

超高效液相色谱-串联质谱法检测罗非鱼中 喹乙醇及其衍生物

师真^{1#*}, 杨在英^{2#}, 张瑞雨¹, 赵丽¹, 李文廷¹

(1. 昆明市疾病预防控制中心, 昆明 650228; 2. 昆明医科大学, 昆明 650500)

摘要: **目的** 建立超高效液相色谱-串联质谱法(ultra high pressure liquid chromatography-mass spectrometry, UPLC-MS/MS)测定罗非鱼中喹乙醇(olaquinox, OLQ)及其代谢物3-甲基-喹噁啉-2-羧酸(3-methyl-quinoxaline-2-carboxylic acid, MQCA)含量的分析方法。**方法** 样品经10 mL 50%甲醇溶液50 °C水浴超声提取, PPL固相萃取小柱净化, 经2 mL去离子水淋洗、2 mL 60%甲醇溶液洗脱, 以乙腈-0.1%甲酸为流动相, 经synchronis C₁₈色谱柱分离, 采用多反应监测正离子模式进行定性及定量分析。**结果** OLQ和MQCA在0.01~5.0 µg/mL范围内线性关系良好, 相关系数(r^2)均大于0.998, 检出限为0.003 mg/kg和0.001 mg/kg, 定量限为0.01 mg/kg和0.003 mg/kg, OLQ的3个水平加标回收率为87.0%~98.0%, RSD为3.3%~4.7%; MQCA的3个水平加标回收率为79.0%~84.0%, RSD为1.4%~3.6%。**结论** 该方法具有灵敏度高、重复性好、准确度高、样品前处理操作简便和检测速度快的优点, 适用于罗非鱼中喹乙醇及其代谢物MQCA快速高效定量、定性分析。

关键词: 喹乙醇; 3-甲基-喹噁啉-2-羧酸; 罗非鱼; 超高效液相色谱-串联质谱法

Determination of olaquinox and its derivatives in tilapia mossambica by ultra high pressure liquid chromatography-mass spectrometry

SHI Zhen^{1#*}, YANG Zai-Ying^{2#}, ZHANG Rui-Yu¹, ZHAO Li¹, LI Wen-Ting¹

(1. Kunming Center for Disease Control and Prevention, Kunming 650228, China;
2. Kunming Medical University, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for determination of olaquinox and its metabolite 3-methyl-quinoxaline-2-carboxylic acid (MQCA) in tilapia mossambica by ultra pressure liquid chromatography-mass spectrometry. **Methods** The samples were extracted by 10 mL 50% methanol solution in 50 °C water bath, purified by PPL solid phase extraction column, eluted by 2 mL deionized water and 2 mL 60% methanol solution, separated by synchronis C₁₈ column with acetonitrile-0.1% formic acid as mobile phase, and analyzed qualitatively and quantitatively by multi-reaction monitoring positive ion mode. **Results** The linear relationship between OLQ and MQCA was good in the range of 0.01–5.0 µg/mL, the correlation coefficient (r^2) was greater than 0.998, the detection

基金项目: 昆明市卫生健康委科研项目(2017-21-01-009)

Fund: Supported by the Scientific Research Project of Kunming Health Committee (2017-21-01-009)

#师真、杨在英为共同第一作者。

#SHI Zhen and YANG Zai-Ying are co-first authors.

*通讯作者: 师真, 理化检验中级技师, 主要研究方向为水和食品中有机污染物检测。E-mail: 403908568@qq.com

*Corresponding author: SHI Zhen, Technician, Kunming Center for Disease Control and Prevention, Kunming 650228, China. E-mail: 403908568@qq.com

limit was 0.003 mg/kg and 0.001 mg/kg, the quantitative limit was 0.01 mg/kg and 0.003 mg/kg, the recovery rate of three levels of OLQ was 87.0%–98.0%, the RSD was 3.3%–4.7%, and the recovery rate of three levels of MQCA was 79.0%–84.0%, the RSD was 1.4%–3.6%. **Conclusion** This method has the advantages of high sensitivity, good repeatability, high accuracy, easy operation of sample pretreatment and fast detection speed. It is suitable for rapid and efficient quantitative and qualitative analysis of olaquinox and its metabolite MQCA in tilapia mossambica.

