

◆ 残留与环境 ◆

啶虫脒在食用百合中的残留、消解规律及膳食风险评估

卢莉娜^{1,2}, 高美静^{1,2}, 仲建锋^{1,2}, 卢飞^{1,2}, 黄海韵^{1,2}, 郑尊涛³, 沈燕^{1,2*}, 张志勇^{1,2*}

(1. 省部共建国家重点实验室培育基地——江苏省食品质量安全重点实验室, 南京 210014; 2. 江苏省农业科学院农产品质量安全与营养研究所, 南京 210014; 3. 农业农村部农药检定所, 北京 100010)

摘要:为明确啶虫脒在食用百合上的残留和膳食风险,采用液相色谱-质谱联用检测江苏、湖南、湖北和四川等地鲜百合和干百合中啶虫脒的残留量和消解动态,并对膳食风险进行评估。结果表明,啶虫脒在江苏和湖南食用百合上的降解半衰期分别为6.2 d和5.5 d,其消解动态符合一级反应动力学方程。最后1次药后7、10和14 d,啶虫脒在四地鲜百合和干百合中的最终残留量均小于0.01 mg/kg,低于啶虫脒在我国鲜百合和干百合中最大残留限量(MRL)0.02和0.05 mg/kg。慢性膳食暴露风险评估显示,啶虫脒对膳食风险贡献小。因此,根据推荐方式规范施药,啶虫脒在食用百合上的残留符合国家农药残留相关标准,且残留量不会对居民健康产生不利影响。

关键词:食用百合;啶虫脒;农药残留;消解动态;膳食风险

中图分类号:S 481+.8 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2024.05.012

Residue dissipation and dietary risk assessment of acetamiprid in edible lily

LU Lina^{1,2}, GAO Meijing^{1,2}, ZHONG Jianfeng^{1,2}, LU Fei^{1,2}, HUANG Haiyun^{1,2}, ZHENG Zuntao³, SHEN Yan^{1,2*}, ZHANG Zhiyong^{1,2*}

(1. State Key Laboratory Cultivation Base, Ministry of Science and Technology—Jiangsu Key Laboratory for Food Quality and Safety, Nanjing 210014, China; 2. Institute of Food Safety and Nutrition, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3. Institute for the Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100010, China)

Abstract: In order to determine the dietary risk of acetamiprid in edible lilies, the residual and degradation dynamics of acetamiprid in fresh and dry lilies from Jiangsu, Hunan, Hubei and Sichuan were detected by LC-MS, and the dietary risk was evaluated. The results showed that the half-lives of acetamiprid in edible lilies in Jiangsu and Hunan were 6.2 d and 5.5 d, respectively. The degradation kinetics of acetamiprid accorded to the first-order reaction kinetics equation. The final residues of acetamiprid in fresh and dried edible lilies in Hubei, Sichuan, Jiangsu and Hunan were below 0.01 mg/kg, which was lower than the maximum residue limits (MRL) of acetamiprid in fresh/dry edible lily (0.02/0.05 mg/kg). Chronic dietary exposure risk assessment showed that acetamiprid had little contribution to dietary risk. According to the recommended application method, the residual acetamiprid in edible lilies met the relevant national standards of pesticide residues, and the final residues had not adverse effects on human health.

Key words: edible lily; acetamiprid; pesticide residue; degradation dynamics; dietary intake risk

收稿日期:2024-02-26

基金项目:国家自然科学基金项目(31772198)

