guangdong province. And no MG was found in water sample from the same cultured pool in the markets. It is indicated that the illegal application of MG in supply chains for Chinese perch may be in the cultivation rather than in the long store and wholesale .

**KEY WORDS:** freshwater fish; malachite green; residues; traceability

孔雀石绿(malachite green, MG)化学名为四甲基二氨基三苯甲烷(见图 1), 属三苯甲烷类染料, 水溶液呈兰绿色。MG 曾被用于制陶业、纺织业、皮革业、食品着色剂和细胞染色剂, 1933 年起在水产养殖业被作为驱虫剂、杀虫剂和防腐剂使用, 后被广泛用于预防与治疗各类水产动物的水霉病、鳃霉病和小瓜虫病等。MG 在动物体内快速代谢, 转变为毒性更强的无色孔雀石绿(LMG)。上世纪 90 年代开始, 研究发现 LMG 的残留时间长, 具有致癌、致畸和致突变等毒性<sup>[1]</sup>, 因此, 美国、日本、英国等许多国家禁止将 MG 用于食品用水产动物的养殖, 我国也于 2002 年将其列入《食品动物禁用的兽药及其化合物清单》。自 2006

年开始, 我国陆续有少量关于水产品 MG 残留调查的报道, 调查的市售水产品来自湛江<sup>[2]</sup>、珠海<sup>[3]</sup>、宁波<sup>[4]</sup>、武汉<sup>[5]</sup>、福建<sup>[6]</sup>、湖北<sup>[7]</sup>和深圳<sup>[8]</sup>等地区, 所采用的检测方法大多为液相色谱 - 荧光检测器法<sup>[9]</sup>或液相色谱 - 质谱法<sup>[10]</sup>; 各地市售养殖鱼 MG 的检出率差异较大, 除了湛江出口水产品未检出 MG 外, 国内市售产品 MG 检出率在 6.5%~23.2%之间<sup>[2-8]</sup>。为了更全面评估我国养殖鱼 MG 类染料的残留情况, 自 2011 年开始, 养殖鱼中 MG 及其代谢物的监测被列入国家食品安全风险监测计划。本文通过抽样调查, 研究福建与广东两省水产批发环节养殖鱼 MG 及其代谢物的残留情况, 并对桂花鱼 MG 检出率高的因素进行溯源分析。

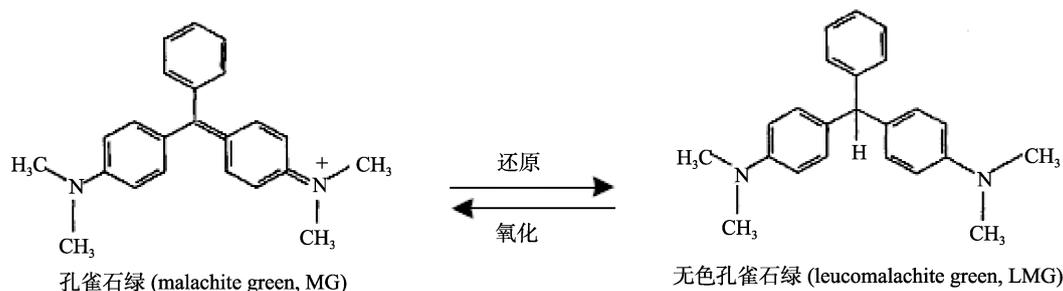


图 1 孔雀石绿和无色孔雀石绿的化学结构

Fig. 1 Chemical structures of malachite green and leuco-malachite green

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 仪器

LC-20AD 型高压液相色谱仪(配 RF-10AXL 荧光检测器, 日本 Shimadzu 公司); Finnigan LCQ deca plus 液相色谱/质谱联用仪(美国 Thermofisher 公司); DFY-80 型摇摆式高速万能粉碎机(温岭市林大机械公司); CP225D 型电子天平(德国 Sartorius 公司); YP202N 型电子天平(上海精密科学仪器有限公司); 振荡器(德国 IKA 公司); 旋转蒸发仪(日本 EYELA 公司); 固相萃取装置(美国 Phenomenex 公司)等。

