

水产品及养殖水中丁香酚类化合物风险研究

邵曼, 姚欢, 余晓琴*

(四川省食品药品检验检测院, 成都 610000)

摘要: **目的** 检测水产品及养殖水中丁香酚类化合物。**方法** 应用食品补充检验方法 BJS 201908《水产品及水中丁香酚类化合物的测定》, 以海水鱼、淡水鱼、海水虾、淡水虾及养殖水作为基质, 测定 6 种丁香酚类化合物的含量。**结果** 通过对实际样品测定后发现, 在水产品中检出了丁香酚类化合物, 主要为丁香酚, 检出率为 28.9%, 其中海水鱼相对突出。**结论** 海鲜水产批发市场和农贸市场的水产品中丁香酚的检出率较高。

关键词: 水产品及养殖水; 丁香酚类化合物; 实际样品测定

Research on the risk of eugenol drug residues in aquatic products and aquaculture water

SHAO Man, YAO Huan, YU Xiao-Qin*

(Sichuan Provincial Food and Drug Inspection Institute, Chengdu 610000, China)

ABSTRACT: Objective To detect eugenol compounds in aquatic products and aquaculture water. **Methods** The food supplement test method BJS 201908 *determination of eugenol compounds in aquatic products and water* was applied, the contents of 6 eugenol compounds were determined using marine fish, freshwater fish, marine shrimp, freshwater shrimp and aquaculture water as substrates. **Results** After the actual sample determination, it was found that eugenol compounds were detected in aquatic products, mainly eugenol, with a detection rate of 28.9%, among which marine fish was relatively prominent. **Conclusion** The detection rate of eugenol in aquatic products in seafood wholesale market and farmers market is higher.

KEY WORDS: aquatic products and aquaculture water; eugenol drug residues; actual sample determination

0 引言

麻醉剂在国外被广泛用于水产动物的运输中^[1], 因为在水产品的长途运输过程中, 会因密度、水温、挣扎等使得呼吸加快、代谢增强、耗氧量增加、氨氮及二氧化碳的排放量升高, 而导致水产品应激、感染甚至死亡^[2], 目前渔用麻醉剂接近 30 种, 各有优缺点, 有的麻醉效果不理想, 有的对鱼体或人体的安全性不可靠, 有的价格昂贵^[1]。随着渔业的发展, 水产品的流通环节占据越来越重要的位置, 麻醉剂在水产流通领域的应用成为一种必然的趋势, 国际上也已普遍使用麻醉剂进行大规模的活

鱼运输。丁香油因其是无毒性植物组织提取物, 且在水产品麻醉中的安全性、高效性, 丁香油是近年来备受关注的——一类水产用麻醉剂。

我国水产品质量安全问题主要集中在生产和流通环节。目前, 我国较重视兽药在水产品养殖过程的使用, 并制定了相对较完善的使用规范和限量标准。但随着渔业的发展, 水产品的流通环节占据越来越重要的位置, 麻醉剂在水产流通领域的应用成为一种必然的趋势^[3]。2010 年, 厦门首次查获一起用临床齿科麻醉剂丁香酚麻醉活鱼以提高存活率的案件。2012 年, 北京最大海鲜市场被爆用麻醉药喂鱼, 商家称是常态。2015 年, 在北京某水产批发市场,

*通信作者: 余晓琴, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全分析检测与标准起草。E-mail: 113343838@qq.com

*Corresponding author: YU Xiao-Qin, Ph.D, Senior Engineer, 8 Xinwen Road, Gaoxin West District, Sichuan Provincial Food and Drug Inspection Institute, Chengdu 610000, China. E-mail: 113343838@qq.com

鱼贩将药瓶上写着丁香油、门汀的麻醉剂倒入鱼池。淘宝网中有上百家商户网上销售丁香酚, 其中很多都标明渔用麻醉、水产专用、长途运输渔用安定剂等字样, 还明确写出使用方法及剂量。以上信息反映了我国相关法规和信息缺乏的问题日益突显出来。