作者简介:卢莉娜(1986—),女,甘肃定西人,助理研究员,博士,主要从事农产品质量安全研究。E-mail: linalusailboat@163.com

通信作者:沈燕,女,江苏泰州人,副研究员,博士,主要从事农产品质量安全检测与控制研究。E-mail: shypaper@163.com

共同通信作者:张志勇,男,湖北仙桃人,研究员,博士,主要从事农产品质量安全检测与控制研究。E-mail: zhangzhiyong@jaas.ac.cn

食用百合是一种常见的具保健作用的高营养价值蔬菜,其鳞茎不仅富含蛋白质、糖类、维生素等,而且含有多种微量元素^[1]。中医认为食用百合有一定的安神、清热等功效,是药食同源农产品,深受大众喜爱。随着人们对自身健康的关注程度不断提高,大众对食用百合的需求量逐步上升,其种植面积逐渐增加^[2]。而随着食用百合种植面积的扩大,有效合理防治病虫害也变得尤为关键,化学防治仍为目前主要防治手段。食用百合上常发生的病害有立枯病、叶枯病及病毒病等,常发生的虫害包括蚜虫、蛴螬、蓟马、小地老虎、潜叶蝇等^[3-5]。但截至目前,食用百合上已登记的农药大多为杀菌剂和除草剂,而登记用于防治虫害的杀虫剂产品很少。杀虫剂产品只有2种,25%氟氰·噁虫胺微囊悬浮-悬浮剂用于防治蛴螬等地下害虫,80%烯啶·吡蚜酮水分散粒剂用于防治蚜虫。

啉虫脒是全球第3个商品化的氯化新烟碱类杀虫剂,为作用于烟碱乙酰胆碱受体的神经毒剂^[6-7]。除对害虫具有触杀和胃毒功能外,啉虫脒还具有内吸渗透作用,可渗透至作物的根、茎、叶等部位,用于防治危害叶背及心叶的害虫。因此,啉虫脒可通过干扰害虫的中枢神经系统从而有效防治刺吸式口器害虫(蚜虫、蓟马等)。通过查询中国农药信息网可知,啉虫脒尚未在食用百合上登记,已登记的作物主要有黄瓜、柑橘、甘蓝、菠菜、莲藕、萝卜、芹菜、豇豆、烟草、棉花、苹果树、小麦、水稻、茶树等,防治对象多为蚜虫,另外还有蓟马、跳甲、飞虱、白粉虱、茶小绿叶蝉等^[8]。在残留分析方面,已有的报道主要采用气相色谱(ECD检测器)法^[9-11]、液相色谱-质谱联用(LC-MS/MS)法^[6,12-13]、超高相液相-串联质谱(UPLC-MS/MS)法^[14-20]对啉虫脒在棉花、苹果、黄瓜、白菜、菠菜、大蒜、冬瓜、菊花、茉莉花、陈皮等作物及中草药中的残留量进行了检测,但未见对食用百合中啉虫脒残留、消解动态进行的相关研究。

鉴于啉虫脒具有良好的杀虫效果,尤其在防治蚜虫时使用较多,而蚜虫的危害又较为普遍,导致农户在食用百合虫害防治中使用啉虫脒的概率增大,因此其在食用百合中的残留以及膳食摄入风险值得关注。本研究采用改进的前处理方法,利用液相色谱质谱串联法(HPLC-MS)通过对不同食用百合种植地区鲜百合和干百合上啉虫脒残留量、消解量的测定以及膳食风险评估,以明确其在食用百合上的残留情况、消解规律和膳食摄入风险,为其在食用百合上安全施用和相关产品登记提供支撑。

1 材料与方 法

1.1 供试材料与试剂

试验在江苏省宜兴市周铁镇、湖南省郴州市龙市乡、湖北省恩施市三岔乡和四川省绵阳市八角镇进行。供试品种为卷丹百合,露地栽培。

啉虫脒(acetamiprid)标准品(质量分数 $\geq 99\%$),农业农村部环境保护科研监测所(天津);70%啉虫脒水分散粒剂,山东圣鹏科技股份有限公司;甲醇、乙腈(色谱纯),德国Merck公司;PSA(*N*-丙基乙二胺)填料(色谱纯),天津博纳艾杰尔科技有限公司;其余试剂为分析纯,西陇科学股份有限公司提供;试验用去离子水均为超纯水(18.2 M Ω /cm)。

1.2 仪器与设备

Agilent 1290-6470液相色谱质谱联用仪,美国安捷伦公司;HM100刀式研磨仪,北京格瑞德曼仪器设备有限公司;WH-3涡流混合仪,上海沪西分析仪器厂有限公司;DMT-2500多管式漩流混匀仪,常州良友仪器有限公司;ME155DU电子天平(0.1 mg),上海梅特勒公司;DJ2002M电子天平(0.01 g),东方化玻(北京)科技有限公司;精密移液枪(0.2 mL、1 mL),德国Eppendorf公司。

