

## 综述

## 彩椒中克百威和烯酰吗啉能力验证样品的研制及应用

邱歆磊,陈宇航,冯超,徐骞,林元杰,乐孙阳,金玉娥,卢大胜,汪国权

(上海市疾病预防控制中心/国家环境保护新型污染物环境健康影响评价重点实验室,上海 200336)

**摘要:**目的 通过制备蔬菜类农药残留参考物质,并组织能力验证来评价国内相关实验室开展农药残留检测的能力和水平。方法 通过田间模拟种植,以喷洒克百威和烯酰吗啉的彩椒为原料,制备农药残留彩椒基质参考物质,并进行相关的评价与组织能力验证。对参加能力验证计划的实验室检测结果进行迭代稳健统计分析,采用Z值评估各参加实验室的检测结果。结果 参考物质的均匀性以及稳定性良好(均 $P>0.05$ )。共有来自全国30个省的155家实验室参加了能力验证计划,142家(91.6%)实验室的结果满意( $|z| \leq 2.0$ ),5家(3.2%)结果可疑( $2.0 < |z| < 3.0$ ),8家(5.2%)结果不满意( $|z| \geq 3.0$ )。结论 成功制备了彩椒基质农药残留参考物质,利用该样品组织的能力验证表明国内实验室在蔬菜基体中的农药检测能力方面总体较好。

**关键词:**彩椒;克百威;烯酰吗啉;液相色谱串联质谱;能力验证

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2021)06-0842-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2021.06.034

### Preparation and application of proficiency testing sample of carbofuran and dimethomorph in Chili

QIU Xinlei, CHEN Yuhang, FENG Chao, XU Qian, LIN Yuanjie, LE Sunyang,  
JIN Yu'e, LU Dasheng, WANG Guoquan(Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention/State Environmental Protection  
Key Laboratory of Environmental Health Impact Assessment of Emerging Contaminants,  
Shanghai 200336, China)

**Abstract: Objective** To prepare a vegetable matrix reference material with pesticide residues and organize a proficiency testing to assess the performance of domestic laboratories on the quantification of pesticide residues. **Methods** Through simulated field planting, chili sprayed with carbofuran and dimethomorph was used as raw materials to prepare chili matrix reference material with pesticide residues. After preparation, the related evaluation and proficiency testing were carried out. Assigned values were obtained from consensus values by robust analysis and the result were assessed using Z-scores. **Results** The reference material was assessed to be sufficiently homogeneous and stable (all  $P > 0.05$ ). A total of 155 laboratories, from 30 regions in China participated the proficiency testing, while 142 (91.6%), 5 (3.2%) and 8 (5.2%) laboratories had acceptable performance ( $|z| \leq 2.0$ ), warning signal ( $2.0 < |z| < 3.0$ ), and unacceptable performance ( $|z| \geq 3.0$ ), respectively. **Conclusion** A chili matrix reference material with pesticide residues was successfully prepared for proficiency testing and the result indicated that most of domestic laboratories had acceptable capability of pesticides quantification in vegetables.

**Key words:** Chili; carbofuran; dimethomorph; liquid chromatography tandem triple quadrupole mass spectrometry; proficiency testing

农药广泛应用于农业生产,农药残留已经是食品安全的一项重要指标。《“健康中国2030”规划纲要

要》中第十五章保障食品药品安全中提到深入开展农产品质量安全风险评估,推进农兽药残留、重金属污染综合治理。农业农村部等七部门也于2021年6月部署启动食用农产品“治违禁 控药残 促提升”三年行动,加快解决常规农兽药残留超标等问题,切实保障人民群众“舌尖上的安全”。因此,蔬菜水果中的农残监测一直以来是食品安全领域的一项重要重点工作。

收稿日期:2021-09-30

基金项目:国家重点研发计划(2017YFC1601300)

作者简介:邱歆磊 男 副主任技师 研究方向为食品理化检测和参考物质制备研究 E-mail: qiuxinlei@sdc.sh.cn

通信作者:汪国权 男 主任技师 研究方向为理化检查及其管理 E-mail: wangguoquan@sdc.sh.cn

农药残留的检测受基质影响较大,为保证检测数据的可靠性,国际上通用的做法是在检测过程中使用基体参考物质<sup>[1]</sup>。在日常监测中,通过插入基体参考物质来复核和确证监测样品数据的准确可靠,从而有效提升实验室检验、检测能力水平和确保国家食品污染物风险监测的数据质量。然而,参考物质的制备具有高挑战性,目前,国内的农药残留蔬菜基体参考物质还较少,更多的是进口国外的产品,而我国在该研究方向上起步较晚<sup>[2]</sup>。因此,研制适合我国食品安全风险监测需要的农药残留基体参考物质,将为国家食品安全风险监测的农残数据一致性提供技术支撑。

