

# 超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中 6种农药残留

仲伶俐, 胡莉, 雷绍荣, 郭灵安\*, 毛建霏, 李曦, 叶先林

(四川省农业科学院分析测试中心, 成都 610066)

**摘要:** **目的** 建立超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中吡虫啉、多菌灵、啉虫脒、水胺硫磷、三唑磷和甲基异柳磷 6 种农药残留的方法。**方法** 样品经乙腈提取,  $\text{NH}_2$  固相萃取小柱富集、净化, 以二氯甲烷-甲醇(9:1, V:V)为洗脱溶液; 样品经浓缩定容后, 采用 Thermo  $\text{C}_{18}$ (2.1 mm×50 mm, 1.7  $\mu\text{m}$ )色谱柱分离, 流速为 0.3 mL/min, 以水-甲醇-乙腈为流动相进行梯度洗脱, 采用超高效液相色谱-串联质谱法多反应监测模式进行测定, 采用基质标准溶液外标法定量。**结果** 6 种农药在 0.005~0.25  $\mu\text{g/mL}$  浓度范围内呈良好的线性关系, 相关系数为 0.9973~0.9998。当添加水平为 0.005、0.025、0.25 mg/kg 时, 6 种农药在茶叶中的加标回收率为 72.4%~106.6%, 相对标准偏差为 1.6%~10.0%。方法定量限为 0.5~5  $\mu\text{g/kg}$ 。**结论** 该方法操作简单、快速, 可适用于茶叶中吡虫啉、啉虫脒、多菌灵、水胺硫磷、三唑磷和甲基异柳磷 6 种农药残留的测定。

**关键词:** 超高效液相色谱-串联质谱; 茶叶; 农药残留

## Determination of 6 pesticide residues in tea by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

ZHONG Ling-Li, HU Li, LEI Shao-Rong, GUO Ling-An\*, MAO Jian-Fei, LI Xi, YE Xian-Lin

(Analysis and Testing Center of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

**ABSTRACT: Objective** To develop a method for the determination of 6 kinds of pesticide residues (imidacloprid, carbendazim, acetamiprid, isocarbophos, triazophos and isofenphos-methyl) in tea by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry(UPLC-MS/MS). **Methods** The samples were extracted with acetonitrile, then concentrated and cleaned up by  $\text{NH}_2$  solid phase extraction (SPE) using dichloromethane-methanol (9:1, V/V) as elution solution. Samples were prepared after concentration and constant volume, and separated by Thermo  $\text{C}_{18}$  (2.1 mm×50 mm, 1.7  $\mu\text{m}$ ) column using water-methanol-acetonitrile as mobile phase for the gradient elution at the flow rate of 0.3 mL/min. The target compounds were determined by UPLC-MS/MS under multi reaction monitoring (MRM) mode, and then quantitatively analyzed by external standard method using the matrix-matched standard solution. **Results** Six kinds of pesticides had good linear relationships between peak areas and concentrations in the range of 0.005~0.25  $\mu\text{g/mL}$ , and the correlation coefficients were 0.9973~0.9998. The spiked recoveries of 6 kinds of pesticides in tea were ranged from 72.4% to 106.6% at the spiked levels of 0.005, 0.025 and 0.25 mg/kg, with relative standard deviations of 1.6%~10.0%. The limits of quantification were 0.5~5  $\mu\text{g/kg}$ . **Conclusion** This method is rapid and simple, and can be applied for the determination of 6 kinds of pesticide

\*通讯作者: 郭灵安, 副研究员, 主要研究方向为食品质量与安全。E-mail: gla028@163.com

\*Corresponding author: GUO Ling-An, Associate Professor, Analysis and Testing Center of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China. E-mail: gla028@163.com

(imidacloprid, carbendazim, acetamiprid, isocarbophos, triazophos and isofenphos-methyl) residues in tea.