KEY WORDS: olaquinox; methyl-3-quinoxaline-2-carboxylic acid; tilapia mossambica; ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

1 引言

喹乙醇^[1](olaquinox, OLQ)是非抗生素类抗菌促生长药物,能改变动物肠道菌群,同时可促进蛋白质同化,增加瘦肉率,促进畜禽生长,提高饲料转化率。广泛用于抗菌治病和水生动物疾病的防治。20世纪90年代开始,国内外学者研究发现^[2]OLQ及其代谢产物3-甲基-喹噁啉-2-羧酸(3-methyl-quinoxaline-2-carboxylic acid, MQCA)会在动物体内有明显蓄积毒性、免疫毒性和遗传毒性,动物体内蓄积到一定程度时会对动物和人产生致畸、致癌、致突变的“三致”作用,在鱼体内相对稳定,是国际食品法典委员会认定的残留标识物,会给人类身体健康带来潜在危害。因此,美国和欧盟开始禁止使用喹乙醇;我国农业部第2638号公告^[3]中明确规定,2019年5月1日起全面停止在食用动物中使用喹乙醇兽药。目前有关喹乙醇残留检测^[4-6]的方法主要有高效液相色谱法^[7-10]、高效液相色谱-串联质谱法^[11-18]和酶联免疫法、荧光微球免疫层析法、电化学检测法等。由于酶联免疫法一般只能用作初步筛选,容易出现假阳性结果;荧光微球免疫层析法本底较高,定量测定较为困难;电化学检测法分析结果存在显著异质性;高效液相色谱法测定水产品喹乙醇存在基质复杂、基线过高等缺点,对定性及定量都存在影响;超高效液相色谱-串联质谱联用法分辨率更高、灵敏度高、分析快速、抗杂质干扰效果较好,本研究通过优化前处理方法、色谱质谱条件,弥补高效液相色谱法的缺点,准确定量测定水产品中喹乙醇残留量,为批量水产品中喹乙醇残留量的测定提供检测方法依据。

2 材料与方法

2.1 仪器与试剂

1290 II 超高效液相色谱仪(美国 Agilent Technologies 公司); 4500 QTRAP 质谱分析仪(美国 AB SCIEX 公司); 3H16R1 型智能台式高速冷冻离心机(湖南赫西仪器有限公司); GM200 型均质研磨仪(德国 Retsch 公司); KQ-500DE 型数控超声波清洗器(电功率 500 W, 昆山市超声仪器有限公司); Thermo synchronis C₁₈ (100 mm×2.1 mm, 1.7 μm);

Agilent Bond Elut-PPL(200 mg 3 mL, 0.22 μm)。

喹乙醇标准物质、3-甲基-喹噁啉-2-羧酸标准物质(99.0%, 德国 Dr. Ehrenstorfer GmbH 公司); 甲醇、乙腈、甲酸(色谱纯, 美国 Sigma-Aldrich 公司); 去离子水由纯水处理终端机(美国 Sartorius 公司)制得。

样品为市售罗非鱼,取其背部和腹部可食用部分混匀研磨成肉糜。

2.2 标准溶液的配制

称取喹乙醇、3-甲基-喹噁啉-2-羧酸标准品,用甲醇溶解定容至棕色容量瓶中,分别配成浓度为 100 μg/mL 的标准储备液,于-18℃避光保存。

2.3 样品前处理

样品置于常温条件下自然解冻,取鱼身可食用部分(含背肌和腹肌)切成小块,经均质研磨仪粉碎,制成均匀的鱼糜样,置于样品包装盒中,密封于-18℃条件下冷冻保存。

称取 2 g(精确至 0.01 g)均质鱼糜样品至 50 mL 离心管中,加入 10 mL 50%甲醇溶液,混匀后置于 50℃水浴中超声提取 5 min,在 4℃以 5000 r/min 离心 5 min,收集上层有机相(实验过程尽量避免光线直射)。