另外,将研制的参考物质作为样品发放到国内相关实验室进行能力验证,可以评价各实验室开展国家食品安全风险监测农药残留检测的能力和水平,是实验室有效的外部质量控制的手段<sup>[3]</sup>。各实验室通过优化实验、分析和质控方法来提高其检测的准确性,从而确保食品中农药残留监测的可靠性,有力推动全国食品安全检测能力的提高。

因此,本研究拟通过模拟田间种植来研制一种彩椒基体中的克百威和烯酰吗啉参考物质,并将其作为样品开展能力验证。

## 1 材料与方法

### 1.1 参考物质的制备

本次能力验证选择彩椒作为样品基质,参考物质的制备过程参照了 ISO 17034 : 2016《General requirements for the competence of reference material producers》<sup>[4]</sup>、JJF11006-1994《一级标准物质技术规范》<sup>[5]</sup>以及 JJF1343-2012《标准物质定值的通用原则及统计学原理》<sup>[6]</sup>。

原料的获取采用田间种植、现场喷洒方式来模拟农作物接触和吸收农药的实际情况。田间种植分为对照组、低剂量组和高剂量组,并设置3个独立的种植大棚。低剂量组(即A浓度)为3%克百威颗粒剂500 g/亩施药1次,80%烯酰吗啉水分散剂28 mL/亩施药2次(间隔7 d)。高剂量组(即B浓度)为3%克百威颗粒剂666 g/亩施药1次,80%烯酰吗啉水分散剂37.5 mL/亩施药2次(间隔7 d)。对照组不喷洒上述农药。最后1次施药后3 d收获彩椒原料。

后续参考物质的制备主要包括样品切碎、高速匀浆30 min、冷冻干燥3 d、磨粉、通过CQ-17号筛(0.408 mm,35目)、混匀24 h和分装,最后的参考物质样品和对照基质样品采用20 mL棕色玻璃瓶独立包装,6 g/瓶,并用铝箔袋将其密封,-20℃保存。

### 1.2 农残检测方法

#### 1.2.1 仪器和试剂

液相色谱-三重四级杆质谱联用仪(安捷伦)、色谱柱:Waters ACQUITY BEH C18(2.1 mm×100 mm×1.7 μm)、微量振荡器、高速冷冻离心机(Eppendorf, 5810R)、千分之一电子天平(Mettler Toledo, ME403)、万分之一电子天平(Sartorius, BP121S)、Milli-Q超纯水系统(Merck millipore);试剂:乙腈(色谱纯,Fisher,美国)、丙酮(色谱纯,Tedia,美国)、无水硫酸镁与氯化钠(安捷伦 QuEChERS 提取试剂盒,美国)、乙二胺-N-丙基硅烷(PSA);农药标准品:克百威[(100±0.9) μg/mL农业部环境保护科监测所]、烯酰吗啉(纯度98.78%±1.2%,Dr. Ehrenstorfer GmbH,德国)。

#### 1.2.2 样品前处理

称取1 g试样(精确至0.001 g)于50 mL刻度离心管中,加入1粒陶瓷均质子和9 mL水,旋涡混匀后静置30 min。再加入10 mL乙腈,混匀,加入1 g氯化钠和4 g硫酸镁,混匀。于振荡器上2 500 r/min的速度振荡提取10 min。然后在高速冷冻离心机中8 000 r/min离心1 min。取2 mL上清液加入0.4 g PSA粉末,旋涡后吸取1 mL上清液,15 000 r/min离心5 min后供LC-MS/MS分析。

#### 1.2.3 仪器参数及测定条件

流动相A为乙腈,流动相B为0.1%甲酸水溶液;流速:0.3 mL/min;柱温:35℃;进样量:2 μL;洗脱程序:0 min,5% A;5.0 min,95% A;6.0 min,95% A;7.0 min,5% A;8.0 min,5% A。电离模式:ESI+;毛细管电压:4 000 V;鞘气温度:400℃;鞘气流速:11 L/min;检测方式:多反应监测(MRM);质谱多反应监测的母离子和子离子(m/z):克百威,222→165、123;烯酰吗啉,388→301、165。

