

《分析方法目的的适宜性》在农药残留检测领域的应用

李 丽¹, 周洪斌^{2*}, 王现平²

(1. 江苏联合职业技术学院镇江分院镇江高等职业技术学校机电工程系, 镇江 212000;

2. 镇江出入境检验检疫局技术中心, 镇江 212008)

摘要: 目的 以液相色谱-串联质谱联用仪(liquid chromatography-tandem mass spectrometry, LC-MS/MS)检测茶叶中丙草胺为例, 按照欧盟《分析方法目的的适宜性》(以下称指南)进行方法确认。**方法** 茶叶中的丙草胺用乙腈提取, 经过石墨化炭黑和 N-丙基乙二胺净化后, 用液相色谱-串联质谱联用仪检测。**结果** 目标化合物在 0.039~0.625 $\mu\text{g/L}$ 范围内线性关系良好, 相关系数(r^2)大于 0.999。茶叶中丙草胺的定量限(LOQ_m)和检出限(LOD_m)分别为 0.045、0.015 $\mu\text{g/kg}$ 。不同加标浓度样品(LOQ 、 2LOQ 、 10LOQ)的平均回收率为 90.0%~102.0%。重复性相对标准偏差为 2.71%; 中间精密度相对标准偏差为 3.67%。**结论** 本研究简化了样品前处理的方法, 按照《指南》定义的 9 项要素对更改后的方法进行确认, 并介绍了具体步骤。相关的检测结果均符合《指南》的要求, 为单个实验室的方法确认和标准操作程序的编制提供参考。

关键词: 实验室方法确认指南; 液相色谱-串联质谱仪; 丙草胺

Application of *The fitness for purpose of analytical methods* in the field of analyzing pesticide residues

LI Li¹, ZHOU Hong-Bin^{2*}, WANG Xian-Ping²

(1. *Mechatronics Engineering Faculty of Zhenjiang Vocational Technical College, Jiangsu Union Technical Institute, Zhenjiang Branch, Zhenjiang 212000, China*; 2. *Technology Center of Zhenjiang Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Zhenjiang 212008, China*)

ABSTRACT: Objective Taking the analysis of pretilachlor in tea by use of liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) as example, to carried out method validation in light of the Eurachem Guide—*The fitness for purpose of analytical methods* (referred as *The Guide*). **Methods** Pretilachlor in tea was extracted with acetonitrile. After purification with graphitized carbon black (GCB) and N-propylethylenediamine (PSA), pretilachlor in the extraction was determined by LC-MS/MS. **Results** The calibration curve showed a good linearity in the ranges of 0.039-0.625 $\mu\text{g/L}$ with the correlation coefficient greater than 0.999 ($r^2 > 0.999$). The limit of quantification (LOQ_m) and limit of detection (LOD_m) were 0.045 and 0.015 $\mu\text{g/kg}$, respectively. The average recoveries varied from 90.0% to 102.0% at 3 spiked levels (LOQ , 2LOQ and 10LOQ) with the relative standard deviations of 2.71%

基金项目: 江苏省第十三批“六大人才高峰”高层次人才选拔培养资助计划项目(XCL-146)

Fund: Supported by the Foundation Plan of High Level Talents Selection and Cultivation of the Thirteenth “Six Talents Summit” of Jiangsu Province (XCL-146)

*通讯作者: 周洪斌, 副教授, 主要研究方向为食品安全检测。E-mail: 1303490434@qq.com

*Corresponding author: ZHOU Hong-Bin, Associate Professor, Technology Center of Zhenjiang Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, No.84, Dongwu Road, Jingkou District, Zhenjiang 212008, China. E-mail: 1303490434@qq.com

(repeatability) and of 3.67% (intermediate precision). **Conclusion** This study simplified the method of sample pretreatment, confirmed the modified method according to the 9 elements defined in *The Guide*, and introduced the specific steps. The relevant test results are in line with the requirements of *The Guide*, which can provide a reference for method validation in single lab and the draft of standard operating procedures in labs.