### 1.2 试剂

乙腈和二氯甲烷均为色谱纯(Fisher 公司); 乙酸铵、盐酸羟胺、硼氢化钾、对甲苯磺酸、二甘醇和酸

性氧化铝(100~200 目)均为分析纯, 购自上海国药集团化学试剂公司; PRS 阳离子交换柱(500 mg/3 mL, Varian 公司)、Bsep 酸性氧化铝小柱(500 mg/3 mL, 北京振翔公司); 孔雀石绿标准品(纯度为 90.0%), 购自德国 Dr. Ehrenstorfer GmbH 公司。

MG 标准溶液的配制: 准确称取适量的 MG 标准品, 用乙腈分别配成浓度为 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的标准储备液; 再用乙腈进一步稀释配成含 20  $\text{ng}/\text{mL}$  的 MG 标准溶液, 该标准溶液在  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  下保存。再分别吸取一定量的标准溶液加入硼氢化钾, 将其转化为 LMG 标准系列(以 MG 计算)。

### 1.3 样品采集与预处理

66 份鲜活养殖鱼样品分别购自福建和广东两省 3 个规模较大水产品批发市场的 50 个摊位, 涉及 16

种养殖鱼。其中, 36份购自福建省福州市马尾水产批发市场; 另30份分别购自广东佛山市南海区环球水产批发市场和广东省黄沙水产批发市场, 各15份。每份样品重量为400~600 g, 且同一摊位采集的鱼种不重复。采集时均为鲜活鱼, 采集后用无污染的聚氯乙烯薄膜袋包好, 然后用冰排快速冷冻。此前研究获知桂花鱼MG检出率高达90%, 因此对于桂花鱼, 还同时采集各暂养水26份, 每份为50 mL, 同样用冰排快速冷冻后送至实验室。

样品预处理: 冻结好的样品在4℃下化冻12 h后, 去除鱼鳞、皮, 取肌肉部分分割成4~5块。加适量无污染的干冰速冻, 用高速粉碎机(转速在10000 r/min)充分粉碎至细如面粉状, 用干净聚乙烯塑料袋盛放, 保持袋口微开, 以使干冰气化为CO<sub>2</sub>挥发去除。2 h后, 装于贴上标签的另一个密实袋中, 于-18℃下冷冻保存, 备用。

## 1.4 MG的检测方法

### 1.4.1 高压液相色谱法(HPLC)定量

采用国家标准中<sup>[9]</sup>的高压液相色谱-荧光检测法进行检测。色谱条件为: 色谱柱: Symmetry®C<sub>18</sub>柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm, 美国Waters公司); 柱温: 35℃; 流动相为乙腈-乙酸铵缓冲溶液(0.125 mol/L, pH 4.5)(75: 25, v/v); 流速: 1.0 mL/min; 激发波长(Ex): 265 nm; 发射波长(Em): 350 nm, 峰面积外标法定量。在该条件下测定的是LMG, 最终结果以MG总残留量计算。方法的检出限(LOD)为0.5 μg/kg; 在草鱼、鳊鱼等不含MG和LMG的阴性样品中添加MG标准溶液, 测定MG的加标回收率在50%~70%之间, 相对标准偏差(RSD)低于15%。

### 1.4.2 质谱确证

对HPLC法检出MG为阳性的样品, 进一步以液

相色谱/质谱法确证, 隐性孔雀石绿(LMG)的 *m/z* 331/316、331/239 作为定性确证离子, 按照文献<sup>[10]</sup>LC-MS/MS方法测定, 排除假阳性结果。

## 1.5 质量控制

在鱼样前处理过程中, 彻底清洗好粉碎机等前处理设备, 防止交叉污染。每批测试样品同时开展空白对照和加标回收试验, 当空白对照 LMG 含量 >LOD, 或加标回收率超出 50%~110%范围时, 则对该批次样品重新分析。若被测样品溶液 LMG 浓度若超过线性范围, 则将该溶液稀释至线性范围内再测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 养殖鱼MG检出的总体状况

欧盟法案 2002/675/EC<sup>[11]</sup>规定, 动物源性食品中MG和LMG的残留总量不得超过2 μg/kg。参照欧盟规定, 养殖鱼中MG与LMG总残留量的超标率为40.9%(27/66)。我国规定食品动物MG为“不得检出”, 以方法的检出限(0.5 μg/kg)判定, 则MG的检出率高达56.1%(37/66), 明显超过2010年调查的结果(23.2%, 48/207)<sup>[6]</sup>。对样品中MG含量进行统计, MG的算术均值为34.2 μg/kg(见表1), 中位数为12.2 μg/kg, 几何均数(10.3 μg/kg)与中位数较为接近, 说明少数残留量高的样品对均值的贡献较大, 导致算术均值较高, 因此以下采用几何均数进行比较。