### 1.3 能力验证的组织

将参考物质样品、对照基质样品以及使用说明冷链(-20℃)运至参加本次能力验证的实验室,各实验室需在考核样品签收成功后5个工作日内完成样本中农残的检测,通过邮件方式上报检测结果。此外,各实验室还需上报实验以及分析过程的详细情况(包括样品量、提取和净化的步骤、定量方法和分析仪器等)。

### 1.4 结果分析

采用SPSS软件(V 19.0)进行单因素方差分析(ANOVA)和线性拟合趋势分析来分别评价参考物质的均匀性和稳定性。根据ISO 13258 : 2015《Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison》<sup>[7]</sup>和GBT 28043—2019

《利用实验室间比对进行能力验证的统计方法》<sup>[8]</sup>

的迭代稳健统计方法计算 155 个参与实验室报告结果的稳健平均值和稳健标准差。稳健平均值作为考核的公认值( $X$ ), 不确定度为:  $u(x_i) = 1.25 \frac{s^*}{\sqrt{n}}$ ,

其中  $s^*$  是稳健标准差,  $n$  是报告的结果总数。预估的能力验证的标准偏差 ( $\sigma_p$ ) 通过霍维茨 (Horwitz) 公式计算。另外, 通过计算  $Z$  值来评估参与实验室的能力,  $Z = \frac{x - X}{\sigma_p}$ 。  $|z| \leq 2.0$  代表结果满意,

$2.0 < |z| < 3.0$  代表结果可疑,  $|z| \geq 3.0$  代表结果不满意。此外, 采用 SPSS (V 19.0) 软件进行秩和检验 (Kruskal-Wallis 分析) 来评价不同实验以及分析步骤对  $Z$  值的影响。

2 结果

2.1 参考物质的评价

2.1.1 参考物质的均匀性检验

从制备好的参考物质样品中, 随机抽取两个含量水平 (A、B 浓度) 各 15 瓶, 每瓶样品重复测定 3 次。样品均匀性检验的单因素方差分析结果见表 1, 同一浓度样品瓶间的克百威和烯酰吗啉含量并无统计学差异 ( $P$  均  $> 0.05$ )。

表 1 参考物质均匀性检验结果

Table 1 Results of the homogeneity assessment of the reference material

样品	方差来源	自由度	均方	F 值	P 值
克百威 A	组间	14	0.001	1.049	0.437
	组内	30	0.001		
克百威 B	组间	14	0.000 3	1.521	0.163
	组内	30	0.000 2		
烯酰吗啉 A	组间	14	0.026	1.305	0.261
	组内	30	0.020		
烯酰吗啉 B	组间	14	0.243	1.160	0.353
	组内	30	0.209		

2.1.2 参考物质的稳定性检验

在参考物质制备完成后, 随机抽取低温冷冻 ( $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ) 的样品, 按先密后疏的原则, 进行了 60 d 的稳定性监测 (分别为第 0、7、14、30、60 天), 从两个含量水平样品中各随机抽取 3 瓶, 每瓶独立测定 2 次后取平均值。样品线性拟合趋势分析结果见表 2, 可见在  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  避光保存下, 彩椒中的克百威和烯酰吗啉含量至少能保证 60 d 无显著性变化 ( $P$  均  $> 0.05$ )。

2.2 参加实验室概况

共有 155 家实验室参加本次能力验证, 分别来自全国 30 个省、直辖市、自治区, 其中, 参加的实验室以疾控中心实验室为主 (98.7%, 153/155), 同时

表 2 参考物质稳定性检验结果

Table 2 Results of the stability assessment of the reference material

样品	斜率	截距	斜率标准误差	t 值	P 值
克百威 A	0.000 16	0.619	0.000 17	0.908	0.380
克百威 B	-0.000 22	0.840	0.000 18	-1.210	0.248
烯酰吗啉 A	-0.001 9	6.535	0.001 7	-1.134	0.277
烯酰吗啉 B	0.001 2	10.356	0.001 4	0.883	0.393