**KEY WORDS:** ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry; tea; pesticide residues

## 1 引言

茶叶是我国出口的主要经济作物之一,近年欧盟出台茶叶农残限量标准使得茶叶市场准入资格日益严苛,并导致中国茶叶出口受到影响<sup>[1,2]</sup>。在茶叶生产中,吡虫啉、啶虫脒和多菌灵能有效防治小绿叶蝉、飞虱、蓟马、蚜虫等害虫,也可防治茶芽枯病、茶白星病、轮斑病、褐色叶斑病和黑点病等<sup>[3-5]</sup>,因而应用普遍,另外有机磷农药也被广泛用于茶叶害虫的防除<sup>[6]</sup>。欧盟食品和饲料类快速预警系统(EU food and feed safety alert system, RASFF)曾通报中国茶叶农药残留超标频率最高的为啶虫脒、三唑磷和吡虫啉<sup>[7]</sup>。GB 2763-2014 规定了茶叶中 28 项农药最大残留限量(maximum residues limit, MRL),其中,吡虫啉和多菌灵的 MRL 分别为 0.5 mg/kg 和 5 mg/kg,啶虫脒和三唑磷未列其中。而欧盟标准规定吡虫啉、多菌灵、啶虫脒和三唑磷的 MRL 分别为 0.05 mg/kg、0.1 mg/kg、0.05 mg/kg 和 0.02 mg/kg,限量要求远高于中国<sup>[8,9]</sup>。水胺硫磷和甲基异柳磷为高毒农药,一般不得用于茶叶。

茶叶中农药残留量的测定方法主要有气相色谱(gas chromatography, GC)法<sup>[6,10]</sup>、气质联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)法<sup>[11]</sup>、高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)法<sup>[5,12-14]</sup>和液相色谱-串联质谱(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)法<sup>[2,3,15-17]</sup>。目前,我国茶叶中单一农药(如吡虫啉)或某一类农药(如有机磷类)残留的检测标准方法多为 HPLC 法或 GC 法,但多残留(如吡虫啉,多菌灵,啶虫脒乃至其他几百种农药)检测基本采用通用性强、灵敏度高、选择性好的 LC-MS/MS 或 GC-MS 法<sup>[18]</sup>。合适的净化方法可以减少色谱分离的难度和对仪器的污染。茶叶农残检测中的净化方法主要有固相萃取(solid phase extraction, SPE)法、凝胶渗透色谱(gel permeation chromatography, GPC)、QuEChERS 法等。GPC 使用范围不广,且洗脱溶剂用量大,QuEChERS 法快速、简单,已被很多国外检测方法标准所采用,但 SPE 法除杂质效果比 QuEChERS 法好且稳定性好,我国大部分方法标准的前处理仍采用 SPE(常用 Florisil、ENVI-18、carb/NH<sub>2</sub> 和 TPT 小柱等)法<sup>[18,19]</sup>。茶叶多残留检测标准 GB/T 23205-2008 以 Cleanet TPT 柱净化,乙腈+甲苯(3:1, V:V)为洗脱液,洗脱体积需 25 mL<sup>[20]</sup>,但溶剂毒性大且成本较高。本研究根据欧盟农药限量要求<sup>[9]</sup>和我国茶叶农药使用情况,建立以 NH<sub>2</sub> 固相萃取小柱净化样品、二氯甲烷-甲醇为洗脱液的超高效液相色谱-串联质谱法,对茶叶中的吡虫啉、多菌灵、啶虫脒、水胺硫磷、三唑磷和甲基异柳磷 6 种农药残留同时进行测定。

## 2 材料与方法

### 2.1 仪器与设备

Waters Xevo TQ 超高效液相色谱-串联质谱仪(美国 Waters 公司); R-210 旋转蒸发器(德国 BUCHI 公司); 培英 THZ-C 恒温振荡器(太仓市实验设备厂); LD5-2A 高速离心机(北京京立离心机有限公司); DT-1002A 电子天平(常熟市金羊砝码仪器有限公司); 0.22 μm 微孔滤膜(天津津腾实验设备有限公司); 超纯水系统(成都优普公司)。