1.3 试验设计

按《农药残留试验准则》要求设置试验小区,并按用药剂量从低到高顺序排列,小区间设保护行,并设置空白对照小区。70%啉虫脒水分散粒剂防治蓟马推荐有效成分用量为29~44 g/hm²,用水量为750 L/hm²;在生长中期通过喷雾方式施药,施药次数为1~2次,推荐的施药间隔期为7 d。

消解动态试验按有效成分用量66 g/hm²于食用百合生长中期施药,最终残留试验分别采用低有效成分用量44 g/hm²和高有效成分用量66 g/hm²施药。各设2次和3次施药处理,施药间隔期为7 d,每个处理重复3次,小区面积15 m²。采样时间距最后1次施药的间隔时间分别为7、10、14 d。

1.4 样品制备

1.4.1 样品采集与保存

百合植株样品和鳞茎样品的取样与高美静等^[21]报道的食用百合取样方法一致。消解动态试验中采集的百合植株样品取2份各150 g;最终残留试验采集的鳞茎样品分为鲜样和干样,分别取250 g样品2份和150 g样品2份。以上样品均于-20℃保存,待测。

1.4.2 样品前处理方法

采用改进的QuEChERS前处理技术。称取5.0 g

待测样品于离心管内,先后加入2.0 g氯化钠、20 mL乙腈,振荡混匀约20 min,经5 000 r/min离心后,转移上清液至离心管内,再加入0.025 g PSA填料,经漩涡振荡后,5 000 r/min离心,上清液用0.22 μm滤膜过滤后待测。

1.5 液体色谱-串联质谱检测方法

色谱条件:Agilent ZORBAX SB-C₁₈色谱柱(2.1 mm×50 mm,1.8 μm),流动相为乙腈+0.1%甲酸水溶液(体积比80:20),进样量为5 μL,柱温为35℃。

质谱条件:多重反应监测(MRM),正离子模式,定量离子对223.1/126,定性离子对223.1/56,离子源温度为300℃,毛细管电压3 500 V,雾化气0.45 MPa,干燥气0.10 MPa,辅助气0.48 MPa。

1.6 膳食摄入风险评估

对食用百合中啮虫脞残留慢性膳食摄入风险进行评估^[6],依据公式(1)计算食用百合中啮虫脞残留慢性膳食摄入风险占每日允许摄入量(ADI)的份额(%ADI)。

$$\%ADI/\% = \frac{STMR \times 0.00046}{bw \times ADI} \times 100 \quad (1)$$

式中 STMR为规范试验残留中值(mg/kg),bw为体重,按63 kg计;ADI为0.07 mg/kg^[22],0.00046为居民日均食用百合消费量(kg)。其数值计算依据如下:根据最新百合市场调查报告数据和文献调研情况,我国食用百合的种植面积约为2万hm²^[23],平均产量约为12 000 kg/hm²^[24-25],按照我国人口14.1178亿人,消费天数365 d,折算出我国居民日均食用百合消费量。

1.7 数据处理

试验数据采用Excel 2016软件制作。

2 结果与分析

2.1 检测方法的线性关系及检出限

将质量浓度100 mg/L的啮虫脞标准溶液分别用百合植株、干百合和鲜百合基质稀释配制0.5、0.2、0.1、0.05、0.02、0.01、0.005、0.002、0.001 mg/L系列标样溶液。在上述液相色谱-串联质谱条件下进行测定,并以啮虫脞质量浓度为x,峰面积为y,制作标准曲线。结果表明,在0.001~0.5 mg/L范围内,啮虫脞在干百合中的线性回归方程为 $y=206.638059x-432.381177$,相关系数 $R^2=0.9995$,在鲜百合中的线性回归方程为 $y=90.812081x+160.724906$,相关系数 $R^2=0.9999$,在植株中的线性回归方程为 $y=44.611816x-93.530037$,相关系数 $R^2=0.9997$ 。方法的线性关系良好。在上述