### 2.2 鱼种间MG检出的差异

在调查的16种养殖鱼中, 检出MG的鱼种为62.5%(10/16), 略高于2010年的调查结果(53.6%, 15/28)<sup>[6]</sup>。鲂鱼、非洲鲫鱼、梅鱼、武昌鱼、鲤鱼和

表1 养殖鱼样品中MG残留量的分布情况

Table 1 Distribution of residual malachite green and its metabolite in freshwater fish

含量范围(μg/kg)	<0.5	0.5~1.0	1~2.0	2~10	10~100	>100
频数	29	4	6	6	15	6
百分比, %	43.9	6.06	9.09	9.09	22.7	9.09
累计百分比, %	43.9	50.0	59.1	68.2	90.9	100
算术均值				34.2		
几何均值				10.3		
中位数				12.2		

注: 均值, 几何均值及中位数的计算均不包括低于检出限的样本

中华鲟(2份)等6种鱼,共7份样品均未检出MG;其余10个鱼种的59份样品中部分检出MG(见表2),3份黄甲鱼全部检出MG,3份草鲮鱼中有1份检出MG;鲈鱼MG的检出率最低(8.33%,1/12)。桂花鱼MG的检出率有所下降,虽低于2010年的调查结果(92.6%,26/28)<sup>[6]</sup>,但仍然高达75.8%(25/33)。2份白鲫鱼均检出MG,2份彩云鲷中1份检出MG。大黄城、白刀鱼、鲫鱼、银鱼(各1份)均检出MG。

### 2.3 桂花鱼 MG 残留的溯源分析

广州黄沙和顺德南海两地是全国重要的桂花鱼养殖地,桂花鱼商品由此流向全国各地水产批发市场,基本可代表养殖环节桂花鱼MG残留情况。调查发现两地桂花鱼MG的检出率均为80%,阳性样品MG的含量范围也较为接近。据了解,福建省不养殖桂花鱼,所有市售商品桂花鱼均来自外省。福州市马尾水产批发市场是全国水产品批发销售的重要集散地,该市场的桂花鱼可代表批发环节桂花鱼,其桂花鱼MG的检出率为84.6%,与来自养殖基地(广东南

海等)桂花鱼MG的检出率接近。笔者2010年调查来自福州市10个大中型超市和农贸市场(西营里市场)的10份桂花鱼MG的检出率为90%,略高于养殖基地MG检出率,但差异不大。进一步追溯至餐饮环节,2010年采自福州市8个餐饮店的8份桂花鱼MG检出率为87.5%,同年采自包括福州市在内的福建省6个地市餐饮业(酒店和饮食店)的桂花鱼MG检出率为92.9%(26/28)<sup>[6]</sup>,略高于产地桂花鱼MG检出率。2010、2011年两年对福州、南海两地市售桂花鱼暂养水的MG进行测定,结果均未检出MG(见表3),这说明这些环节使用MG来延长桂花鱼的存活期与存活率的情况较少。综合来自养殖、批发、零售和餐饮业桂花鱼MG检出率较为接近的证据,可以初步推测养殖后有关环节使用违禁药物MG的可能性较小,市售桂花鱼MG残留可能主要来自于养殖环节,如使用经MG处理的种苗、养殖中投放MG染料、养殖中饲用含MG残留的鱼饵以及养殖池受到此前使用MG的残留污染等。

表 2 养殖鱼 MG 总量检出情况的对比

Table 2 Comparison of the residual levels of malachite green among some kinds of fish

鱼种	样品数量	阳性份数	检出率(%)	检出范围( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	均值( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	几何均值( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	中位数( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
黄甲鱼	3	3	100	2.21~25.0	5.10	-	-
桂花鱼	33	25	75.8	1.30~148	43.4	19.8	16.2
草鲮鱼	3	1	33.3	0.65	-	-	-
鲈鱼	12	1	8.33	1.66	-	-	-

表 3 不同环节桂花鱼和养殖水 MG 检出情况的比较

Table 3 Comparison of the detective malachite green in Chinese perch among the selected supply chains

