

◆ 残留与环境 ◆

啉虫脒在茉莉花上的残留动态及膳食风险评估

朱富伟^{1,2,3}, 叶倩^{1,2,3}, 黄玉芬^{1,2,3}, 黄聪灵^{1,2,3}, 王富华^{1,2,3}, 万凯^{1,2,3*}

(1. 广东省农业科学院农产品公共监测中心, 广州 510640; 2. 农业农村部农产品质量安全风险评估实验室(广州), 广州 510640; 3. 农业农村部农产品质量安全检测与评价重点实验室, 广州 510640)

摘要: 基于超高效液相色谱-串联质谱仪(LC-MS/MS)及优化的样品前处理技术, 建立茉莉花 [*Jasminum sambac* (L.) Ait] 中啉虫脒的检测方法。在0.01~0.5 mg/kg添加范围内, 茉莉花鲜样和干样中啉虫脒的平均回收率分别为84.0%~93.4%和82.0%~92.4%; 相对标准偏差分别为0.6%~6.5%和2.1%~5.5%, 定量限均为0.01 mg/kg。结果显示, 啉虫脒在茉莉花中的消解动态均符合一级动力学方程, 半衰期($t_{1/2}$)为1.5~1.8 d, 施药7 d后采样检测, 结果为啉虫脒在茉莉花鲜样和干样中的最终残留量分别不大于0.15 mg/kg和不大于0.11 mg/kg。膳食风险评估结果表明, 安全间隔期时普通人群啉虫脒的国家估算每日摄入量为0.925 mg/kg, 风险概率即占日允许摄入量为21.0%, 对一般人群的健康不存在高风险, 拟推荐啉虫脒在茉莉花鲜样和干样上的最大残留量值(MRL)分别为0.5、0.3 mg/kg。

关键词: 啉虫脒; 茉莉花; 残留动态; 膳食风险

中图分类号: S482.3 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1671-5284.2020.04.006

Residue Dynamics and Dietary Risk Assessment of Acetamiprid in *Jasminum sambac* (L.) Ait

ZHU Fuwei^{1,2,3}, YE Qian^{1,2,3}, HUANG Yufen^{1,2,3}, HUANG Congling^{1,2,3}, WANG Fuhua^{1,2,3}, WAN Kai^{1,2,3*}

(1. Public Monitoring Center for Agro-product, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China; 2. Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment of Agro-product (Guangzhou), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangzhou 510640, China; 3. Key Laboratory of Testing and Evaluation for Agro-product Safety and Quality, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Based on liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) and optimized sample pretreatment technology, detection method for acetamiprid in *Jasminum sambac* (L.) Ait was established. Average recoveries of acetamiprid in fresh and dry sample of *Jasminum sambac* (L.) Ait at the spiked level of 0.01-0.5 mg/kg were 84.0%-93.4% and 82.0 %-92.4%, with RSD of 0.6%-6.3% and 2.1%-5.5%, LOQ of 0.01 mg/kg. The results indicated that degradation dynamics of acetamiprid in *Jasminum sambac* (L.) Ait conformed to the first-order kinetic model, and half-lift($t_{1/2}$) was 1.5 d-1.8 d. Final residues of acetamiprid in *Jasminum sambac* (L.) Ait were not higher than 0.15 mg/kg and not higher than 0.11 mg/kg after 7th d foliar application. Resulted national estimated daily intake. Dietary risk assessment was 0.925 mg/kg at safety interval, with risk probability of 21.0%, without causing unacceptable risks to the health of the general population after safety interval. It was recommended that 0.5 and 0.3 mg/kg as the MRL of acetamiprid in fresh and dry sample of *Jasminum sambac* (L.) Ait.