也有 1 家大学分析测试中心和 1 家农业部实验室参与。所有实验室均按时上报结果, 其中 152 家实验室参与了克百威检测的能力验证, 143 家实验室参与了烯酰吗啉检测的能力验证。

2.3 检测结果的评价

2.3.1 检测结果的核密度图

本次能力验证中, 分别有 78、74、69、74 个参与实验室提交了克百威 A、克百威 B、烯酰吗啉 A、烯酰吗啉 B 的分析结果, 汇总各个实验室报告的结果后绘制的核密度图见图 1。可见两个浓度样品的检测结果均呈单峰分布, 基本对称, 后续采用迭代稳健统计方法来对结果进行分析。

2.3.2 检测结果的统计分析

本次能力验证结果统计见表 3。克百威 A、克百威 B、烯酰吗啉 A、烯酰吗啉 B 的稳健平均值分别为 0.623、0.845、6.386、10.010 mg/kg。稳健标准差分别为 0.066、0.089、0.524、0.740 mg/kg; 能力验证的标准偏差分别为 0.107、0.139、0.773、1.132 mg/kg; 稳健标准差与预估的能力验证的标准偏差  $\sigma_p$  比值 (HORRAT ratio) 分别为 0.62、0.64、0.68、0.65, 均在可接受的 HORRAT ratio 范围内 (0.5 ~ 1.5)。不确定度分别为 0.009、0.013、0.079、0.108 mg/kg。不确定度与能力验证的标准偏差  $\sigma_p$  比值分别为 0.08、0.09、0.10、0.10, 均小于 0.3, 故本次能力验证中, 不确定度可忽略不计。

2.3.3 参与实验室的能力水平

根据稳健平均值和  $\sigma_p$  计算各个实验室检测结果的  $Z$  值。两个浓度的两种农残  $Z$  值的分布如图 2 所示。关于克百威的结果, 147 家 (96.7%, 147/152) 实验室为满意, 3 家 (2.0%, 3/152) 为可疑, 2 家 (1.3%, 2/152) 为不满意。关于烯酰吗啉的结果, 135 家 (94.4%, 135/143) 实验室为满意, 2 家 (1.4%, 2/143) 为可疑, 6 家 (4.2%, 6/143) 为不满意。

综合两种农残的结果, 共有 95.6% (282/295) 的检测结果是满意的。155 家实验室中, 142 家实验室结果满意, 5 家实验室存在结果可疑, 8 家实验室存在结果不满意, 总体合格率为 91.6% (142/155)。

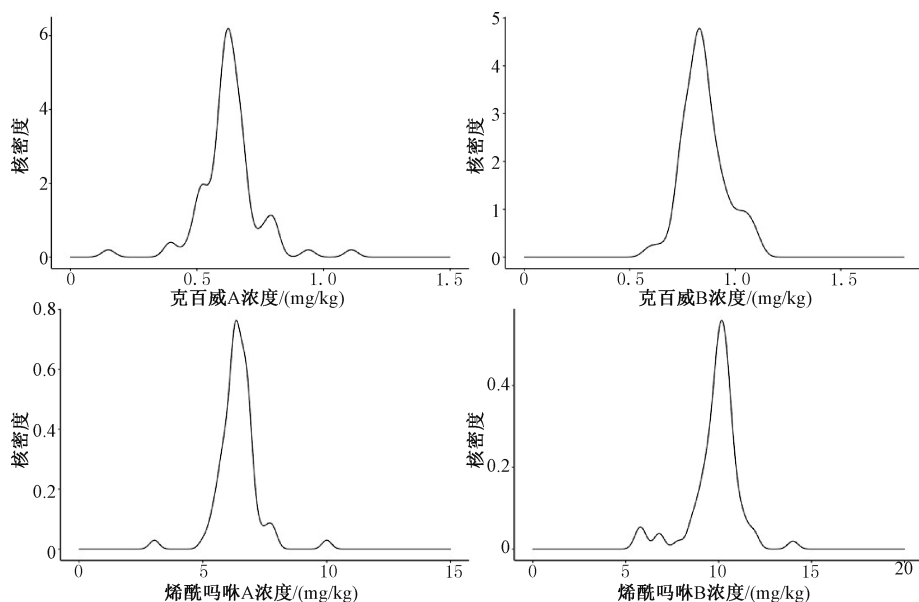


图1 参与实验室检测结果的核密度图

Figure 1 Kernel density of the results of the participant laboratories

表3 能力验证的结果统计

Table 3 Summary of the results of the proficiency testing

样品	参与实验室	稳健平均值 /(mg/kg)	稳健标准差 /(mg/kg)	能力验证的标准 偏差/(mg/kg)	不确定度 /(mg/kg)
克百威 A	78	0.623	0.066	0.107	0.009
克百威 B	74	0.845	0.089	0.139	0.013
烯酰吗啉 A	69	6.386	0.524	0.773	0.079
烯酰吗啉 B	74	10.010	0.740	1.132	0.108