### 2.2 材料与试剂

茶叶为干样(购买于当地市场),粉碎备用。

吡虫啉、多菌灵、啶虫脒、水胺硫磷、三唑磷和甲基异柳磷标准物质(浓度 1000 μg/mL,购自农业部环境质量监督检验测试中心); 甲醇、乙腈(色谱纯,美国 Sigma-Aldrich 公司); 二氯甲烷(色谱纯,美国 Honeywell Burdick&Jackson); 氯化钠(分析纯,汕头市西陇化工股份有限公司); carb/NH<sub>2</sub> 小柱(500 mg/6 mL,天津博纳艾杰尔科技有限公司); NH<sub>2</sub> 小柱(500 mg/6 mL,美国 Thermo 公司); 实验用水均为超纯水。

### 2.3 试验方法

#### 2.3.1 标准溶液的配制

100 μg/mL 农药标准储备溶液:吸取农药标准溶液(浓度 1000 μg/mL)1 mL 于 10 mL 刻度试管中,用甲醇稀释至刻度,摇匀。

1.0 μg/mL 农药标准工作液:移取 0.1 mL 该标准储备液于 10 mL 刻度试管中,用甲醇稀释至刻度,摇匀。

上机标准使用液:根据需要用甲醇-水(1:1, V:V)稀释成适当浓度。

基质标准使用液:用阴性空白样品溶液稀释成适当浓度。

#### 2.3.2 样品前处理

##### (1)样品的提取

称取 4 g 粉碎好的茶叶试样于磨口锥形瓶中,加入 20 mL 水,涡旋,使茶叶充分润湿,于振荡器上振荡 30 min,加入 20 mL 乙腈提取液,再于振荡器上振荡 30 min,过滤,将滤液收集到装有约 5 g 氯化钠的 50 mL 具塞比色管中,盖上塞子,震荡 1 min,静置 1 h。盐析分层后吸取 10 mL 上清液于 150 mL 梨形瓶中,40 °C 水浴旋转蒸干,加入 4 mL 淋洗液二氯甲烷-甲醇(9:1, V:V)溶解残渣,待净化。

##### (2)样品的净化

将 NH<sub>2</sub> 小柱用 5 mL 淋洗液进行预淋洗,弃去淋洗液,

当液面快要到达 NH<sub>2</sub> 小柱吸附层表面时, 将待净化样品溶液转移至 NH<sub>2</sub> 小柱中, 收集流出液于 50 mL 梨形瓶中, 再用二氯甲烷-甲醇(9:1, V:V)洗涤装样液的梨形瓶 2 次, 每次 3 mL, 并转移至 NH<sub>2</sub> 小柱, 合并淋洗液。淋洗液于 30 ℃水浴旋转蒸发至近干, 洗耳球吹干, 用甲醇-水(1:1, V:V)定容至 2.0 mL, 涡旋混合, 用 0.22 μm 的滤膜过滤, 待测。加标回收处理同空白样品, 即将标准物质添加到样品, 静置过夜后以同样的方法提取净化。

2.3.3 色谱条件

(1) 色谱条件

色谱柱: Thermo C<sub>18</sub>(2.1 mm ×50 mm, 1.7 μm); 流速: 0.3 mL/min; 柱温: 40 ℃; 进样量: 5 μL。流动相 A: 水, 流动相 B: 甲醇-乙腈(1:1, V:V), 梯度洗脱程序为: 0.0~2.0 min, 80%A; 2.0~5.4 min, 80%~5%A; 5.4~5.5 min, 5%~80%A; 5.5~6.5 min, 80%A。

(2) 质谱条件

离子源为电喷雾(ESI<sup>+</sup>), 扫描方式为多反应监测(multiple reaction monitoring, MRM), 毛细管电压: 3.5 kV, 离子源温度: 150 ℃, 脱溶剂气: N<sub>2</sub>, 温度: 350 ℃, 脱溶剂气流速: 700 L/h, 锥孔气流速: 50 L/h, 碰撞气流速(Ar): 2.2 L/h。其它相关质谱参数见表 1。