准备 PPL 固相萃取小柱,预先用 2 mL 甲醇、2 mL 水活化小柱,吸取 2 mL 样品提取液加入活化后的固相萃取小柱,用 2 mL H₂O 淋洗小柱,收集淋洗液,再用 2 mL 水淋洗小柱,弃去第二道淋洗液,最后用 2 mL 60%甲醇水溶液洗脱,收集洗脱液;合并收集液,用 0.22 μm 滤膜过滤至棕色进样瓶中,在检测条件下进行分析测定。

2.4 仪器条件

2.4.1 色谱条件

色谱柱: synchronis C₁₈ 色谱柱(2.1 mm×100 mm, 3 μm); 流动相 A: 乙腈, 流动相 B: 0.1%甲酸水溶液; 分析时间: 5 min; 进样体积: 10 μL; 柱温: 40℃; 流动相流速固定为 0.3 mL/min; 梯度洗脱程序见表 1。

2.4.2 质谱条件

离子源:电喷雾离子源(electron spray ionization, ESI+); 检测方式:多反应监测(multiple reaction monitoring, MRM)模式; 电离电压: 5.5 KV; 离子源温度: 550℃; 喷雾器压

力: 55 psi; 气帘气压力: 25 psi; 辅助气流速: 55 $\mu\text{L}/\text{min}$; 监测离子对、质谱条件等见表2。

表1 梯度洗脱程序
Table 1 Gradient elution procedure

时间/min	A/%	B/%	流速/(mL/min)
0.00	10	90	0.3
2.00	10	90	0.3
5.00	40	60	0.3
8.00	90	10	0.3
11.00	90	10	0.3
12.00	10	90	0.3
15.00	10	90	0.3

表2 质谱参数
Table 2 Mass spectrum parameters

化合物	母离子 (m/z)	子离子 (m/z)	去簇电压 /V	碰撞电 压/V
喹乙醇	263.9	211.8*	80	28
		177.1	80	22
		143.0	80	40
3-甲基-喹噁林 -2-羧酸	188.9	143.0*	50	20
		145.0	50	18
		171.0	50	12

注: *为定量离子。

3 结果与分析

3.1 样品前处理条件的确定

3.1.1 提取溶剂的选择

经查文献^[7,8], 本实验考察了 NaH_2PO_4 、乙腈、甲醇对 OLQ 和 MQCA 的提取效果。结果表明甲醇提取效果较其它提取剂略好, 由于 OLQ 在有机溶剂中的溶解性较差, 根据 OLQ 的热稳定性且在水中的溶解度较大, 实验用甲醇和水混合试剂作为提取剂。

先比较甲醇与水在不同比例条件下的提取效率, 固定温度为 30 $^{\circ}\text{C}$, 分别比较 10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、100% 甲醇浓度下对 OLQ 和 MQCA 加标量为 0.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 样品的提取效果, 结果见图 1。由图 1 可知, 在 50% 甲醇比例下 OLQ 和 MQCA 的提取效率均相对较高, 因此实验选择 50% 甲醇溶液作为提取试剂。

再通过加热的方法来提高提取效率, 实验考察了固定 50% 甲醇溶液, 在 30、40、50、60、70、80 $^{\circ}\text{C}$ 条件下对 OLQ 和 MQCA 加标量为 0.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 样品的提取效果, 结果见图 2。由图 2 可知, 随着水温度的升高, 提取率逐渐下降; 当温度为 30 $^{\circ}\text{C}$ 时, 提取效率最高; 因此实验选择 30 $^{\circ}\text{C}$ 作为加热的温度。