KEY WORDS: A laboratory guide to method validation; liquid chromatography-tandem mass spectrometry; pretilachlor

1 引 言

每天世界各地数以万计的实验室进行着数百万次的实验、测试和检查工作, 其中的原因数不胜数。比如, 作为贸易中评价货物好坏的一种途径、支持健康事业、检查饮用水、食品和饲料、分析合金中的元素组成以确认他们可以用于航空器的制造、犯罪调查中的体液检查等等。社会活动的每个方面都需要检测工作的支撑。实施这些测量工作的成本比较高, 在检测结果的基础上做出判断还需要增加额外的成本。比如, 检测结果显示食品不适合消费, 就会导致要求赔偿; 存在禁用的药物会导致处罚、甚至判刑。正确的测量以及能够显示结果的正确性是非常重要的。

CNAS-CL01《检测和校准实验室能力认可准则》^[1]规定了下列 4 种情况需要进行方法的确认: (1)实验室的非标方法; (2)实验室设计(制定)的方法; (3)超出其预定范围使用的方法; (4)扩充或者修改过的标准方法。CNAS-CL10《检测和校准实验室能力认可准则在化学领域的应用说明》^[2]第 5.3.5(b)条款规定了方法的确认可以参考 EURACHEM 的《分析方法目的的适宜性》, 并要求实验室应通过测试方法的检出限、精密度、回收率、适当的浓度范围和样品基质等特征来对检测方法进行确认。实验室应能解释和说明检出限和报告限的获得。《指南》^[3]是欧洲分析化学中心编制的针对实验室的“方法确认和相关议题”而制定的一部指南。其宗旨是在“成本、风险、技术的可能性”三者之间寻求平衡的基础上, 确保检测工作的质量。依据《指南》的要求, 单个实验室方法的确认需要评估以下 9 项性能特征参数: 选择性、检出限(limit of detection, LOD)和定量限(limit of quantitation, LOQ)、工作曲线、分析的灵敏度、准确度(正确度、精密度)、稳健性和测量不确定度。

以具体实验的方式详细介绍该部指南的文献少见报道。本研究以液相色谱-串联质谱仪对茶叶中的农药残留-丙草胺为研究对象, 按照《指南》的要求结合工作实际, 对单个实验室进行方法确认时的 9 项性能特征参数进行简要的举例说明。为实验室的方法确认和标准操作程序(standard operating procedure, SOP)的编制提供参考。

2 材料与方 法

2.1 仪器与试剂

Thermo TSQ Quantan Access 液相色谱-串联质谱仪(配电喷雾离子源(electronic spray ion, ESI)和自动进样器, 美国 Finnigen 公司); XPE205 电子天平(感量 0.01 mg, 瑞士梅特勒公司); 3K15 高速冷冻离心机(德国 Sigma 公司)。

乙腈(色谱纯, 德国 Merck 公司); 乙酸铵(分析纯, 上海国药集团试剂有限公司); 石墨化炭黑(graphitized carbon black, GCB, 深圳逗点公司); 实验用水为 Milli-Q 高纯水(美国 Millipore 公司); N-丙基乙二胺固体粉末(PSA)、50 mL、15 mL 带刻度的离心管、0.22 μm 有机相膜(上海安普公司); 丙草胺标准品(纯度大于 99%, 德国 Dr.Ehrenstorfe 公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 溶液配制

称取(10.00 \pm 0.02) mg 丙草胺标准品于 100 mL 容量瓶中, 用乙腈:甲苯=1:1(V:V)溶液溶解并定容至刻度, 配制成 100.0 mg/L 的标准储备液, 于 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。根据实验需要用乙腈稀释至适当浓度, 用于生成标准曲线和加标实验。

2.2.2 样品前处理

(1) 采样和试样制备

称取 100 g 市售的有机茶叶经组织捣碎机打碎后过 100 目的筛子, 收集筛下物 20 g 充分混合均匀用于检测。

(2) 待测组分的提取

称取有机绿茶样品 2.000 g(精确至 0.001 g)于 50 mL 离心管中, 加入 0.5 g 乙酸铵和 5 mL 水, 涡旋 1 min, 浸泡 1 h。加入 20 mL 乙腈/甲苯溶液(1:1, V:V), 涡旋 1 min; 加入 6 g 氯化钠, 涡旋 1 min 后超声 20 min。以 8000 r/min(离心半径 8 cm)速率离心 5 min。取上清液 12 mL 于 15 mL 离心管中, 加入 200 mg GCB 粉末和 100 mg PSA, 涡旋 1 min。以 8000 r/min 速率离心 5 min, 取上清液 10.0 mL 氮吹至干, 以 1.0 mL 乙腈溶解残渣, 过有机相膜, 供液相色谱-串联质谱仪使用。