检测条件下,啮虫脞的检出限(即3倍信噪比时所测得的质量)为 1.8×10^{-4} ng。

2.2 检测方法的准确性和精密度

分别在空白百合植株、干百合和鲜百合中添加0.01、0.1和1 mg/kg的啮虫脞,重复5次,用上述分析方法测定回收率,并计算相对标准偏差,结果见表1。由表1可知,在0.01~1 mg/kg添加水平下,百合植株、鲜百合和干百合中啮虫脞的平均回收率分别为83%~102%、82%~87%和89%~100%。在上述仪器条件下啮虫脞在百合中的定量限为0.01 mg/kg。

表1 啮虫脞在食用百合中的添加回收率及相对标准偏差

样品	添加水平/(mg/kg)	平均回收率/%	相对标准偏差/%
百合植株	0.01	97	5
	0.10	102	5
	1.00	83	4
鲜百合	0.01	82	2
	0.10	87	4
	1.00	85	5
干百合	0.01	89	6
	0.10	100	4
	1.00	91	3

2.3 啮虫脞在食用百合中的消解动态

在江苏和湖南两地的消解试验中,啮虫脞在百合植株中的残留量随时间逐渐降低(图1),其消解动态符合一级动力学方程。按照消解时间(x)和残留量(y)进行回归。啮虫脞在江苏百合植株上的消解动力学方程为 $y=0.3534e^{-0.111x}$, $R^2=0.9336$,半衰期为6.2 d;在湖南百合植株上的消解动力学方程为 $y=0.4320e^{-0.124x}$, $R^2=0.8256$,半衰期为5.5 d(表2)。

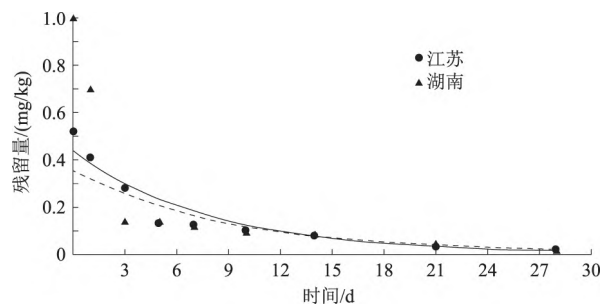


图1 啮虫脞在食用百合上的消解趋势

表2 啮虫脞在不同地区食用百合植株中的消解动态

地点	原始沉积量/(mg/kg)	动力学方程	R^2	消解半衰期/d
江苏	0.52	$y=0.3534e^{-0.111x}$	0.9336	6.2
湖南	1.00	$y=0.4320e^{-0.124x}$	0.8256	5.5

2.4 啶虫脒在食用百合中的最终残留

在湖北恩施、四川绵阳、江苏宜兴和湖南郴州四地的最终残留试验中,70%啶虫脒水分散粒剂按低用量44 g/hm²和高用量66 g/hm²分别施药2次和3次,施药间隔7 d,于末次施药后7、10、14 d采样检测分析。末次药后7~14 d,啶虫脒在食用鲜百合和干百合中的最终残留量均小于0.01 mg/kg;规范残留试验中残留中值(STMR)均为0.01 mg/kg。

2.5 膳食摄入风险

依据公式(1)对食用百合中啶虫脒残留慢性膳食摄入风险进行评估,将本研究规范残留试验中残留中值STMR(鲜百合、干百合均为0.01 mg/kg)代入,计算可得,啶虫脒在鲜百合和干百合中的慢性膳食摄入风险占ADI的份额均为0.000 1%,对总体膳食摄入风险的贡献小。