采样环节	地点	样品数量	MG 检出率, %	MG 含量范围, $\mu\text{g}/\text{kg}$	暂养水 MG 检出情况	时间
餐饮业	福州、泉州、长乐、三明、晋江	28	92.9	1.08~576	未测定	2010
	福州	8	87.5	1.15~218	未检出	2010
超市零售业	福州	10	90.0		未检出	2010
批发市场	福州马尾	13	84.6	0.50~148	未检出	2011
产地	广州黄沙	10	80.0	1.73~133	未检出	2011
产地	顺德南海	10	80.0	1.35~122	未检出	2011

## 3 讨论

### 3.1 养殖鱼 MG 的总体污染情况

本次调查的养殖鱼样品来自福州马尾、顺德南海和广州黄沙3个规模较大的水产批发市场,因此样品具有较好的代表性,可初步反映两省水产批发市场

养殖鱼MG的残留情况。我国早在2002年就禁止在水产养殖中使用MG,2005、2006年“孔雀石绿事件”发生后,也曾进行了专项整治活动<sup>[12]</sup>。在本次调查的66份样品中,有37份检出MG的残留,检出率达56.1%,明显高于文献<sup>[2-8]</sup>报道的检出率范围(6.5%~23.2%)。造成本文调查的MG检出率偏高主要因为本

次采样考虑的重点并非样品的代表性,而是突出 MG 残留的溯源分析。实际上本次调查的 66 份样品中,有 33 份为桂花鱼,数量占总样本量的 50%;而 2010 年调查的水产样品中,桂花鱼数量仅占 13.5%(28/207)。有调查表明不同种类养殖鱼 MG 的检出率差异较大,桂花鱼 MG 的检出率普遍超过 80%,而草鱼 MG 检出率仅为 2.38%<sup>[6]</sup>。因此在开展养殖鱼 MG 残留量的抽检或食品安全风险监测,比较不同产地或者供应链环节水产品 MG 检出率的差异时,要充分考虑鱼种分布的代表性问题,尽量确保鱼种和所占比例(权重)等同;同时还要排除假阳性的可能,在使用 ELISA 或 HPLC 法检测时所得阳性样品应用 LC-MS/MS 确证,有报道 HPLC-荧光法的假阳性率为 17.2%(10/58)<sup>[6]</sup>。

鱼种也是 MG 残留监测中需要考虑的重要问题。本次调查中,16 种养殖鱼中有 10 种鱼检出 MG,检出 MG 的鱼种达 62.5%,高于华永有等<sup>[6]</sup>报道的福建餐饮场所养殖鱼检出 MG 鱼类的比例(53.5%, 15/28)、王丽玲等<sup>[3]</sup>报道的 35.7%(15/42)和邵生文等<sup>[8]</sup>报道的 57.1%(8/14)。这说明我国养殖鱼 MG 的滥用现象较为普遍, MG 残留问题涉及的鱼种较多,滥用 MG 已是我国水产养殖业中多年的顽疾,需要下大力气从根本上加以整治,整治中务必抓住重点和主线,确保整治效果得到持续巩固。

### 3.2 桂花鱼 MG 残留与溯源分析

本次调查发现桂花鱼中 MG 滥用的现象仍然比较严重, MG 检出率高达 75.8%,略低于 2010 年福建地区餐饮业桂花鱼 MG 的检出率(92.9%)<sup>[6]</sup>,与 2006 年“孔雀石绿事件”中报道的检出率基本一致<sup>[13]</sup>。对养殖地、批发市场、零售至餐饮业等相关环节桂花鱼 MG 进行的调查表明, MG 的检出率在 75.8~90%之间,尽管各次样品数量较为有限,造成 MG 检出率有小幅波动,但都说明我国市售桂花鱼 MG 残留问题极为突出,整个桂花鱼产业对违禁使用 MG 的问题重视不够,农业、卫生等食品安全监管部门整治的力度还不够大,成效不明显。2002 年之前, MG 曾经被水产行业作为重要的渔药加以使用,许多养殖户对 MG 的效果印象深刻,但对其危害性的认识远远不够。MG 用途较广,水产品 MG 残留可能因为养殖、运输、批发、销售等单个或者多个环节中 MG 的非法使用。由于存在这些诸多的可能,相关监管部门往往互相推诿,