2.2.3 液相色谱-串联质谱条件

(1) 液相色谱条件

Agilent Eclipse Plus C₈柱(150 mm×2.1 mm, 3.5 μm); 流动相: C相:乙腈; D相: 乙酸铵-甲酸溶液(15 mmol/L 乙酸铵, 含 1.5 mL 甲酸), 梯度洗脱。流速 0.30 mL/min; 进样量 15 μL; 柱温 25 °C。梯度洗脱条件见表 1。

表 1 色谱梯度洗脱条件

Table 1 Conditions of chromatographic gradient elution

保留时间 /min	流速 /(mL/min)	流动相 C/mL	流动相 D/mL
0.00	0.30	70	30
0.50	0.30	70	30
1.00	0.30	80	20
1.50	0.30	80	20
2.00	0.30	95	5
5.00	0.30	95	5
5.50	0.30	70	30
8.00	0.30	70	30

(2) 质谱条件

电喷雾离子源(electronic spray ion, ESI), 正离子模式扫描; 质谱扫描方式: 多反应监控(multiple reaction monitoring, MRM); 喷雾电压 4200 V; 离子源温度 380 °C; 辅助气压力 10 arb; 壳气压力 40 arb; 碰撞气(Ar/min)Torr: 1.5。定性、定量离子对, 碰撞能量见表 2。标准溶液的总离子流图见图 1。

表 2 丙草胺的质谱参数

Table 2 The mass spectrum parameters of proclatam

待测组分	保留时间/min	检测的离子	碰撞能力/eV
丙草胺	3.15	312.1/252.3*	16
		312.1/176.4	27

注: *为定量离子。

3 结果与分析

3.1 选择性

选择性指采用一定的方法, 检测混合物或者基质中的特殊待测组分, 而不会受到相似化合物、或者样品基质干扰的程度。检测过程中的干扰, 会对待测组分产生增益或者抑制的效应。这种干扰又分 2 种: (1)“成比例”的干扰, 影响校准曲线的范围而不会影响截距的变化; (2)“平移式”的干扰, 影响仪器响应的背景值, 对截距有影响而对线性影响不大。在农药残留分析领域, 气相色谱-质谱联用仪、液相色谱-质谱联用仪等仪器都具有较高的选择性。本研究采用液相色谱-串联质谱联用仪检测绿茶中丙草胺的含量, 样品基质对待测组分的测定没有干扰。茶叶空白样品的总离子流图见 2。

3.2 检出限和定量限

3.2.1 相关定义

在评估检出限和定量限时, 《指南》给出了 3 种需要考虑的概念: (1)“区别于零的值”: 指样品中待测组分的响应值明显区别于“零”。也称之为“关键值”、“决定限”、