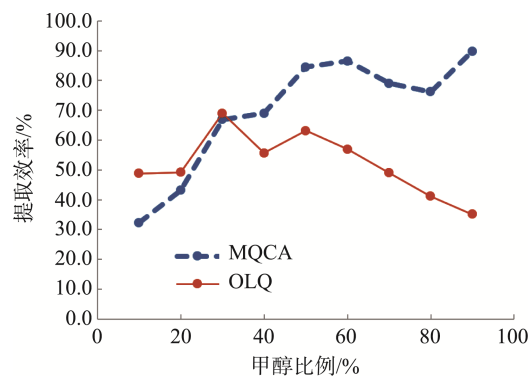


图1 不同甲醇浓度下的提取效率

Fig.1 Extraction efficiency under different methanol concentration

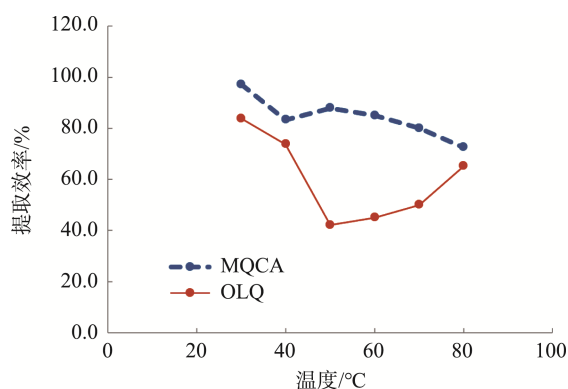


图2 不同温度下的提取效率

Fig.2 Extraction efficiency at different temperatures

3.1.2 净化方式的选择

水产品中的维生素、糖类、水溶性蛋白质、氨基酸、油脂等杂质均溶于热水, 加热提取时不可避免地将这些杂质一并提取出来, 导致提取液成分复杂、混浊, 必须通过净化减小基质对检测的干扰。一般净化的方式有固相萃取法和液液萃取法。液液萃取法净化效果较差、耗费大量的试剂; 而固相萃取法净化效果好, 试剂用量少。本研究采用固相萃取法净化。

经查文献^[8-10], 常用的固相萃取柱分别有: HLB、MCX、PEP、PAX、PPL、EMR 等, 本实验分别对比了上述 6 种柱的柱效, 经甲醇和水活化后, 用 2 mL 水淋洗 2 次, 2 mL 60% 甲醇水溶液洗脱, 比较发现 OLQ 和 MQCA 在 HLB、MCX、PEP 上加标回收率较低, PPL 和 EMR 加标回收率较高, 取 PPL 和 EMR 单独对比柱效, 发现 EMR 小柱对 MQCA 保留, 对 OLQ 基本不保留, PPL 小柱对 OLQ 和 MQCA 均保留, 能较好地完成净化过程, 消除大部分基质的影响。

本实验选用 PPL 固相萃取柱, 样品提取液直接通过经甲醇和水活化过的 PPL 小柱后, 用 2 mL 水淋洗 2 次, 2 mL 60% 甲醇水溶液洗脱, 分别收集流出液, 上机检测, 发现淋洗第 2 步中未发现残留; 上样、淋洗第 1 步、洗脱

中均存在少量残留,因此弃去淋洗第 2 步流出液,收集上样、淋洗第 1 步、洗脱流出液,合并后上机检测,结果表明:基质净化的效果理想,OLQ 和 MQCA 的回收率均达到要求。

3.2 质谱条件选择

本研究将 OLQ 和 MQCA 分别进行正离子扫描和负离子扫描,确定各个物质的母离子和子离子,优化得到 CE 和 DP,实验表明负离子模式下 OLQ 响应值较低,不利于 OLQ 的检出,经查文献^[14,15]得知 OLQ 和 MQCA 分子结构中有羧基,在一级质谱中易与 H^+ 结合,产生带正电荷离子 $[M+H]^+$,经过二级碰撞后,产生不同强度的碎片离子,以丰度最大的 m/z 211.8、 m/z 143.0 作为 2 种化合物的定量离子,确定特征碎片离子,并在多反应监测 MRM 模式下优化了气帘气、离子源温度、喷雾气、辅助加热气等条件。