3 结果与讨论

3.1 提取、净化方法的选择

乙腈对所测农药具有较好的溶解性, 并且对样品具有较强的渗透性, 本文采用乙腈作为提取溶剂。对极性较大的农药如吡虫啉, 用水浸泡茶叶后再用乙腈提取的提取效率高于纯乙腈提取<sup>[8]</sup>。经试验, 4 g 茶叶加入 20 mL 水, 震荡 30 min 使之呈茶汤状, 更有利于乙腈对茶叶中极性农药的提取, 获得稳定的结果。

实验先采用 carb/NH<sub>2</sub> 柱净化, 乙腈为洗脱液, 考察不同洗脱体积对茶叶中 6 种农药回收率的影响。当洗脱体积为 5 mL 时 6 种农药的回收率只有 28.4%~52.6%, 洗脱体积为 10 mL 时回收率为 68.9%~93.7%, 洗脱体积为 15 mL 时回收率达到 73.3%~94.2%, 洗脱体积增加至 20 mL, 回收率可达 80.7%~107.2%, 但有机试剂消耗大, 成本高, 不环

保。改用 NH<sub>2</sub> 小柱净化, 以二氯甲烷-甲醇(95:5, V:V)10 mL 洗脱时, 回收率为 46.2%~70.2%, 以二氯甲烷-甲醇(9:1, V:V)10 mL 为洗脱液时, 6 种农药回收率均达到 85%以上。虽然净化效果比 carb/NH<sub>2</sub> 柱稍差, 但更经济、环保、安全, 故本试验选择 NH<sub>2</sub> 小柱净化, 10 mL 二氯甲烷-甲醇(9:1, V:V)作为洗脱液。

3.2 仪器条件的优化

采用 1.7 μm C<sub>18</sub> 色谱柱, 以水和甲醇-乙腈(1:1, V:V)为流动相梯度洗脱时, 6 种化合物色谱峰分离效果好, 分析时间短, 背景杂质干扰小。由于 6 种目标化合物均易离子化, 适合采用 ESI 源, 在 ESI<sup>+</sup>模式下直接进样找到母离子, 然后通过调节碰撞能量选择 2 个相对丰度较高的特征离子作为定量离子和定性离子, 如表 1 所示。茶叶加标样品总离子色谱图见图 1, 由图 1 可以看出, 在串联四级杆多反应监测模式下, 所选定量离子和定性离子具有很高的特异性, 经过 SPE 小柱净化处理的样品在此条件下能够很好地分离, 定性定量测定无干扰。

3.3 基质效应的影响探讨

液相色谱-串联质谱检测时普遍存在基质效应, 当样品中的共提取物与被测物一同进入质谱系统, 将在一定程度上影响被测物的离子化过程, 造成响应信号的抑制或提高。本研究将标准溶液峰响应设为 100, 则基质标准溶液峰响应=基质标准溶液峰面积/标准溶液峰面积×100, 将标准溶液和茶叶基质标准溶液峰响应比较作图(如图 2 所示)。结果显示, 6 种化合物在茶叶基质中的响应都有不同程度的增强, 因此, 测定样品时必须用基质标准溶液进行定量分析, 否则会导致测定结果偏高。

3.4 方法的线性范围、检出限和定量限

配制质量浓度为 0.25、0.1、0.05、0.025、0.005 μg/mL 的基质混合标准溶液, 经仪器测定, 6 种农药在 5~250 ng/mL 浓度范围内与色谱峰面积呈现良好的线性关系, 相关系数为 0.9973~0.9998。根据仪器灵敏度和添加回收实验, 以信噪比(S/N)≥10 计算方法的定量限为 0.5~5.0 μg/kg。6 种农药的回归方程、相关系数和定量限(limit of quantitation, LOQ)见表 2。