造成对整治水产品违规使用 MG 的工作抓不住重点,成效也不佳。桂花鱼属于名贵鱼种,养殖难度大,售价较高。饵料鱼为桂花鱼养殖唯一食物,对桂花鱼养殖的各个阶段至关重要,饵料鱼极易引起水质污染。桂花鱼为无鳞鱼,在高密度养殖和运输环节,可能由于碰撞、摩擦,造成鱼体受伤,容易出现微生物感染。这些因素都促使养殖户滥用 MG 杀菌消毒的可能性增大。本次对桂花鱼 MG 溯源分析中,养殖之后的批发、零售、餐饮环节桂花鱼 MG 检出率略高于养殖基地批发市场 MG 检出率(80%),这可能是采样误差,也不排除这些环节违规使用 MG 的可能。

### 3.3 养殖鱼 MG 残留来源的探讨

我国市售养殖鱼 MG 检出率高已是不争的事实, MG 等也是近几年水产、农业部门对鱼苗、水产品、饲料开展例行监督监测时的必检项目。在对待养殖鱼 MG 残留问题时,承担源头管理的农业部门认为,养殖鱼 MG 残留一方面源于养殖场此前使用 MG 后造成水体 MG 污染和底泥 MG 的吸附残留,另一方面,活鱼储运密度较高,鱼体容易受伤,在运输、销售等诸多环节也会使用 MG。从本文有限的调查来看,水产品 MG 残留来自于养殖环节。因此整治 MG 残留问题之前,首先要理清 MG 残留的主要来源。否则,造成部门之间推卸责任,特别是一旦认为是来自是历史上使用 MG 造成的鱼池污染,就容易找到 MG 整治不得力的客观理由,抛开应有的监管责任。实际上,2006 年至今一直发现 MG 残留不同程度存在,尽管农业部门也开展治理,但检出率似乎没有实质性下降,桂花鱼 MG 检出率居高不下的事实就充分证实这点。根据餐饮环节和批发市场桂花鱼暂养池水 MG 均未检出这一重要证据,基本可排除餐饮环节和批发环节违规使用 MG 的问题。因此今后水产品中 MG 残留整治工作的重点是养殖环节。

## 4 建议

通过对养殖鱼 MG 残留的多次调查研究,均发现市售养殖鱼 MG 检出率较高,涉及鱼种超过 50%,基本说明我国养殖鱼 MG 残留现象突出,需要引起养殖业和监管部门的高度重视。

### 4.1 切实从源头上把住安全关

水产品养殖和运输等环节的从业者是水产品安

全保障的第一责任人, 因此需要加强对从业者的科普、法制宣传与教育, 使其牢固树立食品安全意识, 使其通过加强管理, 来提高养殖、经营的效益, 自觉杜绝 MG 的使用。

#### 4.2 加强水产品安全的监督监测

尽管本调查初步显示我国养殖鱼 MG 残留主要来自养殖环节, 但由于 MG 价廉、易于获取、使用效果好, 且活鱼运输等供应链较长, 因此 MG 极易被不同环节滥用、误用。因此需要有关部门, 特别是水产渔业和工商部门加强养殖鱼从养殖至消费终端各环节的经常性监督监测, 始终采取高压政策加以严厉打击。健全水产品市场准入制度, 经常性对水产品进行监测, 防止不合格产品流入市场。

#### 4.3 加强科研攻关, 提高鱼病防治能力

科研部门要积极开展技术攻关, 尽快研制出治疗鱼类水霉病等水产养殖中危害性大的传染病防控措施, 特别要研制出高效、低毒药物来替代 MG, 从根本上减少养殖中使用 MG 的机会。