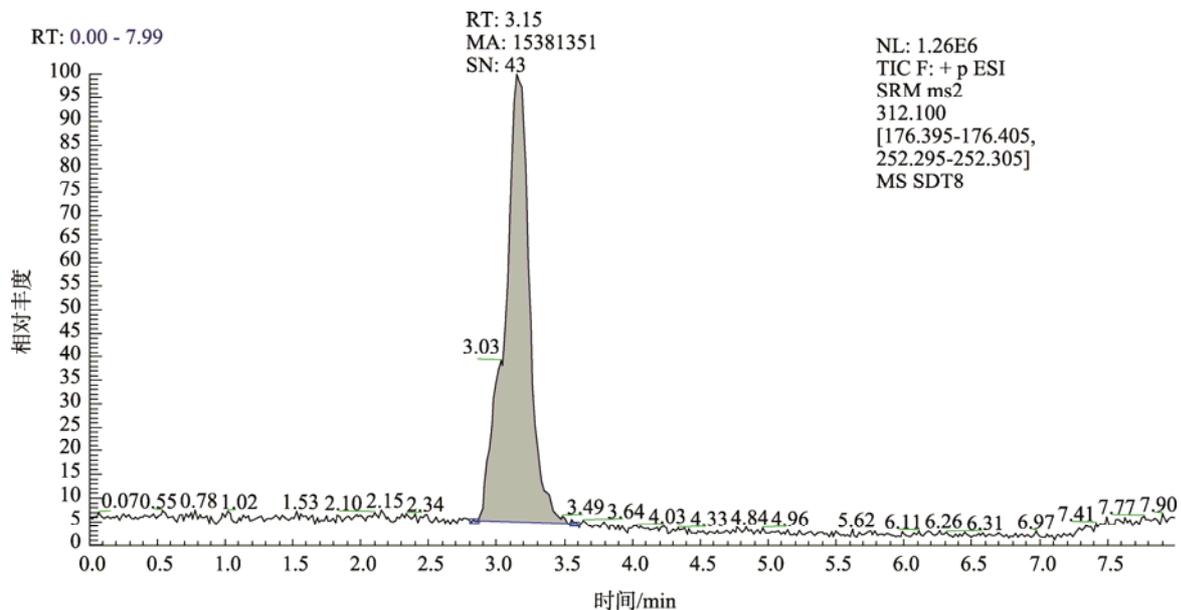


图 1 丙草胺的总离子流图(2.5 μg/L)

Fig. 1 TIC of proclatam (2.5 μg/L)