丁香酚、甲基丁香酚、异丁香酚、甲基异丁香酚、乙酸丁香酚酯、乙酰基异丁香酚均属于丁香酚类化合物。日本、新西兰、澳大利亚等国允许丁香油作为渔用麻醉剂, 澳大利亚、智利、韩国、新西兰等批准异丁香酚作为渔用麻醉剂。但美国和加拿大拒绝批准丁香酚作为渔用麻醉剂在水产品中使用。美国国家毒理学计划认为, 丁香酚类化合物对啮齿动物是致癌物或潜在的致癌物, 其安全性值得怀疑, 并将其划分为第 3 类致癌物^[3-4]。

据不完全统计, 约有 60 多篇文献研究丁香酚在水产品中的使用, 并从 2011 年起逐步有人研究, 集中于 2015、2016 年。近几年各国都有将其应用于渔业生产与活水产品流通运输领域的报道^[5-8], 研究单位主要为水产研究所、海洋大学类高校、水产品质量检验中心等, 主要围绕水产品用麻醉剂的研究综述^[9-10]、丁香酚使用代谢规律^[11]、不同品种鱼的麻醉剂使用浓度、温度、时间等麻醉效果研究^[12]、麻醉剂的检测方法等研究内容^[13-15]。但关于水产品中麻醉剂丁香酚类的实际样品测定及风险研究较少。

结合丁香酚使用现状和研究进展^[16-18], 本研究采用二甲亚砜(dimethyl sulfoxide, DMSO)辅助浓缩气相色谱-质谱联用仪测定水产品中 6 种丁香酚类化合物的检验方法^[19], 测定海水鱼、淡水鱼、海水虾、淡水虾及养殖水中 6 种丁香酚类化合物, 实地采样和网络购样共 141 批次, 并开展实际样品测定, 是国内首次从不同种类方面、品种细类方面、采样场所方面及实际采样和网络购样等方面进行较为深入的分析, 以期在水产品质量安全监管提供基础数据, 为丁香酚类化合物可作为渔用麻醉剂供了方法论及理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

丁香酚(CAS: 97-53-0)、甲基丁香酚(CAS: 93-15-2)、异丁香酚(CAS: 97-54-1)、顺式-甲基异丁香酚(CAS: 93-16-3)、乙酸丁香酚酯(CAS: 93-28-7)、乙酰基异丁香酚(CAS: 93-29-8)(纯度均大于 98%, 上海安谱公司); 淡水鱼、海水鱼、淡水虾、海水虾、养殖水均购于各大海鲜水产批发市场、农贸市场、大型商场与超市及网络购样, 分别取去皮去鳞后的鱼腹部肌肉和去壳去头后的虾肉均质制样。

乙腈、正己烷、二甲亚砜(色谱纯, 美国 Fisher 公司)。

1.2 仪器与设备

7890A-5975C 气相色谱-质谱联用仪(配有电子轰击电

离源)、50 mL tubes 陶瓷均质子(美国 Agilent 公司); HR2860 组织匀浆机(珠海飞利浦公司); VTX3000L 漩涡混合器(日本 EYELA 公司); CF16RXII 离心机(日本 Hitachi 公司); TurboVapLV 氮吹仪(美国 Biotage 公司); 电子天平(精确至 0.0001 g, 美国 Sartorius 公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 标准溶液的配制

标准储备液: 分别精密称取 6 种丁香酚类化合物标准品约 10 mg(精确至 0.1 mg), 置 10 mL 容量瓶中, 用适量乙腈溶解, 并定容至刻度, 摇匀, 即得各化合物的标准储备液(浓度约为 1 mg/mL), 4 °C 避光密封保存。

混合标准中间液: 分别精密量取上述标准储备溶液 0.1 mL, 置 10 mL 容量瓶中, 用乙腈稀释至刻度, 摇匀, 即得混合标准中间溶液(浓度约为 0.01 mg/mL), 4 °C 避光密封保存。