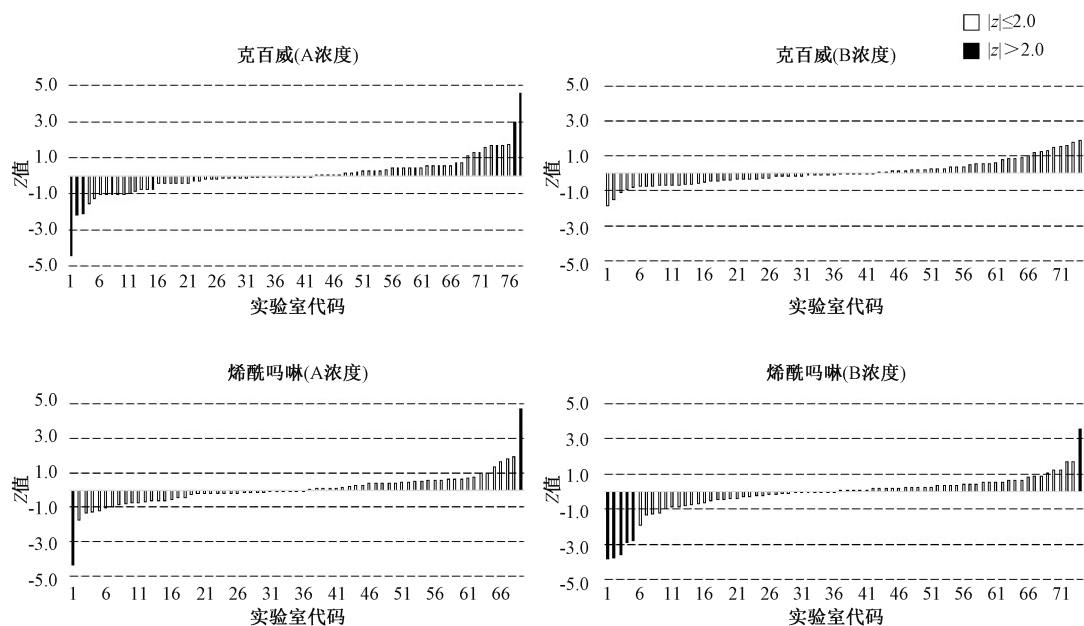


图2 参与实验室检测结果 Z 值分布图

Figure 2 Graphical representation of Z-scores of the participant laboratories

#### 2.4 不同实验与分析过程对结果的影响

本次能力验证中,推荐参与实验室采用《2021年 国家食品污染和有害因素风险监测工作手册》中农残检测方法,故总体实验与分析方法上差异较小(不同方法及检测合格率见表4)。在净化方法方

面,针对克百威的检测,有143家实验室采用了QuEChERS方法,6家实验室采用了Carb/NH<sub>2</sub>柱,3家实验室选择不净化,总体而言,选择QuEChERS或者不净化的实验室结果的合格率较高一些。但针对烯酰吗啉的检测,结果正好相反,Carb/NH<sub>2</sub>的

合格率相对更高。在质控方面, 无论是否加标, 检测合格率相近, 除了空白加标与基质加标, 不少实验室还选择质控样和全流程空白来保证数据的准确性。在定量方面, 选择内标法的实验室较少, 但是内标法的准确率高, 无论是克百威还是烯酰吗啉, 合格率均为 100%。经 Kruskal-Wallis 检验, 不同净化、质控、定量方法检测结果的  $Z$  值均无显著性差异 ( $P$  均  $>0.05$ )。