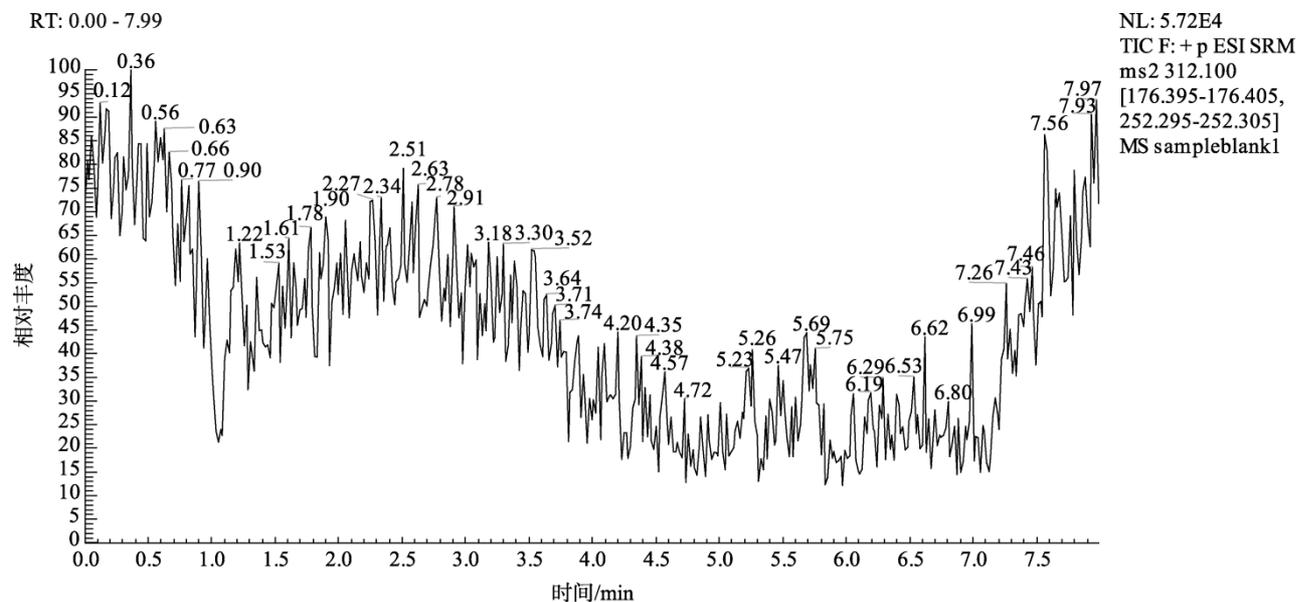


图 2 空白样品的总离子流图

Fig. 2 TIC of sample blank

“ CC_{α} ”^[4]以 1.65 倍标准偏差(1.65 s)来定值,任何超过该值的结果都被视为阳性结果,代表了样品可能受到了待测组分的污染。(2)检出限:指在特定的置信度水平上,采用给定的方法能够检测到的样品中待测组分的最低浓度。在此浓度水平上待测组分已经超过了“关键值”。也称之为“最小的可测定值”、“检测限”、“ CC_{β} ”^[4],以 $2 \times 1.65 s$ 来定值,经过数字修约后设定为 $3 s$ 。(3)定量限:在特定的方法运用中,方法的性能特征参数都可以接受的情况下,能够检测到的最低浓度,以 $3 \times LOD$ 来定值。检出限分仪器的检出限(LOD)和方法的检出限(LOD_m);定量限又分仪器的定量限(LOQ)和方法的定量限(LOQ_m)。对于方法的确认,该指南更加关注方法的检出限(LOD_m)和定量限(LOQ_m)。

3.2.2 评估检出限和定量限所需的样品

在评估检出限和定量限时,《指南》中给出的合适的样品有 2 种:(1)空白样品,里面不含待测组分;(2)受到轻微污染的样品。对于光谱分析(原子吸收法、分光光度法),其待测组分的值要求接近或者低于预期的 LOD 。对于色谱分析,因为涉及噪音之上的峰面积的大小,要求样品中待测组分的值接近或者高于预期的 LOD 。如果缺乏受到轻微污染的样品,可以用空白样品加标的方式来实现这一预期。假如这 2 种样品都不能获得,而是采用试剂空白去进行精密度的测试,就只能计算仪器的检出限和定量限。平行试验的次数要求在 6~15 之间,一般选择 10 次。

3.2.3 检出限和定量限的评估(不采用空白校准)

按照《指南》的定义,在稍高于检出限的浓度上对空白样品进行加标($0.25 \mu\text{g}/\text{kg}$),以 10 次平行实验的标准偏差计算方法的检出限和定量限(表 3)。经计算检出限为 $0.015 \mu\text{g}/\text{kg}$,定量限为 $0.045 \mu\text{g}/\text{kg}$ 。

3.3 线性

吸取 $625.0 \mu\text{L}$ 标准溶液($1.00 \mu\text{g}/\text{L}$)于 $375.0 \mu\text{L}$ 乙腈溶液中,涡旋混合均匀。再用乙腈倍比稀释此混合标准溶液,共计 5 个点: 0.0391 、 0.0781 、 0.156 、 0.312 、 $0.625 \mu\text{g}/\text{L}$ 。以峰面积对质量浓度作图,得到标准工作曲线。结果显示,在所测定的质量浓度范围内工作曲线有良好的线性,相关系数(r^2)大于 0.999 (图 3)。除标准曲线外,也可以用样品中待测组分的浓度对峰面积绘制相应的标准曲线。

3.4 分析的灵敏度(analytical sensitivity)

分析的灵敏度指:待测组分量的变化引起仪器响应值的变化。根据指南的解释,当采用定位滴定、比色分析时,需要关注方法的灵敏度。农药残留检测绝大多数都采用色谱以及色谱质谱联用的技术。采用色谱技术检测时,《指南》并不十分关注灵敏度。因为在线性范围内 $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ 趋于恒定(图 4)。

3.5 准确度(accuracy)

准确度指检测结果与“参考值”的接近程度,它包含了正确度和精密度的。

3.5.1 正确度(trueness)

正确度指无数次测量结果的均值与“参考值”的接近程度。鉴于测量次数不可能无穷大,正确度是无法测量的。但是可以采用计算“偏倚”的方式,对正确度进行实际评估。

3.5.2 偏倚(bias)

偏倚包括“方法偏倚”和“实验室偏倚”。“方法的偏倚”来源于系统误差,是测定方法内在的特性,无论什么实验室使用都会存在;“实验室偏倚”是特定实验室在采用检测

表 3 10 次加标样品检测结果统计表
Table 3 Statistical table of analytical results from 10 times spiked samples

待测组分	样品质量/g	提取体积/mL	分取氮吹的体 积/mL	加标浓度 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	空白样品 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	测定值 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	标准偏差(S_0)
丙草胺	2.0024	20.0	10.0	0.025	N.D	0.033	0.0071
丙草胺	2.0001	20.0	10.0	0.025	N.D	0.019	
丙草胺	2.0009	20.0	10.0	0.025	N.D	0.018	
丙草胺	2.0013	20.0	10.0	0.025	N.D	0.029	
丙草胺	2.0022	20.0	10.0	0.025	N.D	0.031	
丙草胺	2.0018	20.0	10.0	0.025	N.D	0.034	
丙草胺	2.0009	20.0	10.0	0.025	N.D	0.018	
丙草胺	2.0003	20.0	10.0	0.025	N.D	0.024	
丙草胺	2.0010	20.0	10.0	0.025	N.D	0.033	
丙草胺	2.0012	20.0	10.0	0.025	N.D	0.017	