标准系列工作溶液: 用空白基质溶液将混合标准中间溶液制成浓度分别为 20、40、100、200、500、1000 ng/mL 的标准系列工作溶液, 临用时新配。

1.3.2 实验方法

淡水鱼、海水鱼、淡水虾、海水虾: 称取 2.0 g 混匀后的样品(精确至 0.001 g), 置于 50 mL 离心管中, 加入一颗陶瓷均质子(或加入乙腈后均质仪均质均匀)及 5 g 无水硫酸钠, 再加入 10 mL 乙腈, 超声 15 min, 离心 5 min (8000 r/min), 上清液转移至另一 50 mL 离心管中, 同法重复提取 1 次, 合并上清液, 加入乙腈饱和的正己烷 5 mL, 涡旋 1 min, 离心 5 min (8000 r/min), 下层加入 50 μL 二甲亚砜, 40 °C 氮吹至近干, 加入乙腈 1 mL, 涡旋 30 s, 过微孔滤膜(0.45 μm), 供气质联用仪分析。

养殖水: 称取 5.0 g 混匀后的样品(精确到 0.001 g), 置于 50 mL 离心管中, 加入 10 mL 乙腈, 涡旋振荡 5 min, 加入 5.0 g 无水 MgSO₄, 放入一颗均质子, 涡旋振荡 5 min, 离心 5 min (5000 r/min), 准确移取上清液 4 mL, 加入 50 μL 二甲亚砜, 40 °C 氮吹至近干, 加入乙腈 1 mL, 涡旋 30 s, 过微孔滤膜(0.45 μm), 供气质联用仪分析。采用气相色谱-质谱联用仪测定 6 种丁香酚类化合物的含量。各化合物定量、定性离子及检出限见表 1, 6 种丁香酚类化合物气质联用选择离子流图见图 1。

1.3.3 仪器条件

气相色谱条件: 色谱柱: DB-1701 (30.0 m×0.25 mm, 0.25 μm); 程序升温: 柱温初始为 100 °C, 保持 1 min, 然后以 6 °C/min 升至 200 °C, 再以 25 °C/min 升至 260 °C, 保持 5 min; 载气: 高纯氦气, 流速 1.0 mL/min; 进样口温度: 230 °C; 进样模式: 不分流进样; 进样量: 1 μL。

质谱参数: 电离方式: 电子轰击电离源(EI); EI 能量为 70 eV; 离子源温度为 230 °C; 溶剂延迟 6.00 min; 采集方式为选择离子监控。

表1 6种丁香酚类化合物质谱参数及检出限
Table 1 Mass spectrometry parameters and lod of 6 analytes

化合物名称	定量离子(m/z)	定性离子 1(m/z)	定性离子 2(m/z)	检出限/(mg/kg)
丁香酚	164	149	131	0.01
甲基丁香酚	178	163	147	0.01
异丁香酚	164	149	131	0.01
顺式-甲基异丁香酚	178	163	107	0.01
乙酸丁香酚酯	164	149	206	0.01
乙酰基异丁香酚	164	149	206	0.01