3.3 流动相的选择

在已有参考文献^[16]中有机相采用了乙腈溶液,本实验考察了以乙腈-0.1%甲酸水溶液和乙腈-0.2%氨水水溶液体系作为流动相,分别考察了正负离子检测模式下对目标物测定结果的影响,结果表明,以乙腈-0.2%氨水体系作为流动相时,OLQ 和 MQCA 的色谱峰与杂质峰分离度较差,OLQ 响应低且 MQCA 峰形拖尾展宽严重;以乙腈-0.1%甲酸水溶液体系作为流动相时,均能分离测定 2 个物质,且 2 个物质均有较高响应,峰形窄,且分离时间缩短,在较短

时间内就能完成分离。本实验最终确定流动相为乙腈-0.1%甲酸水溶液。乙腈-0.1%甲酸水溶液流动相条件下标准物质质谱图见图 3。

3.4 方法研究及结果分析

3.4.1 标准曲线和检出限、定量限

用 OLQ 和 MQCA 标准储备溶液,配制成浓度分别为 0.01、0.05、0.2、1.0、5.0 $\mu\text{g/mL}$ 的混合标准工作液上机测定,以标准溶液的浓度为横坐标,目标物的峰面积为纵坐标,绘制标准曲线。结果表明:OLQ 和 MQCA 在 0.01 ~ 5.0 $\mu\text{g/mL}$ 范围内线性关系良好,相关系数(r^2)均大于 0.998,根据信号响应值,以不小于 3 倍信噪比来确定检出限(limit of detection, LOD, $S/N \geq 3$),不小于 10 倍信噪比确定定量限(limit of quantitation, LOQ, $S/N \geq 10$)。线性范围、线性方程、相关系数、检出限、定量限见表 3。

3.4.2 精密度与回收实验

选择不含待测目标物的罗非鱼空白基质样品进行加标回收实验,分别添加 0.05、0.1、0.2 mg/kg 3 个浓度水平的标准溶液,每个添加浓度水平做 6 个平行样,分别计算 OLQ 和 MQCA 的含量,结果 OLQ 的平均添加回收率为 87.0%~98.0%,MQCA 为 79.0%~84.0%,相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)见表 4。结果显示,OLQ 和 MQCA 均具有较好的加标回收率和精密度,该检测方法结果可靠。

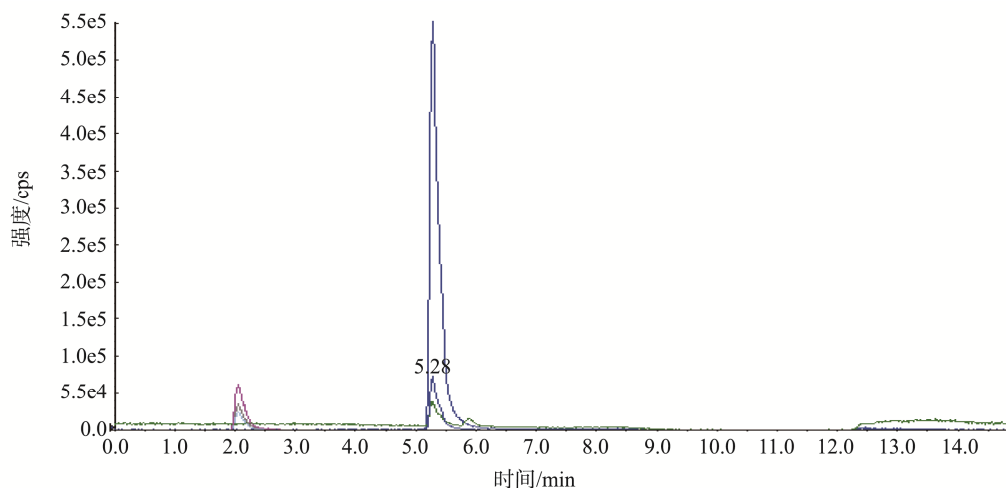


图 3 0.1 $\mu\text{g/mL}$ 标准物质谱图

Fig.3 Spectrum of 0.1 $\mu\text{g/mL}$ reference materials

表 3 OLQ 和 MQCA 的线性范围、线性方程、相关系数、检出限和定量限

Table 3 Linear range, linear equation, correlation coefficient, detection limit and quantitative limit of OLQ and MQCA