注: N.D: 未检出。

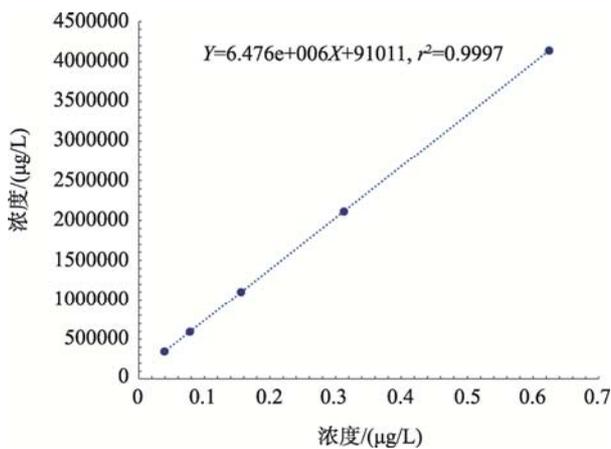


图 3 丙草胺的工作曲线(0.039~0.625 $\mu\text{g}/\text{L}$)

Fig. 3 Working curve of pretilachlor (0.039~0.625 $\mu\text{g}/\text{L}$)

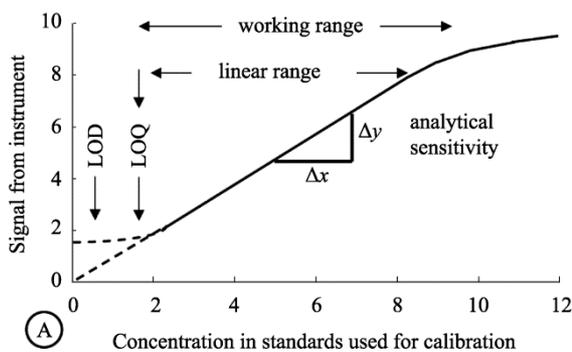


图 4 《指南》对工作曲线、灵敏度、检出限和定量限的定义

Fig. 4 Definition of The guide for working range, sensitivity, LOD and LOQ

方法时产生的其他的系统误差。“偏倚”的计算通常用测定方法得到的均值与参考值进行比较来获得, 包括以下 3 种方式: (1)测量标准参考物质; (2)加标回收实验; (3)与采用

其他方法得到的结果进行比较。按照欧盟《食品和饲料中农药残留分析方法验证以及质量控制程序》的要求^[5], 回收率应该在 70%~120%之间。

本实验采用有机绿茶、红茶、茉莉花茶各加 3 种浓度 (LOQ, 2LOQ, 10LOQ) 进行加标回收实验, 回收率在 90.0%~102.0%之间, 结果见表 4。

表 4 样品加标回收率($n=6$)
Table 4 Recoveries of samples ($n=6$)

样品名称	待测组分	样品浓度 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	加标量 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	测定值 /($\mu\text{g}/\text{kg}$)	回收率/%
绿茶	丙草胺	N.D	0.050	0.046	92.0
			0.10	0.094	94.0
			0.50	0.48	96.0
红茶	丙草胺	N.D	0.050	0.045	90.0
			0.10	0.092	92.0
			0.50	0.47	94.0
茉莉花茶	丙草胺	N.D	0.050	0.048	96.0
			0.10	0.10	100.0
			0.50	0.51	102.0

注: N.D 表示未检出。

3.5.3 精密度(precision)

要想可靠地估计方法的性能特征参数(精密度、偏倚), 平行实验是不可缺少的。精密度表达了平行试验的数据之间相互接近的程度, 通常会以标准偏差或者相对标准偏差来表示。精密度往往用于定量分析; 定性分析只能使用假阳性率或者假阴性率来表示。

(1) 重复性(repeatability)