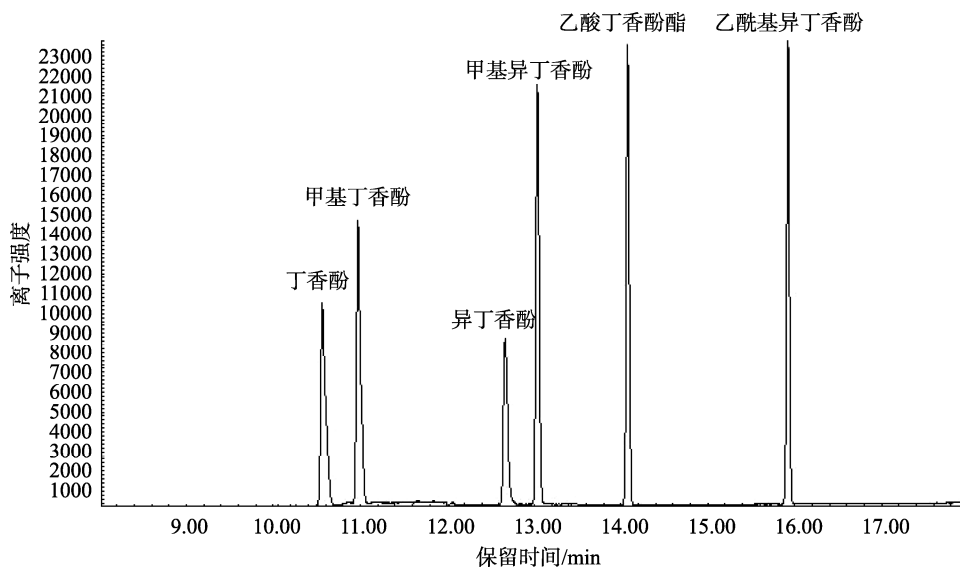


图1 6种丁香酚类化合物气质联用仪选择离子流图

Fig.1 Ion flow diagrams were selected for 6 eugenol compounds by gas chromatograph-mass spectrometer

2 结果与分析

2.1 总体检测结果分析

本研究共采集 141 批次样本, 其中水产品样本 121 个, 养殖水样本 20 个, 检测指标涉及 6 个丁香酚类化合物。其中, 6 个丁香酚类化合物只有丁香酚检出, 这与目前文献和调研的情况一致; 20 个养殖水均未检出, 但 20 个养殖水对应的水产品中有 10 个样本检出丁香酚, 初步表明, 丁香酚应不是市场内暂养中使用, 可能在捕捞分类、过秤称重或运输中使用。水产品样本共计 121 个, 共计 35 个样本检出, 丁香酚检出率为 28.9%, 含量范围为 0.010~7.09 mg/kg, 平均含量为 0.6 mg/kg。结果分布范围见图 2, 其中, 35 批检出样本中, 29 批次的含量小于 600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (82.3%)。

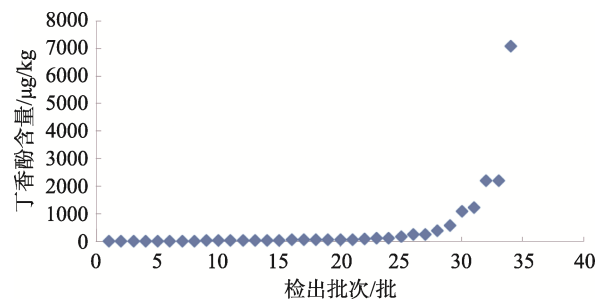


图2 检出丁香酚样本含量范围分布图

Fig.2 Distribution of eugenol content in samples detected

2.2 细类品种测定结果分析

121 个水产品样本中, 其中海水鱼 41 个, 检出丁香酚样本 24 个, 检出率为 58.5%, 丁香酚含量范围为

0.010~7.09 mg/kg, 品种主要包括鲷鱼、多宝鱼、海鲈鱼、龙鱼、泥猛、牛尾鱼和石斑鱼, 具体信息见表 2; 淡水鱼 40 个, 检出丁香酚样本 9 个, 检出率为 22.5%, 丁香酚含量范围为 0.01~1.25 mg/kg, 品种包括花斑鱼、罗非鱼和鲈鱼; 海水虾 21 个, 1 个样本检出, 检出率为 4.8%; 淡水虾 19 个, 1 个样本检出, 检出率为 5.3%。不同细类水产品丁香酚检出率见图 3。

本研究比较了鱼类和虾类中丁香酚的检出率、海水鱼和淡水鱼丁香酚的检出率以及不同种类鱼类的丁香酚检出率。鱼类丁香酚的检出率为 46.5%, 虾类丁香酚的检出率为 5%, 远低于鱼类中丁香酚的检出率, 原因可能是虾类相较于鱼类对生存环境的要求较低, 生存能力较强, 也可能是相关经营者对于麻醉剂的认知薄弱, 随意添加导致; 海水鱼和淡水鱼中丁香酚的检出率分别为 58.5%、22.5%, 海水鱼中丁香酚的检出率较淡水鱼中成倍增加, 原因可能是海水鱼在较高盐度下, 为调节自身渗透压平衡, 需要消耗更多能量, 鳃的呼吸频率相对加快, 摄入较多的麻醉剂, 导致丁香酚检出率较高, 也可能是由于海水鱼运输路途偏