3 讨论与结论

本研究结果显示,啶虫脒按低用量44 g/hm²和高用量66 g/hm²(有效成分用量)分别施药2次和3次情况下,最后1次施药后7、10、14 d取样检测,四地鲜百合和干百合中的最终残留量均小于0.01 mg/kg,低于食品安全国家标准中最大残留限量值(MRL)0.02和0.05 mg/kg^[22]。依据推荐方式规范施药情况下,啶虫脒在食用百合上的残留符合国家农药残留相关标准。根据膳食摄入风险评估可知,啶虫脒在鲜百合和干百合中残留慢性膳食摄入风险占ADI的份额为0.000 1%,膳食摄入风险贡献低。按照推荐剂量规范施用,啶虫脒在食用百合中的残留量不会对居民健康产生不利影响。

同其他农药一样,啶虫脒的消解速率受不同地区环境(温度、湿度及pH)和作物的影响。在大多蔬菜中,啶虫脒消解半衰期较短,如在茄子中的半衰期为1.96~2.31 d^[26],在西葫芦(温室栽培)中的半衰期为1.90~2.50 d^[27],在芥菜中的半衰期为1.02~1.59 d^[28],在辣椒中的半衰期为2.24~4.84 d^[29],在茉莉花植株中的半衰期为1.40~1.80 d^[12],在青蒜中的半衰期为1.40~1.80 d^[13],在毛叶枣中的半衰期为2.8 d^[30],在豇豆中的半衰期为2.80~4.80 d^[31],在苹果中的半衰期为2.20~5.10 d^[10],在桃中的半衰期为3.14~3.92 d^[6],而在一些作物中的消解半衰期较长,如在水稻植株中的半衰期为7.04~20.4 d^[32],在茶叶中的半衰期为3.36~16.1 d^[33],在菊花中的半衰期为2.68~2.85 d^[18],在冬瓜中的半衰期为6.50~8.10 d^[13],在大棚黄瓜中的半衰期为9.70~10.10 d^[34],在苦菜

中的半衰期为9.9 d^[35]。本研究中,啶虫脒在江苏宜兴和湖南郴州食用百合上的消解半衰期分别为6.2 d和5.5 d,消解半衰期差异不大。与其他作物比较,其在食用百合中的消解速率中等,与冬瓜和豇豆中的接近。

啶虫脒在两地食用百合上的消解率随着采样时间的延长而增大。在江苏,啶虫脒的原始沉积量低于湖南地区,消解过程平缓,而在湖南,原始沉积量较高,施药后3 d啶虫脒快速消解,5 d后消解趋于稳定。两地不同的气候条件、栽培方式及土壤类型等因素产生的食用百合生长状况差异可能是造成啶虫脒在两地食用百合上原始沉积量及代谢消解速率差异的原因^[12,36]。另外,原始沉积量的差异还受到施药器具、施药人员的影响。

鉴于我国食用百合上登记的杀虫剂种类少,低毒高效杀虫剂啶虫脒已在其他作物上登记,而在食用百合上尚未登记,容易导致农户在防治百合虫害,尤其是易发生的蚜虫、蓟马等虫害时超范围施用。由于农户缺乏正确施药指导,易导致其膳食暴露风险增加。近年来随着百姓对药食同源作物的需求量增大,可考虑啶虫脒在食用百合上登记使用,以避免超范围施药。本研究结果可为食用百合上登记施用啶虫脒防治虫害提供参考。

参考文献

- [1] 李瑞琴,于安芬,白滨,等.兰州百合营养品质分析评价[J].甘肃农业科技,2020,52(3):15-18.
- [2] 刘峰.保健蔬菜食用百合病害的发生与防治[J].上海蔬菜,2013(3):44-46.
- [3] 张爱菊.食用百合高产栽培技术探究[J].农业开发与装备,2018(9):175.
- [4] 韩东洋,于见丽,林强,等.北方地区设施食用百合栽培技术[J].农业工程技术,2020,40(34):24-27.
- [5] 周俐宏,王志刚,王兴亚,等.百合常见虫害的发生与防治[J].北方园艺,2011(9):177-178.
- [6] 陈小龙,王亚,程金金,等.啶虫脒在桃上的残留消解规律与膳食风险评估[J].农药学报,2021,23(3):545-551.
- [7] 周育,庾琴,侯慧锋,等.新型烟碱类杀虫剂啶虫脒研究进展[J].植物保护,2006,32(3):16-20.
- [8] 农业农村部农药检定所.农药登记数据[DB/OL]. [2023-09-12] <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [9] 刘新刚,董丰收,王淼,等.不同剂型啶虫脒在棉花和土壤中的残留及降解研究[J].农业环境科学学报,2007,26(5):1772-1775.
- [10] 刘新刚,董丰收,杨爽,等.啶虫脒在苹果和土壤中的残留及消解动态[J].农药,2007,46(10):693-695.
- [11] 李二虎,胡敏,吴兵兵,等.气相色谱法测定黄瓜中啶虫脒农药残留[J].农药,2006,45(7):479-480.
- [12] 朱富伟,叶倩,黄玉芬,等.啶虫脒在茉莉花上的残留动态及膳食