重复性期望能给出检测结果之间最小的变化性。指在同一个实验室, 采用同样的分析人员、同样的分析仪器、同样的测定方法, 在短时间内重复测定同一个样品结果之间的接近程度。本研究中的重复性相对标准偏差为 2.71%。

(2) 中间精密度(intermediate precision)

中间精密度介于 2 种“极端”的精密度之间(重复性、再现性), 有的时候也被称之为“室内再现性”, 是一种比“重复性”实验多一些条件变化的评估方法。目的是要在单个实验室日常分析过程中, 能够反映所有资源的变化情况。涉及检测人员的变化、仪器的变化、测定时间的变化等。在改变检测人员, 其他条件保持不变的情况下, 本研究中的中间精密度相对标准偏差为 3.67%。

(3) 再现性(reproducibility)

再现性期望能给出检测结果之间最大的变化性。指在不同的实验室, 采用不同的分析人员、同样的测定方法, 重复测定同一个样品结果之间的接近程度。本研究中的再现性相对标准偏差为 5.72%。

3.6 测量不确定度

按照欧盟不确定度评估指南(EURACHEM/CITAC Guide CG 4)^[6]进行评估。

3.7 稳健性

稳健性评估是一种分析程序, 能为日常使用的检测方法的稳定性提供判断指标。它指检测方法能够保持不受微小变化的能力, 需要对方法参数的变化进行仔细的核查。通常要为关键参数设定限值: 比如标准溶液的存储容器和有效期、样品提取液的存储期限、流动相的脱气和静置时间等。

3.8 讨论

目前植物产品中农药残留的检测方法有气相色谱质谱法^[7-11]、液相色谱串接质谱法^[12-13]等。样品提取的溶剂包括乙腈、丙酮、正己烷、二氯甲烷等。净化的方式有分散固相萃取、凝胶色谱净化、商品化的专用柱净化等。GB 23200.13-2016^[14]采用 LC-MS/MS 检测了茶叶中的农药及相关化学品。样品中的待测组分用乙腈提取后, 用 Cleanet-TPT 柱(Agela 公司)进行净化, 定量限为 0.4 μg/kg。本研究采用类似 QuEChERS^[15,16]的方法, 在样品提取液中直接加入 GCB 和 PSA 的粉末进行净化, 简化了样品前处理的方法。检测结果的各项指标均满足《指南》的要求。

4 结论

本研究以 LC-MS/MS 对茶叶中农药残留-丙草胺的检测为研究对象, 简化了相关检测标准中样品前处理的方法。按照《指南》定义的 9 项要素对更改后的方法进行确认, 并

介绍了具体的步骤。更改后方法的相关的检测结果均满足《指南》的要求。为单个实验室的方法确认和 SOP 的编制提供参考。

参考文献

- [1] CNAS-CL01 (ISO/IEC17025:2005) 检测和校准实验室能力认可准则[S].
- [2] CNAS-CL01 (ISO/IEC17025:2005) Accreditation criteria for the competence of testing and calibration laboratories [S].
- [3] CNAS-CL10 (2012 版) 检测和校准实验室能力认可准则在化学领域的应用说明[S].
- [4] CNAS-CL10 (Edition 2012) Guidance on the application of testing and calibration laboratories competence accreditation criteria in the field of chemical testing [S].
- [5] EuraChem (2014 版) 分析方法目的的适宜性(实验室方法确认以及相关内容的指南)[S].
- [6] EuraChem (Editon 2014) The fitness for purpose of analytical methods (A laboratory guide to method validation and related topics) [S].
- [7] 96/23/EC(2002 版) 执行关于分析方法运行和结果解释的欧盟委员会指令[S].
- [8] 96/23/EC(Editon 2002 Implementing Council Directive 96/23/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results [S].
- [9] SANCO/10684/2009 食品和饲料中农药残留分析方法确认以及质量控制程序[S].
- [10] SANCO/10684/2009 Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed [S].
- [11] EURACHEM/CITAC Guide CG 4(2012 版)分析测量中不确定度的定量计算[S].
- [12] EURACHEM/CITAC Guide CG 4(Editon 2012)Quantifying uncertainty in analytical measurement [S].
- [13] GB 23200.8-2016 食品安全国家标准 水果和蔬菜中 500 种农药及相关化学品残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
- [14] GB 23200.8-2016 National food safety standards-Determination of 500 pesticides and related chemicals residues in fruits and vegetables-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [15] GB 23200.9-2016 食品安全国家标准 粮谷中 475 种农药及相关化学品残留量测定 气相色谱-质谱法[S].
- [16] GB 23200.9-2016 National food safety standards-Determination of 475 pesticides and related chemicals residues in grains grains-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [17] GB 23200.24-2016 食品安全国家标准 粮谷和大豆中 11 种除草剂残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
- [18] GB 23200.24-2016 National food safety standards-Determination of 11 herbicide residues in cereals and soybean-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [19] GB 23200.46-2016 食品安全国家标准 食品中嘧霉胺、啉菌胺、腈菌唑、啉菌酯残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].
- [20] GB 23200.46-2016 National food safety standards-Determination of pyrimethanil, mepanipyrim, myclobutanil and azoxystrobin residues in foods foods-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [21] GB 23200.72-2016 食品安全国家标准 食品中苯酰胺类农药残留量的测定 气相色谱-质谱法[S].