化合物	线性范围/ $(\mu\text{g/mL})$	回归方程	相关系数 r^2	检出限/ (mg/kg)	定量限/ (mg/kg)
OLQ	0.01 ~ 5.0	$Y=3.68323e6X+2500.25551$	0.9987	0.003	0.01
MQCA	0.01 ~ 5.0	$Y=7.91124e6X+6957.28916$	0.9995	0.001	0.003

表4 精密度和回收试验结果($n=6$)
Table 4 Precision and recovery test results ($n=6$)

化合物	加标值 (mg/kg)	测定值 (mg/kg)	平均回 收率/%	RSD/%
OLQ	0.05	0.048	96.0	3.3
	0.1	0.087	87.0	4.3
	0.2	0.196	98.0	4.7
MQCA	0.05	0.042	84.0	3.6
	0.1	0.079	79.0	1.8
	0.2	0.165	82.5	1.4

4 结论

本研究建立同时检测罗非鱼中喹乙醇及其代谢物MQCA的UPLC-MS/MS分析方法,样品经10 mL 50%甲醇溶液30℃水浴超声提取,PPL固相萃取小柱净化,以乙腈-0.1%甲酸水溶液作为流动相,同时分离测定2个化合物,均有较高响应,在较短时间内就能完成分离。实验结果表明该方法具有灵敏度高、重复性好、准确度高、样品前处理操作简便和检测速度快的优点,适用于罗非鱼中喹乙醇及其代谢物MQCA快速高效定量、定性分析。

参考文献

- [1] 杨先乐,胡鲲,邱军强,等. 喹乙醇在鱼体内蓄积及其对鱼类的影响[J]. 水生生物学报, 2005, (1): 13-19.
Yang XL, Hu K, Qiu JQ, *et al.* Studies on accumulation and toxicity of olaquinox in fishes [J]. Acta Hydrobiol Sin, 2005, (1): 13-19.
- [2] 邱建东,林世武. 动物源性食品中喹乙醇的残留及危害[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2017, 33(4): 23.
Qiu JD, Lin SW. Residue and harm of olaquinox in animal food [J]. Chin Anim Husbandry Veter Abstr, 2017, 33(4): 23.
- [3] 中华人民共和国农业部公告第2638号文[Z].
Ministry of agriculture notice No.2638 of the people's republic of China [Z].
- [4] 宋春美,侯玉泽,刘宣兵,等. 喹乙醇的危害及检测方法研究进展[J]. 河南农业科学, 2009, (12): 13-17.
Song CM, Hou YZ, Liu XB, *et al.* Research progress on hazards and detection methods of olaquinox [J]. J Henan Agric Sci, 2009, (12): 13-17.
- [5] 郭溪芮,张珍珍. 喹乙醇的危害及其检测方法[J]. 兽医导刊, 2017, (9): 52-53.
Wu XR, Zhang ZZ. Hazard of olaquinox and its detection method [J]. Veter Orient, 2017, (9): 52-53.
- [6] 孔祥吉,王娜,许静,等. 斑马鱼体内喹乙醇的检测技术及富集特性研究[J]. 中国抗生素杂志, 2016, 41(1): 55-59.
Kong XJ, Wang N, Xu J, *et al.* A study on the determining techniques and bioaccumulation characteristics of olaquinox in *Brachydanio rerio* [J]. Chin J Antibiot, 2016, 41(1): 55-59.