表 4 实验与分析方案的统计

Table 4 Summary of the analytical protocols

实验与分析步骤	克百威		烯酰吗啉		
	实验室数量	合格率/%	实验室数量	合格率/%	
净化方法	QuEChERS	143	98.6	136	94.9
	Carb/NH <sub>2</sub> 柱	6	50	2	100
	不净化	3	100	5	80
质控方法	加标	91	98.9	84	92.9
	不加标	61	93.4	59	96.6
定量方法	外标	143	96.5	137	94.2
	内标	9	100	6	100

### 3 讨论

经过田间模拟种植, 我们成功制备了彩椒中克百威和烯酰吗啉的参考物质, 且均匀性和稳定性均良好。彩椒深受消费者喜爱, 产量和经济效益都十分可观, 然而彩椒在种植过程中, 病虫害是常见的, 所以彩椒种植过程中往往需要施加农药。克百威属于氨基甲酸酯类农药, 烯酰吗啉是一种新型内吸性低毒吗啉类杀菌剂, 二者是我国食品化学污染和有害因素监测的必检项目而且国标《GB 2763—2019 食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》<sup>[9]</sup>中也对蔬菜中的这两种目标组分进行了限量。因此, 制备彩椒中克百威和烯酰吗啉残留的参考物质是具有代表性的。目前, 往往是通过样品直接加标或者直接采用污染样品进行基体参考物质的制备, 但是直接加标的农药往往仅吸附于基质表面, 并不能充分代表实际样品。而田间模拟种植是一种新型的加标方式, 即在播种环节就使用了商业化的农药配方对农产品通过喷洒方式进行添加, 这样可以更好地模拟农药在作物体内的代谢, 部分代谢产物也是农药残留的重要组成部分<sup>[10]</sup>。因此, 通过模拟种植获得的参考物质对未来非靶向农残检测的能力验证提供了较为真实的物质基础。

本次能力验证计划共有来自国内 30 个省、市、自治区的 155 家实验室参与, 且 98.7% (153/155) 为疾控中心实验室, 所以结果能较大程度上反映全国的疾控实验室检测蔬菜中农药残留的能力水平。

其中 91.6% (142/155) 的实验室能提供较为满意的结果, 说明国内大多数实验室在彩椒基质参考物质中农残的定量检测方面具有可接受的能力。然而, 在不满意的结果中, 烯酰吗啉项目占了 75% (6/8), 可能原因在于烯酰吗啉在质谱裂解过程中会产生两个信号, 需对这两个信号进行加合后再进行计算, 部分实验室可能仅算了一个信号的面积, 由此造成结果偏低。

在农残的定量研究中, 基质对于农残的检测影响较大, 为了评估彩椒样品的基质效应, 本研究前期分析了空白彩椒基质标准和溶剂标准的响应差异, 并对差异产生的基质效应采用  $ME$  值 (Matrix effect) 进行评价,  $ME (%) = B/A \times 100%$ ,  $B$  为基质匹配标准曲线斜率,  $A$  为溶剂标准曲线斜率。若  $ME > 100%$ , 表现为基质增强效应, 若  $ME < 100%$ , 表现为基质抑制效应。测定结果显示克百威的  $ME$  值为 72%, 烯酰吗啉为 113%, 结果表明使用该检测方法对克百威有基质抑制效应, 对烯酰吗啉为基质增强效应。因此, 为了保证结果的准确性, 本次能力验证也为参与实验室提供了不喷洒克百威和烯酰吗啉的彩椒对照基质。在田间种植时, 对照组不喷洒这两种农药。参与实验室可以利用对照基质来配制基质匹配标准曲线, 以减小由于样品前处理导致的分析物损失以及由于仪器分析中基质诱导增强或抑制作用而对样品回收率产生的影响。对照基质可以让参与验证的实验室了解流程化基质匹配标准曲线在应对复杂基质中多农残准确定量分析的重要意义。

本研究研制的彩椒中克百威和烯酰吗啉参考物质在冷冻避光条件下, 样品通过了均匀性检验且在 60 d 内含量稳定, 该样品已成功应用于彩椒中克百威和烯酰吗啉能力验证, 为国家食品安全风险监测的农残数据一致性提供了技术支撑。本次能力验证表明国内大部分实验室均能熟练掌握蔬菜基体的农药残留检测项目。

### 参考文献

- [1] International Organization for Standardization (ISO). ISO GUIDE 30: 2015 International Organization for Standardization. Reference materials—selected terms and definitions [S]. Switzerland, 2015.
- [2] 刘素丽, 王宏伟, 赵梅, 等. 食品中基体标准物质研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10 (1): 8-13.
- [3] 李花花, 宁远英, 张智渊, 等. 水中易释放氰化物能力验证样品的研制及应用 [J/OL]. 分析试验室: 1-7 [2021-11-03].
- [4] International Organization for Standardization (ISO). ISO 17034: 2016 General requirements for the competence of reference material producers [S]. Switzerland, 2016.