长, 运输时间较久, 商家为提高存活率, 在海水鱼中较多使用渔用麻醉剂。表 2 结果表明, 龙鱼、多宝鱼、鲈鱼、石斑鱼、鲷鱼和牛尾鱼丁香酚的检出率高于鱼类的平均检出率, 可能是这些鱼类价格较昂贵, 且对生存环境要求较高, 运输成本较高导致。

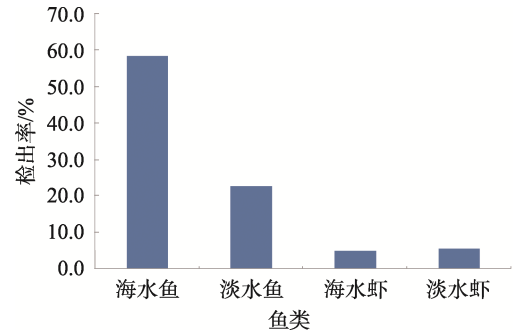


图 3 不同细类水产品丁香酚检出率
Fig.3 Eugenol detection rate of different fine aquatic products

表 2 不同种类水产品丁香酚检出率及含量范围
Table 2 Detection rate and content range of eugenol in different species

名称	抽样批次	检出批次	检出率/%	含量/(mg/kg)
龙鱼	4	3	75	0.010~5.31
多宝鱼	7	5	71.4	0.042~6.07
鲈鱼	15	9	66.7	0.012~7.09
石斑鱼	9	6	66.7	0.038~2.21
鲷鱼	11	7	63.6	0.087~0.410
牛尾鱼	2	1	50	0.018~0.096
泥猛	5	2	40	0.083~0.133
秋刀鱼	2	0	0	0
沙丁鱼	1	0	0	0
黄花鱼	1	0	0	0
草鱼	4	0	0	0
黑鱼	1	0	0	0
黄花鱼	2	0	0	0
鲫鱼	4	0	0	0
鲤鱼	3	0	0	0

2.3 采样场所测定结果分析

本研究采样覆盖了海鲜水产批发市场、农贸市场、超市等实地采样地点和网络采样。市场采样共计 80 个样本(水产样本 60 个, 养殖水 20 个); 涉及 18 个采样场所, 39 个采样点, 按 60 个水产品样本计算, 每个采样场所平均 3.33 个样本, 每个采样点 1.54 个; 网络采样共计 60 个水产品样本, 来自 35 个网店, 平均每个网店样本数为 1.71 个样本, 表明样本代表性较好; 网店所标称地址包含广东、福建、山东、辽宁等省份。18 个采样场所覆盖海鲜水产批发市场、农贸市场、超市等。检测结果见表 3。

由表 3 可知, 实地采样中, 海鲜水产批发市场和农贸市场的水产品中丁香酚的检出率较高, 特别是农贸市场, 丁香酚的检出率高达 76.9%, 原因可能是农贸市场和海鲜水产批发市场中个体商户来源较复杂, 且对食品的安全认知程度不够, 也可能是采购渠道不正规所致。

本研究比较了海水鱼、淡水鱼、海水虾、淡水虾的网络购样和实地采样的丁香酚检出率, 结果见表 4。由表 4 可知, 在海水鱼和淡水鱼中, 实地采样中丁香酚的检出率明显高于网络购样中丁香酚的检出率, 特别是实地采样的海水鱼中丁香酚的检出率高达 100%, 而网络购样的海水鱼丁香酚检出率低至 23.8%, 原因可能是网络购样的采样