表 1 6 种农药质谱参数  
Table 1 MS parameters of 6 kinds of pesticides

| 化合物   | 保留时间/min | 母离子/(m/z) | 子离子/(m/z)       | 锥孔电压/V | 碰撞能量/eV |
|-------|----------|-----------|-----------------|--------|---------|
| 吡虫啉   | 2.78     | 255.97    | 209*, 175.05    | 22     | 22, 16  |
| 多菌灵   | 2.99     | 192.03    | 132.03*, 160.05 | 26     | 30, 18  |
| 啶虫脒   | 3.18     | 223.28    | 56.08*, 126.06  | 26     | 22, 16  |
| 水胺硫磷  | 4.64     | 312.3     | 236.2, 270.2*   | 26     | 14, 12  |
| 三唑磷   | 5.07     | 314.4     | 119.3, 162.3*   | 26     | 32, 20  |
| 甲基异柳磷 | 5.35     | 332.4     | 231.2, 273.2*   | 10     | 16, 4   |

注: \* 表示定量离子

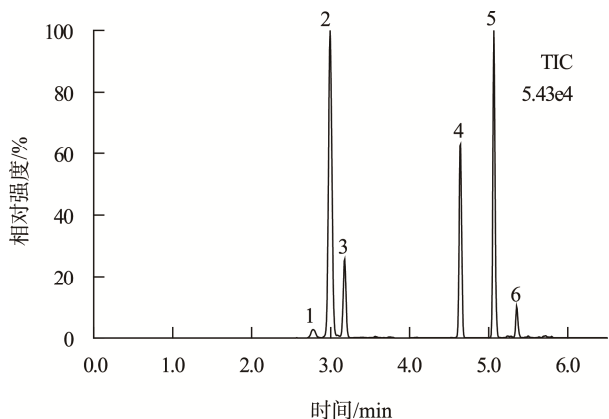


图 1 茶叶加标样品总离子流色谱图(0.025 mg/kg)

1. 吡虫啉, 2. 多菌灵, 3. 啶虫脒, 4. 水胺硫磷, 5. 三唑磷, 6. 甲基异柳磷

Fig. 1 Chromatogram of total ion current (TIC) of the spiked tea sample (0.025 mg/kg)

1. imidacloprid, 2. carbendazim, 3. acetamiprid, 4. isocarbofos, 5. triazophos, 6. isofenphos-methyl

3.5 方法回收率与精密度

对茶叶空白样品进行加标回收实验, 添加浓度分别为 0.005、0.025 和 0.25mg/kg。茶叶中 6 种农药的加标回收率与相对标准偏差(RSD)见表 3。结果显示, 加标回收率为 72.4%~106.6%, RSD 为 1.6%~10.0%。结果表明, 经 NH<sub>2</sub> 小柱净化, UPLC-MS/MS 测定茶叶中 6 种农药残留的方法准确度和精密度较好, 符合多农残检测要求。

3.6 实际样品测定

采用本方法对 5 个茶叶样品进行测定, 其中 2 个茶叶样品检出吡虫啉, 含量分别为 0.021 mg/kg 和 0.051 mg/kg; 3 个茶叶样品检出多菌灵, 含量范围为 0.007~0.049 mg/kg, 1 个茶叶样品检出啶虫脒, 含量为 0.10 mg/kg; 未检出水胺

硫磷、三唑磷和甲基异柳磷。检出农药均未超过我国规定的 MRL 值, 但有 1 个茶叶样品的吡虫啉含量和 1 个茶叶样品的啶虫脒含量高于欧盟 MRL。

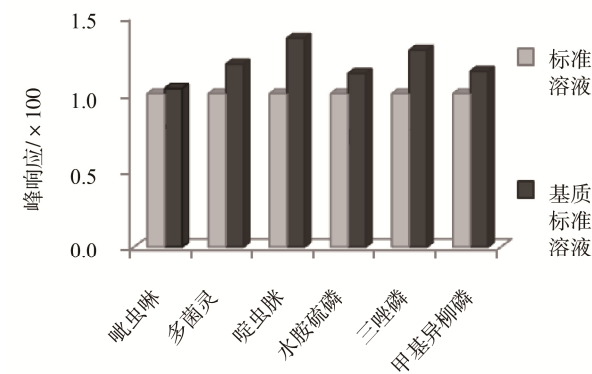


图 2 标准溶液和茶叶基质标准溶液峰响应比较

Fig. 2 Comparison of peak response between standard solution and standard solution in tea matrix