致谢 福建省疾控中心林宏琳对阳性样品的提取液进行了液相质谱的确证, 在此表示感谢。

#### 参考文献

- [1] 李孝军, 唐行忠, 王素华, 等. 水产品中孔雀石绿残留的风险评估[J]. 检验检疫学刊, 2009, 19(3): 62-65.  
Li XJ, Tang XZ, Wang SH, *et al.* Risk assessment of malachite green residue in aquatic product [J]. J Inspect Quarant, 2009, 19(3): 62-65.
- [2] 欧安, 蔡泓, 庄广儒, 等. 湛江地区养殖虾类中孔雀石绿残留调查初报[J]. 检验检疫科学, 2006, 16: 18-19.  
Ou A, Cai H, Zhuang GR, *et al.* Investigation report of malachite green residues in breeding shrimp in Zhanjiang area[J] Inspect Quarant Sci, 2006, 16: 18-19.
- [3] 王丽玲, 冯翠霞, 胡尔萍, 等. 珠海市餐厅池养水产品及其池水中孔雀石绿残留量的调查[J]. 中国卫生检验杂志, 2007, 17(9): 1687-1689.  
Wang LL, Feng CX, Hu EP, *et al.* Survey of malachite green residues in aquatic foods and pool water from restaurant in Zhuhai [J]. Chin J Health Lab Technol, 2007, 17(9): 1687-1689.
- [4] 彭升友, 张垒. 宁波市淡水鱼及蟹类水产品孔雀石绿检测分析[J]. 海峡预防医学杂志, 2008, 14(6): 60-61.  
Peng YS, Zhang L. Monitoring and analysis of malachite green in freshwater fish and crabs aquatic products in Ningbo [J]. Strait J Prev Med, 2008, 14(6): 60-61.
- [5] 肖永华. 武汉市 2009 年度水产品中孔雀石绿监测分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(4): 862-863.  
Xiao YH. Monitoring and analysis of malachite green in aquatic foods in Wuhan in 2009 [J]. Chin J Health Lab Technol, 2010, 20(4): 862-863.
- [6] 华永有, 邱文倩, 周亮, 等. 市售淡水鱼中孔雀石绿及其代谢物残留量的调查研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(6): 563-566.  
Hua YY, Qiu WQ, Zhou L, *et al.* Investigation and carcinogenicity risk assessment of freshwater fish malachite green and its metabolite residues in Fujian market [J]. Chin J Food Hyg, 2011, 23(6): 563-566.
- [7] 邵生文, 闻胜, 王艳, 等. 湖北省淡水鱼中孔雀石绿、结晶紫监测结果分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2011, 22(2): 49-50.  
Shao SW, Wen S, Wang Y, *et al.* Analysis of malachite green and crystal violet residues in freshwater fishes in Hubei Province [J]. J Public Health Prev Med, 2011, 22(2): 49-50.
- [8] 胡萍, 赵鹏, 余少文, 等. 高效液相色谱法监测市售水产品中孔雀石绿[J]. 深圳大学学报理工版, 2012, 29(1): 61-65.  
Hu P, Zhao P, Yu SW, *et al.* Determination of malachite green and crystal violet residues in aquatic products by high performance liquid chromatography [J]. J Shenzhen Univ (Sci Eng), 2012, 29(1): 61-65.
- [9] 中国水产科学研究院, 农业部渔业环境及水产品质量监督检验测试中心(舟山), 国家水产品质量监督检验测试中心, 等. GB/T20361-2006 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定 高效液相色谱荧光检测法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.  
Chinese Academy of Fishery Sciences, The Ministry of Agriculture Fishery Environment And Aquatic Products Quality Supervision, Inspection And Testing Center (Zhoushan), National Aquatic Products Quality Supervision, Inspection And Test Center, *et al.* Determination of malachite green and gentian violet residues in fishery products-high performance liquid chromatography with fluorescence detector GB/T20361-2006 [S]. Beijing: China Standards Press, 2006.
- [10] 中华人民共和国上海出入境检验检疫局. GB/T19857-2005 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.  
Shanghai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, China. Determination of malachite green and crystal violet residues in aquatic product GB/T19857-2005 [S]. Beijing: China Standards Press, 2005.
- [11] Commission of the European Communities. Commission Deci-

sion 2002/675/EC. Implementation Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results [S]. 2002-08-17 .

- [12] 致畸致癌突变, 全国各地严查“孔雀石绿”[EB/OL]. [2005-7-15]. <http://www.tech-food.com/news/2005-7-15/n0039927.htm>.

Teratogenic carcinogenic mutations and the strict inspection of malachite green residues in freshwater fish in China[EB/OL]. [2005-7-15]. <http://www.tech-food.com/news/2005-7-15/n0039927.htm>.

- [13] 桂花鱼香港检出致癌孔雀石绿[EB/OL].[2006-11-27]. <http://www.tech-food.com/news/2006-11-27/n0083658.htm>.

Carcinogenic malachite green found in Chinese perch in Hong kong. [2006-11-27]. <http://www.tech-food.com/news/2006-11-27/n0083658.htm>.

n0083658. htm.

(责任编辑: 张宏梁)

### 作者简介



傅武胜, 博士, 主任技师、副教授, 主要研究方向为污染物化学与风险评估。  
E-mail: fwsfqm@126.com



方勤美, 博士, 副研究员, 主要研究方向为鱼类疾病防治。  
E-mail: fangqm@126.com