点主要是各大知名电商, 采购渠道较为正规, 有专门的运输和配送机构, 且安全风险意识较强。

3 结 论

通过对 141 个实际样品测定, 发现水产品中存在丁香酚。水产品样本共计 121 个, 检出率为 28.9%, 其中海水鱼相对突出。基于已有的实验结果, 说明水产品中存在使用渔用麻醉剂丁香酚。检测结果表明, 海鲜水产批发市场和农贸市场的水产品中丁香酚的检出率较高, 可进行进一步跟踪摸底, 确认具体的添加环节。我国目前在水产养殖和流通领域监管滞后, 缺乏对渔用麻醉剂使用安全性的权威判定, 对于渔用麻醉剂的管理尚处于模糊地带, 故有必要加强丁香酚的安全性研究, 并规定休药期和残留要求。建议开展市售水产品中丁香酚类化合物的残留风险监测, 积累市售水产品 and 养殖用水中丁香酚类化合物残留的检测数据, 了解我国市场中水产品及养殖水中丁香酚类化合物的使用情况, 找出市售水产品中可能存在的风险因子, 并建立相应的风险防控机制, 评估丁香酚化合物类作为渔用麻醉剂的安全性, 以期找到一种麻醉效果好, 物残留少, 安全范围宽, 易于急救, 反复使用危害小的新型麻醉剂。发挥丁香酚类麻醉剂在我国鱼类科研、运输、销售等环节的积极作用。

表 3 不同采样点丁香酚检出率

Table 3 Eugenol detection rate at different sampling points

采样点	采样批次	检出批次	检出率/%	含量范围/(mg/kg)
海鲜水产批发市场	23	13	56.5	0.0517~7.09
农贸市场	13	10	76.9	0.0098~5.12
大型商场与超市	24	5	20.8	0.0410~1.05
网络购样	61	7	11.5	0.0087~0.68

表 4 网络购样和实地采样的不同细类水产品中丁香酚检出率和含量范围

Table 4 Detection rate and content range of eugenol in different fine aquatic products from online sampling and field sampling

采样地点	细类	采样批次	检出批次	检出率/%	含量/(mg/kg)
网络购样	海水鱼	21	5	23.8	0.26~7.09
实地采样		20	20	100	0.010~5.21
网络购样	淡水鱼	19	2	10.5	0.018~0.057
实地采样		20	10	50	0.010~1.25
网络购样	海水虾	10	0	0	0
实地采样		11	1	9.09	2.22
网络购样	淡水虾	9	0	0	0
实地采样		10	0	0	0