表 2 6 种农药回归方程、相关系数和 LOQ

Table 2 Regression equations, correlation coefficients and LOQ of 6 kinds of pesticides

| 化合物   | 回归方程                 | 相关系数   | LOQ(μg/kg) |
|-------|----------------------|--------|------------|
| 吡虫啉   | $Y=92.94X+34.50$     | 0.9998 | 5.0        |
| 多菌灵   | $Y=2221.94X+3674.90$ | 0.9995 | 0.5        |
| 啶虫脒   | $Y=449.66X+1218.23$  | 0.9983 | 2.0        |
| 水胺硫磷  | $Y=35.18X+183.11$    | 0.9973 | 1.0        |
| 三唑磷   | $Y=68.63X-246.27$    | 0.9990 | 0.5        |
| 甲基异柳磷 | $Y=8.42X+32.13$      | 0.9983 | 5.0        |

表 3 茶叶中 6 种农药的加标回收率和相对标准偏差 (n=6)

Table 3 The spiked recoveries and RSD of 6 kinds of pesticides in tea (n=6)

| 化合物   | 添加水平/( mg/kg ) |       |         |       |         |       |
|-------|----------------|-------|---------|-------|---------|-------|
|       | 0.005          |       | 0.025   |       | 0.25    |       |
|       | 平均回收率/%        | RSD/% | 平均回收率/% | RSD/% | 平均回收率/% | RSD/% |
| 吡虫啉   | 86.8           | 4.5   | 79.5    | 5.6   | 77.1    | 8     |
| 多菌灵   | 97.6           | 5.1   | 76.8    | 2.9   | 88.5    | 2.4   |
| 啶虫脒   | 93.3           | 8.8   | 80.2    | 9.2   | 78.7    | 4.5   |
| 水胺硫磷  | 89.2           | 7.9   | 89.5    | 3.3   | 75.1    | 3.5   |
| 三唑磷   | 75.8           | 10.0  | 81.1    | 6.2   | 72.4    | 1.6   |
| 甲基异柳磷 | 93.7           | 4.7   | 106.6   | 6.5   | 89.3    | 9.1   |

## 4 结 论

本研究建立了茶叶中吡虫啉、多菌灵、啉虫脒、水胺硫磷、三唑磷和甲基异柳磷 6 种农药残留的超高效液相色谱-串联质谱检测法,样品经水浸泡,乙腈提取,  $\text{NH}_2$  固相萃取小柱富集、净化,将茶叶基质中的目标化合物与干扰共提物分离的同时将被分析物浓缩,从而减少对色谱柱和质谱检测器的污染,提高检测灵敏度。虽然  $\text{NH}_2$  柱净化效果稍逊于 carb/ $\text{NH}_2$  柱,但更加简单、经济、环保、安全,且能够满足多农残检测要求和国内外限量标准要求。