- [ 5 ] 国家标准物质研究中心. JJF1006-1994 一级标准物质技术规范[S]. 北京:中国计量出版社, 1994.
- [ 6 ] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1343-2012 标准物质定值的通用原则及统计学原理[S]. 北京:中国质检出版社, 2012.
- [ 7 ] International Organization for Standardization (ISO). Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison; ISO 13528: 2015[S]. Switzerland, 2015.
- [ 8 ] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB/T 28043—2019 利用实验室间比对进行能力验证的统计方法[S]. 北京:中国标准出版社, 2019.
- [ 9 ] 国家卫生健康委员会, 农业农村部, 国家市场监督管理总局. GB 2763—2019 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S]. 北京:中国农业出版社, 2019.
- [ 10 ] 于利莉, 王步军. 有机磷和拟除虫菊酯类农药在小麦及其制品中降解与代谢研究进展[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(7): 871-877.

## 《中国食品卫生杂志》第五届编委会名单

顾问: 陈君石、黄璐琦、江桂斌、李林、沈建忠、吴清平、Jianghong Meng(美国)、Patrick Wall(爱尔兰)、Samuel Godefroy(加拿大)、Gerald Moy(美国)、Paul Brent(澳大利亚)、Marta Hugas(比利时)、Yukikko Yamada(日本)、Tom Heilandt(德国)、Andreas Hensel(德国)、Christopher Elliott(英国)、Christine Nelleman(丹麦)

主任委员: 卢江

副主任委员: 王竹天、李宁、孙长颢、王涛、谢剑炜、应浩、丁钢强、张峰、张永慧

主 编: 吴永宁

编 委(按姓氏笔画排序)

丁钢强(中国疾病预防控制中心营养与健康所)

于 洲(国家食品安全风险评估中心)

于维森(青岛市疾病预防控制中心)

马 宁(国家食品安全风险评估中心)

马会来(中国疾病预防控制中心)

马群飞(福建省疾病预防控制中心)

王 君(国家食品安全风险评估中心)

王 茵(浙江省医学科学院)

王 涛(浙江清华长三角研究院)

王 硕(南开大学医学院)

王 慧(上海交通大学公共卫生学院)

王永芳(国家卫生健康委员会卫生健康监督中心)

王竹天(国家食品安全风险评估中心)

王松雪(国家粮食与物资储备局科学研究院)

王晓英(中国动物疫病预防控制中心)

计 融(国家食品安全风险评估中心)

邓小玲(广东省疾病预防控制中心)

卢 江(国家食品安全风险评估中心)

匡 华(江南大学食品学院)

朱心强(浙江大学医学院)

刘 弘(上海市疾病预防控制中心)

刘长青(河北省疾病预防控制中心)

应 浩(中国科学院上海营养与健康所)

张 丁(河南省疾病预防控制中心)

张 峰(中国检验检疫科学研究院)

张卫兵(南通市疾病预防控制中心)

张立实(四川大学华西公共卫生学院)

张永慧(广东省疾病预防控制中心)

张旭东(国家卫生健康委员会医院管理研究所)

张剑峰(黑龙江省疾病预防控制中心)

张朝晖(北京海关检验检疫技术中心)

张惠媛(北京海关检验检疫技术中心)

张遵真(四川大学华西公共卫生学院)

陈 波(湖南师范大学化学化工学院)

陈 颖(中国检验检疫科学研究院)

陈卫东(广东省市场监督管理局)

邵 兵(北京市疾病预防控制中心)

武爱波(中国科学院上海营养与健康所)

赵 舰(重庆市疾病预防控制中心)

赵云峰(国家食品安全风险评估中心)

赵贵明(中国检验检疫科学研究院)

钟 凯(科信食品与营养信息交流中心)

姜毓君(东北农业大学食品学院)

聂俊雄(常德市疾病预防控制中心)