参考文献

- [1] 刘春花, 赵长臣, 巩华, 等. 丁香油麻醉剂在水产养殖上的应用研究进展[J]. 广东饲料, 2016, 25(11): 33-36.
LIU CH, ZHAO CC, GONG H, *et al.* Research progress on application of clove oil anesthetic in aquaculture [J]. Guangdong Feed. 2016, 25(11): 33-36.
- [2] 金元, 何雅静, 程波, 等. 丁香酚类麻醉剂的安全性探讨[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(1): 36-40
JIN Y, HE YJ, CHENG B, *et al.* Research on safety of eugenol derivatives anesthetics [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(1): 36-40.
- [3] 李晓芹, 朱振华, 翟纹静, 等. 渔用麻醉剂使用现状和检测技术研究进展[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(29): 72-73, 170.
LI XQ, ZHU ZH, ZHAI JW, *et al.* Research progress in detection technology and current situation of anesthetic residues in aquatic products [J]. J Anhui Agric Sci, 2017, 45(29): 72-73, 170.
- [4] 赵东豪, 王强, 王旭峰, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法检测鱼肉和暂养水中丁香酚残留量[J]. 食品科学, 2016, 37(24): 252-256.
ZHAO DH, WANG Q, WANG XF, *et al.* Determination of eugenol in fish and farming water by ultra performance liquid chromatography and mass spectrometry [J]. Food Sci, 2016, 37(24): 252-256.
- [5] 刘长琳, 李继强, 陈四清, 等. 丁香酚麻醉半滑舌鳎成鱼的试验研究[J]. 渔业科学进展, 2007, 28(3): 50-56.
LIU CL, LI JQ, CHEN SQ, *et al.* Experimental study on eugenol anesthesia for half-smooth tongue sole [J]. Advan Fish Sci, 2007, 28(3): 50-56.
- [6] YE L. Development and validation of a LC-MS/MS method for the determination of isoeugenol in finfish [J]. Food Chem, 2017, 228: 70-76.
- [7] LIU YT, AI XH, LI L, *et al.* A fast and accurate isotope dilution GC-IT-MS/MS method for determination of eugenol in different tissues of fish: Application to a depletion study in mandarin fish [J]. Biomed Chromatogr, 2018: e4163.
- [8] LI JC, LIU H, WANG CY, *et al.* Stable isotope labeling-assisted GC/MS/MS method for determination of methyleugenol in food samples [J]. J Sci Food Agric, 2018, 98(9): 3485.
- [9] 李晋成, 刘欢, 王群, 等. 水产品中丁香酚的残留风险评估研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(11): 3598-3602.
LI JC, LIU H, WANG Q, *et al.* Progress in risk assessment of eugenol residues in aquatic products [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(11): 3598-3602.
- [10] CUNHA MA, ZEPPEFELD CC, GARCIA LO, *et al.* Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet [J]. Ciência Rural, 2010, 40(10): 2107-2114.
- [11] 孔晓军, 刘希望, 李剑勇, 等. 丁香酚的药理学作用研究进展[J]. 湖北农业科学 2013, (3): 21-24.
KONG XJ, LIU XW, LI JY, *et al.* Research progress on the pharmacological effects of eugenol [J]. Hubei Agric Sci, 2013, (3): 21-24.
- [12] 赵艳丽, 杨先乐, 黄艳平, 等. 丁香酚对大黄鱼麻醉效果的研究[J]. 水产科技情报, 2002, 29(4): 163-165.
ZHAO YL, YANG XL, HUANG YP, *et al.* Study on anesthetic effect of eugenol on yellow croaker [J]. Aquatic Sci Technol Inform, 2002, 29(4): 163-165.
- [13] 陈焕, 黄和, 高平, 等. 分散固相萃取-气相色谱法同时测定水产品中六种丁香酚类麻醉剂的残留量[J]. 食品工业科技, 2015, 36(8): 88-92, 102.
CHEN H, HUANG H, GAO P, *et al.* Determination of six clove phenol drug residues in aquatic products by gas chromatography with dispersive solid-phase extraction [J]. Sci Technol Food Ind, 2015, 36(8): 88-92, 102.
- [14] 解超男, 李芹, 韩刚, 等. 基于单克隆抗体的胶体金免疫层析法快速检测丁香酚[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(20): 6938-6943.
XIE CN, LI Q, HAN G, *et al.* Rapid detection of eugenol using colloidal gold immunoassay based on monoclonal antibody [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(20): 6938-6943.
- [15] KE CL, LIU Q, LI LD, *et al.* Simultaneous determination of eugenol, isoeugenol and methyleugenol in fish fillet using gas chromatography coupled to tandem mass spectrometry [J]. J Chromatogr B, 2016, 1031: 189-194.
- [16] 方晓磊, 柯常亮, 李刘冬, 等. 丁香酚辅助鲜活草鱼处理和运输的剂量研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(17): 275-278.
FANG XL, KE CL, LI LD, *et al.* Concentrations of eugenol assisting for transport and handling of *Ctenopharyngodon idellus* [J]. Sci Technol Food Ind, 2017, 38(17): 275-278.
- [17] 王彩霞, 熊光权, 白婵, 等. 渔用麻醉剂检测方法及残留安全性评价研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(1): 51-56.
WANG CX, XIONG GQ, BAI C, *et al.* Research progress of detection methods and residual safety evaluation of fish sedatives [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(1): 51-56.
- [18] 刘双凤, 黎勤. 鱼用麻醉剂的研究进展[J]. 黑龙江水产, 2008, (6): 40-43.
LIU SF, CAI X. Research progress of fish anesthetics [J]. Fisher Heilongjiang, 2008, (6): 40-43.
- [19] 陈焕, 黄和, 高平, 等. GC-MS法同时测定水产品中6种丁香酚类麻醉剂的残留量[J]. 食品工业, 2017, (7): 305-309.
CHEN H, HUANG H, GAO P, *et al.* The residues of 6 eugenol anesthetics in aquatic products were determined by GC-MS [J]. Food Ind, 2017, (7): 305-309.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



邵 曼, 硕士, 中级药师, 主要研究方向为食品安全分析检测。

E-mail: 741338867@qq.com



余晓琴, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为食品安全分析检测与标准起草。

E-mail: 113343838@qq.com