## 参考文献

- [1] Anoop KB, Monorama B, Jatindra NK. Pesticide residues in tea and their intake assessment using brew factor [J]. *J Tea Sci*, 2011, 31(5): 419–426.
- [2] 徐娟, 陈捷, 叶弘毅, 等. QuEChERS 提取与高效液相色谱电喷雾电离串联质谱联用法检测茶叶中的 19 种农药残留[J]. *分析测试学报*, 2011, 30(9): 990–995.  
Xu J, Chen J, Ye HY, *et al.* Determination of 19 pesticide residues in tea using QuEChERS extraction and high-performance liquid chromatography-electrospray [J]. *J Instrum Anal*, 2011, 30(9): 990–995.
- [3] 谢文, 丁慧瑛, 蒋晓英, 等. 液相色谱-串联质谱检测蔬菜和茶叶中吡虫啉的残留量[J]. *色谱*, 2006, 24(6): 633–635.  
Xie W, Ding HY, Jiang XY, *et al.* Determination of imidacloprid residues in vegetable and tea samples using liquid chromatography-mass spectrometry/mass spectrometry [J]. *Chin J Chromatogr*, 2006, 24(6): 633–635.
- [4] 廖国会, 金星, 陈文龙. 高效液相色谱法同时检测茶叶中吡虫啉和啉虫脒残留的方法[J]. *贵州农业科学*, 2011, 39(4): 130–132.  
Liao GH, Jin Xi, Chen WL. Application of high performance liquid chromatography in detection of imidacloprid and acetamiprid residue in tea [J]. *Guizhou Agric Sci*, 2011, 39(4): 130–132.
- [5] 吴刚, 吴俭俭, 赵珊红, 等. 加速溶剂萃取-固相萃取结合液相色谱分析茶叶中多菌灵残留量[J]. *中国食品学报*, 2008, 8(4): 165–168.  
Wu G, Wu JJ, Zhao SH, *et al.* Determination of carbendazim residue in tea by HPLC with the accelerated solvent extractor and solid phase extraction(ASE-SPE) [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2008, 8(4): 165–168.
- [6] 梅文泉, 董宝生, 刘宏程, 等. 固相萃取-气相色谱法测定茶叶中多种有机磷农药残留量[J]. *分析科学学报*, 2011, 27(1): 97–100.  
Mei WQ, Dong BS, Liu HC, *et al.* Determination of multi-residues of organophosphorus pesticides in tea by solid phase extraction and gas chromatography [J]. *J Anal Sci*, 2011, 27(1): 97–100.
- [7] 焦中岳, 赵凌云. 欧盟茶叶农药残留限量措施对中国茶叶出口的影响及对策[J]. *世界农业*, 2015, 6: 132–136, 220.  
Jao ZY, Zhao LY. Analysis of the effect of pesticide residue limit measures in European union and countermeasures for China's tea export [J]. *World Agr*, 2015, 6: 132–136, 220.
- [8] GB 2763-2014 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].  
GB 2763-2014 National Food Safety Standard-Maximum residue limits for pesticides in food [S].
- [9] European Commission. EU Pesticides database [EB/OL]. (2016-03-01) [http://ec.europa.eu/food/plant/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/index_en.htm).
- [10] 谢丽萍. 测定茶叶中 22 种有机磷农药残留的气相色谱法[J]. *福建茶叶*, 2013, (2): 8–10.  
Xie LP. Determination of 22 organophosphorus pesticide residues in tea by gas chromatography [J]. *Tea Fujian*, 2013, (2): 8–10.
- [11] 王瑾, 陆小磊, 徐建峰, 等. 固相萃取-气质联用法测定吡虫啉在茶叶中残留量[J]. *中国茶叶加工*, 2011, (4): 24–26, 31.  
Wang J, Lu XL, Xu JF, *et al.* Determination of imidacloprid residue in tea by SPE and GC-MS [J]. *China Tea Process*, 2011, (4): 24–26, 31.
- [12] 侯如燕, 朱旭君, 张正竹, 等. 茶叶中吡虫啉农药残留的检测方法研究[J]. *茶叶科学*, 2009, 29(1): 67–71.  
Hou RY, Zhu XJ, Zhang ZZ, *et al.* A method for determination of imidacloprid residue in tea with HPLC-UV [J]. *J Tea Sci*, 2009, 29(1): 67–71.
- [13] 王孝辉, 宛晓春, 侯如燕. 茶叶中吡虫啉农药残留的液相色谱检测方法[J]. *茶叶科学*, 2012, 32(3): 203–209.  
Wang XH, Wan XC, Hou RY. A method for determination of imidacloprid residue in tea with HPLC-UV [J]. *J Tea Sci*, 2012, 32(3): 203–209.
- [14] 王学贵, 张琴, 徐汉虹, 等. 高效液相色谱测定茶叶中多菌灵的残留[J]. *农药*, 2009, 48(1): 55–57.  
Wang XG, Zhang Q, Xu HH, *et al.* Residue determination of carbendazim in tea with HPLC [J]. *Agrochemicals*, 2009, 48(1): 55–57.
- [15] 王敏, 韩芳, 张蕾, 等. 高效液相色谱-串联质谱同位素内标法测定茶叶中 25 种有机磷农药残留[J]. *分析试验室*, 2013, 32(4): 76–81.  
Wang M, Han F, Zhang L, *et al.* Determination of 25 organophosphorus pesticide residues in tea by isotope-labelled internal standard quantitation and high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. *Chin J Anal Lab*, 2013, 32(4): 76–81.
- [16] 朱宏斌, 胡银凤, 姚射月, 等. 超高效液相色谱-串联质谱检测速溶茶中啉虫脒等 5 种农药残留量[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(5): 1583–1590.  
Zhu HB, Hu YF, Yao SY, *et al.* Determination of 5 kinds of pesticide residues in instant tea by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(5): 1583–1590.
- [17] 陈红平, 刘新, 王川丕, 等. 超高压液相色谱-串联质谱测定茶叶中 10 种极性农药残留[J]. *分析试验室*, 2011, 30(8): 48–53.  
Chen HP, Liu X, Wang C P, *et al.* Determination of 10 polar pesticide residues in tea using ultra performance liquid chromatography and tandem mass [J]. *Chin J Anal Lab*, 2011, 30(8): 48–53.
- [18] 陆小磊, 周卫龙. 中国茶叶农药残留检测方法标准概述[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(5): 1548–1553.  
Lu XL, Zhou WL. Overview of Chinese determination standards of pesticides residues in tea [J]. *J Food Saf Qual*, 2015, 6(5): 1548–1553.
- [19] 贾 玮, 储晓刚, 凌云, 等. 粮油作物及茶叶中农药多残留检测的前处理技术进展[J]. *分析测试学报*, 2014, 33(6): 732–738.  
Jia W, Chu XG, Ling Y, *et al.* Progress of sample pretreatment techniques in detection of pesticide residues in cereals, oil crops and tea [J]. *J Instrum Anal*, 2014, 33(6): 732–738.
- [20] GB/T 23205-2008 茶叶中 448 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-串联质谱法[S].  
GB/T 23205-2008 Determination of 448 pesticides and related chemicals residues in tea LC-MS-MS method [S].