- 风险评估[J]. 现代农药, 2020, 19(4): 37-41.
- [13] 张爱娟, 戈大庆, 林东森, 等. 啮虫脞在大蒜和冬瓜中的残留、消解及膳食风险评估[J]. 农药科学与管理, 2020, 41(9): 43-49.
- [14] 史梦竹, 李建宇, 刘文静, 等. 6种杀虫剂在上海青中的残留消解动态及膳食风险评估[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(2): 646-652.
- [15] 马琳, 赵莉, 樊晓青, 等. 啮虫脞在保护地和露地菠菜上的残留量对比研究[J]. 现代农药, 2014, 13(4): 36-38.
- [16] 吴洁珊, 倪清泉, 徐日文, 等. 高效液相色谱-串联质谱法测定陈皮中7种新烟碱类农药残留[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(11): 4622-4627.
- [17] 李雪, 杨文娟, 仙米斯娅·塔依甫, 等. 高效液相色谱法测定南瓜中吡虫啉等6种农药残留[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(12): 202-203.
- [18] 卢飞, 郑尊涛, 张江兆, 等. 菊花中啮虫脞的残留降解规律[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(6): 155-159.
- [19] 张江兆, 郑尊涛, 卢飞, 等. 中草药中3种杀虫剂液质联用检测方法的建立[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(5): 169-172.
- [20] 唐红霞, 温广月, 孙强, 等. 杀虫环和啮虫脞在普通白菜中的残留及消解动态[J]. 上海农业学报, 2020, 36(3): 96-101.
- [21] 高美静, 卢莉娜, 仲建锋, 等. 代森锌及其代谢物乙撑硫脲在食用百合上的残留行为与膳食风险评估[J]. 农药学学报, 2023, 25(1): 167-174.
- [22] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 中华人民共和国农业农村部, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2021[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [23] 宋云胜, 柳平增. 我国百合市场与产业调查分析报告[J]. 农产品市场, 2021(17): 42-44.
- [24] 刘红超, 宋涛, 张朝春. 食用百合产量影响因素的整合分析[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(12): 90-94.
- [25] 黄梅生. 浅谈食用百合的应用和无公害栽培技术[J]. 农家参谋, 2022(7): 49-51.
- [26] AHMED A R, MOHAMMED Y H. Effect of processing on acetamiprid residues in eggplant fruits, *Solanum melongena* L[J]. Afr J Agric Res, 2013, 18(8): 2033-2037.
- [27] PARK J, CHOI J, KIM B, et al. Determination of acetamiprid residues in zucchini grown under greenhouse conditions: application to behavioral dynamics[J]. Biomed Chromatogr, 2011, 25(1/2): 136-146.
- [28] PRAMANIK S K, BHATTACHARYA J, DUTTA S, et al. Persistence of acetamiprid in/on mustard (*Brassica juncea* L.)[J]. B Env Contam Tox, 2006, 76(2): 356-360.
- [29] SANYAL D, CHAKMA D, ALAM S. Persistence of a neonicotinoid insecticide, acetamiprid on chili (*Capsicum annum* L.)[J]. B Env Contam Tox, 2008, 81(4): 365-368.
- [30] 林涛, 李泳波, 陈兴连, 等. 毛叶枣中多菌灵、吡虫啉和啮虫脞消解动态研究[J]. 热带作物学报, 2018, 39(8): 1630-1635.
- [31] FU D H, ZHANG S Y, WANG M, et al. Dissipation behavior residue distribution and dietary risk assessment of cyromazine, acetamiprid and their mixture in cowpea and cowpea field soil[J]. J Sci Food Agric, 2020, 100(12): 4540-4548.
- [32] 谢荔草, 孙扬, 秦旭, 等. 啮虫脞和仲丁威在水稻、土壤及田水中的残留消解动态[J]. 环境化学, 2013, 32(2): 281-288.
- [33] 吴曼, 李添宝, 黄路, 等. 啮虫脞在茶叶和土壤中的残留和降解动态研究[J]. 精细化工中间体, 2014, 44(1): 67-72.
- [34] 丁悦, 孙星, 汪佳蕾, 等. 露地和大棚条件下啮虫脞在黄瓜和土壤中的残留及消解动态[J]. 农药学学报, 2014, 16(1): 110-114.
- [35] 王文生, 杨少桢, 闫师杰. 我国果蔬冷链发展现状与节能降耗主要途径[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(2): 1-5.
- [36] MONIKA G, ADARSH S. Persistence of acetamiprid in tea and its transfer from made tea to infusion[J]. Food Chem, 2008, 111(4): 805-810.