- GB 23200.72-2016 National food safety standards-Determination of phenylbenzamide pesticides residues in foods-Gas chromatography-mass spectrometry [S].
- [12] GB/T 20770-2008 中国国家标准 粮谷中 486 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 20770-2008 National standards-Determination of 486 pesticides and related chemicals residues in grains grains-LC-MS/MS method [S].
- [13] NY/T 1453-2007 中国农业行业标准 蔬菜和水果种多菌灵等 16 种农药残留测定 液相色谱-质谱-质谱联用法[S].
NY/T 1453-2007 China agricultural standard-Determination of 16 pesticides in fruits and vegetables-LC-MS/MS [S].
- [14] GB 23200.13-2016 食品安全国家标准 茶叶中 448 种农药及相关化学品残留量的测定 液相色谱-质谱法[S].
GB 23200.13-2016 National food safety standards-Determination of 448 pesticides residues in tea tea-Liquid chromatography-mass spectrometry [S].
- [15] 叶江雷, 金贵娥, 吴云辉, 等. QuEChERS 法提取净化结合气-质联法快速检测茶叶中农药残留[J]. 食品科学, 2013, 34(12): 265-271.
Ye JL, Jin GE, Wu YH, *et al.* Rapid determination of pesticide residues in tea by QuEChERS and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) [J]. Food Sci, 2013, 34(12): 265-271.
- [16] 宋碧君, 魏荣. 应用 QuEChERS 快速前处理检测茶叶中农药残留方法

的研究[J]. 现代食品, 2017, 2(4): 95-99.

Song BJ, Wei R. Research on the application of QuEChERS Fast pretreatment method on pesticide residue in tea processing and testing [J]. Mod Food, 2017, 2(4): 95-99.

(责任编辑: 武英华)

作者简介



李 丽, 硕士, 主要研究方向为化学分析。

E-mail: 25338276@qq.com



周洪斌, 副教授, 主要研究方向为食品安全检测。

E-mail: 1303490434@qq.com

“现代分析仪器在食品检测中的应用”专题征稿函

食品不仅是维持人体生命活动所必需的各种营养物质和能量的最主要来源, 而且以其色、香、味、质地及口感给人们以愉悦的感官享受。随着食品工业和食品科学技术的不断发展, 民众对食品品质和卫生要求也越来越高。因此, 对食品质量的控制与安全保障尤为重要, 而这在很大程度上依赖于先进的分析检测技术。现代仪器分析技术在生命科学、环境科学、材料科学等领域发挥着越来越重要的作用, 在食品科学和食品安全领域同样有着不可替代的重要作用。

鉴于此, 本刊特别策划了“现代分析仪器在食品检测中的应用”专题, 主要围绕气相色谱、液相色谱、离子色谱、质谱、原子光谱、红外光谱、拉曼光谱、表面等离子共振等现代分析仪器在食品检测与质量安全控制领域的应用, 阐述现代仪器的原理、特点、适用范围、优势与局限性, 展示这些仪器技术在食品安全检测中的应用实例, 本专题计划在 2019 年 5 月出版。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编吴永宁研究员及学报编辑部特别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。综述及研究论文均可, 请在 2019 年 3 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

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(注明专题文章)

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部