(责任编辑:姚菲)

## 作者简介



仲伶俐, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为食品分析与检测。  
E-mail: 17916029@qq.com



郭灵安, 副研究员, 主要研究方向为食品质量与安全。  
E-mail: gla028@163.com

---

## “畜产品加工与质量安全”专题征稿函

随着生活质量的提高和人们饮食需求的多样化发展, 肉制品、蛋制品、奶制品等畜产品的需求量将会越来越大, 同时国内外对畜产品加工技术研究的也在不断深入, 区别于传统肉制品的新型肉制品的研发使得肉制品具有更好的风味、更高的营养价值, 另外新型的蛋制品、乳制品也逐渐增多。但是在畜产品的加工及贮藏过程中也存在着诸如有害物质的产生、致病菌的存在等食品安全问题。

鉴于此, 本刊特别策划了“**畜产品加工与质量安全**”专题, 本专题主要围绕**畜产品(肉、蛋、奶、毛、皮等)加工关键技术、畜产品加工副产物综合利用、新型畜产品研究开发(低盐、低脂、功能性畜产品等)、加工过程中有害物质的产生规律、调控机理和检测技术、畜产品中致病微生物的检测及防控措施、加工高新技术的应用、畜产品的质量安全研究和风险评估**等方面或您认为领域内的有意义的内容进行论述, 计划在 2016 年 8 月出版。

本刊主编**吴永宁**研究员及编辑部特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2016 年 6 月 30 日之前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持! 也请老师您能帮忙转发, 谢谢, 祝好! 盼回复!

投稿方式:

网站: [www.chinafoodj.com](http://www.chinafoodj.com)

E-mail: [jfoodsqa@126.com](mailto:jfoodsqa@126.com)

《食品安全质量检测学报》编辑部