(编辑:顾林玲)

(上接第72页)

析法对40%丁氟螨酯·联苯腈酯悬浮剂的有效成分进行测定,操作简便、快速,方法分离效果、重现性、线性关系均良好,准确度高,可用于复配制剂中丁氟螨酯·联苯腈酯有效成分含量测定和质量控制。

参考文献

- [1] 左巍, 李晶, 董超, 等. 新型杀螨剂 β -酮腈及其衍生物的研究进展[J]. 现代农药, 2022, 21(2): 7-13.
- [2] 万琴. 新型杀螨剂丁氟螨酯的合成研究[J]. 现代农药, 2009, 8(4): 23-24.
- [3] 周京一, 李璇, 王秀敏. 20%丁氟螨酯SC防治柑橘红蜘蛛药效试验[J]. 上海农业科技, 2020(5): 154-155.
- [4] 成玮, 胡育海, 武雯, 等. 几种药剂对上海市草莓叶螨的防效试验[J]. 长江蔬菜, 2021(8): 73-75.
- [5] 刘长令. 世界农药大全 杀虫剂卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 773-774.
- [6] 农业农村部农药检定所. 中国农药信息网[DB/OL]. [2024-03-04]. <http://www.chinapesticide.org.cn/zwb/dataCenter>.
- [7] 胡月, 蓝月, 庞泽兴, 等. 10%丁氟螨酯·啮虫脞水乳剂高效液相色谱分析方法[J]. 农药, 2017, 56(11): 807-808.
- [8] 陈建波, 张颂函, 吴爱娟. 20%丁氟螨酯悬浮剂的高效液相色谱法测定[J]. 现代农药, 2017, 16(3): 24-26.
- [9] 张钊, 万娜娜, 梁观凤, 等. 30%丁氟螨酯·乙螨唑悬浮剂分析方法研究[J]. 农药科学与管理, 2023, 44(8): 21-26.
- [10] 马睿, 邱立鹤. 40%联苯腈酯·乙螨唑悬浮剂液相色谱分析[J]. 当代化工研究, 2022(9): 167-169.
- [11] 张强, 王莹莹, 吴培. 50%腈吡螨酯·联苯腈酯悬浮剂高效液相色谱分析方法研究[J]. 农药科学与管理, 2023, 44(4): 24-29.
- [12] 肖峥, 李海燕, 施慧娟, 等. 联苯腈酯43%悬浮剂的高效液相色谱分析[J]. 农药科学与管理, 2010, 31(8): 40-42.
- [13] 李宁, 郭天伟. 螺虫乙酯·联苯腈酯乳油高效液相色谱分析[J]. 农药科学与管理, 2015, 36(10): 39-41.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 化学分析方法验证确认和内部质量控制要求: GB/T 32465—2015[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.

(编辑:顾林玲)