- [7] 李莹,赵丹莹,郭蒙京. 淡水鱼中喹乙醇含量的液相色谱测定法[J]. 职业与健康, 2013, 29(3): 322-324.
Li K, Zhao DY, Guo MJ. Determination of olaquinox in freshwater fish by HPLC [J]. Occup Health, 2013, 29(3): 322-324.
- [8] 黄鸾玉,杨姝丽,韦信贤,等. 超高效液相色谱法测定水产品中喹乙醇的残留量[J]. 理化检验(化学分册), 2019, 55(4): 427-431.
Huang LY, Yang SL, Wei XX, *et al.* Determination of the residual of olaquinox in aquatic products by UPLC [J]. Phy Test Chem Anal (Part B: Chem Anal), 2019, 55(4): 427-431.
- [9] 刘文侠,郑景娇. 高效液相色谱法测定水产品中喹乙醇的残留量[J]. 科技与创新, 2017, (9): 137-138.
Liu WX, Zheng JJ. Determination of residual of olaquinox in aquatic products by HPLC [J]. Sci Technol Innov, 2017, (9): 137-138.
- [10] 田强兵,任惠丽,李锋刚,等. 固相萃取-高效液相色谱法测定水产品中喹乙醇[J]. 分析试验室, 2015, 34(3): 356-358.
Tian QB, Ren HL, Li FG, *et al.* Determination of olaquinox in aquatic products by HPLC using SPE [J]. Chin J Anal Lab, 2015, 34(3): 356-358.
- [11] 农业部2086号公告-5-2014 饲料中卡巴氧、乙酰甲喹、喹烯酮和喹乙醇的测定 液相色谱-串联质谱法[Z].
Ministry of Agriculture Proclamation No.2086-Determination of carbadox, mequinox, quincetone and olaquinox in feeds-Liquid chromatography-tandem mass spectrometry [Z].
- [12] Li EF, Zhang MY, Ma HQ, *et al.* Determination of 3-methylquinoxaline-2-carboxylic acid of olaquinox marker residue in chicken muscles by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2018, 36(5): 446-451.
- [13] 任召珍. 液相色谱串联质谱法测定动物组织中卡巴氧和喹乙醇代谢物残留量[J]. 食品安全导刊, 2018, (18): 72-73.
Ren ZZ. Determination of residual of carbadox and olaquinox metabolites in animal tissues by liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Chin Food Saf Magaz, 2018, (18): 72-73.
- [14] 陈俊秀,张秀清,李文廷,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定奶酪中喹乙醇及其代谢物[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(12): 3171-3176.
Chen JX, Zhang XQ, Li WT, *et al.* Determination of olaquinox and its metabolite in cheese by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(12): 3171-3176.
- [15] 李丽珍,张丽姬,何春慧,等. 高效液相色谱-串联质谱法测定水产品中喹乙醇残留量[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(18): 4988-4992.
Li LZ, Zhang LJ, He CH, *et al.* Determination of olaquinox residue in aquatic products by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(18): 4988-4992.
- [16] 张静余,杨卫军,严敏鸣. 液相色谱-串联质谱法测定水产品中喹乙醇和卡巴氧的代谢物残留量[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(14): 3788-3793.
Zhang JY, Yang WJ, Yan MM. Determination of olaquinox and carbadox metabolite residues in aquatic products by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(14): 3788-3793.
- [17] 张秀清,陈俊秀,李文廷,等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定酸奶

中的啞乙醇及其代谢物[J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(6): 651-653.

Zhang XQ, Chen JX, Li WT, *et al.* Determination of olaquinox and its metabolite in yoghurt by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Health Lab Technol, 2019, 29(6): 651-653.

[18] 刘迪, 韩莉, 黄坤, 等. 超高效液相色谱-串联质谱同时测定猪肉中传统型和新型瘦肉精[J]. 食品与机械, 2019, 35(7): 87-93.

Liu D, Han L, Huang K, *et al.* Simultaneous determination of traditional and new types of "lean meat powder" in pork by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Food Mach, 2019, 35(7): 87-93.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



师 真, 理化检验中级技师, 主要研究方向为水和食品中有机污染物研究。

E-mail: 403908568@qq.com



杨在英, 主要研究方向为卫生检验与检疫。

E-mail: 891886937@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。

本刊主编吴永宁研究员、专题主编肖文军教授及编辑部全体成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 2020 年 7 月出版, 请在 2020 年 5 月 15 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)

《食品安全质量检测学报》编辑部