Key words: acetamiprid; *Jasminum sambac* (L.) Ait; residual dynamics; dietary risk

收稿日期: 2020-04-27

基金项目: 广东省农业科学院院长基金(201804); 2018年农业部农业行业标准制定和修订项目(181821301092372073); 国家重点研发计划(2019YFC1605204)

作者简介: 朱富伟(1983—), 男, 河南周口人, 博士, 助理研究员, 主要从事农产品农药残留研究。E-mail: zhufuwei_111@163.com

通信作者: 万凯(1972—), 男, 湖北鄂州人, 硕士, 副研究员, 主要从事农产品质量安全研究。E-mail: 149431103@qq.com

啉虫脒 (Acetamiprid) 又名莫比朗、吡虫清、NI-25, 属于氯化烟酰亚胺类新型高效杀虫剂, 是继吡虫啉、烯啶虫胺之后, 在母体化合物 (Nithiazin) 的化学结构上引入杂环2-氯-5-吡啶甲基活性基团而形成的^[1-2]。其主要作用于昆虫神经系统突触后膜的烟碱乙酰胆碱受体 (nAChR), 具有触杀、胃毒和内吸等杀虫活性, 属于非质子化选择性杀虫剂, 具有对环境友好、高效、低毒等优点^[3-5]。啉虫脒独特的作用机理及广谱高效的杀虫特点, 使其逐渐作为氨基甲酸酯、有机磷类农药的重要替代品而得到广泛应用。为了保障农产品质量安全、消费安全, 推进农业标准化, 增强国际竞争力, 关于啉虫脒, 我国已经制定了多项限农药残留量标准^[6]。

茉莉花 [*Jasminum sambac* (L.) Ait] 属木犀科素馨属灌木, 喜温暖湿润, 广泛植栽于亚热带地区, 主要化学成分为生物碱、糖苷类化合物、黄酮类化合物、挥发油、芳樟醇、 β -罗勒烯、苯甲酸甲酯、萜类、木脂素、脂肪类化合物等, 因此常作为花茶和香精的重要原料, 其根、叶和花均可入药, 具有很高的经济及药用价值^[7-9]。据报道, 截至2018年, 全国茉莉花种植面积近18.5万亩, 同时也形成了以广西横县、四川犍为县、福建福州市和云南元江县为中国茉莉花及茉莉花茶4大主产区的地理优势^[10]。随着经济的发展, 人们对茉莉花 (茶) 消费量不断增加, 而茉莉花常年因病虫害导致15%~30%的减产, 严重时局部可达40%~60%, 甚至出现无花可收获的现象^[11]。茉莉花病虫害的防治在实际生产中多采用化学防治, 因此, 农药残留所造成的环境污染及产品的安全性等问题不容忽视。茉莉花 (茶) 的质量安全不仅关系到出口贸易, 也关系到消费者身体健康^[12]。

目前, 我国^[6]及国际食品法典委员会 (CAC)、美国、澳大利亚、欧盟、韩国、日本^[13]均无关于茉莉花上啉虫脒的残留限量的报道。本文建立了优化的样品前处理方法, 通过超高效液相色谱-串联质谱仪 (LC-MS/MS) 对啉虫脒在茉莉花中消解动态及残留进行分析, 并对茉莉花中可能摄入的啉虫脒的膳食风险进行了初步评估, 为在茉莉花上安全使用啉虫脒提供科学指导, 同时为制定啉虫脒在茉莉花上最大残留限量值 (MRL) 提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

1 000 mg/L啉虫脒标准品 (纯度不小于99%), 农业农村部环境质检中心 (天津); 5.0%啉虫脒乳油,

内蒙古帅旗生物科技股份有限公司; 乙腈、甲醇、甲酸 (色谱纯); 无水 MgSO_4 、NaCl (分析纯); 液相色谱-串联质谱联用仪 (LCMS-8050三重四级杆串联质谱仪), 日本岛津公司; Milli-Q超纯水器, 美国Merk Millipore公司; Multi Reax自动涡旋仪, 德国Heidolph公司; 高速离心机, 湖南湘仪实验室仪器开发有限公司。

1.2 田间试验

NY/T 788—2004根据《农药残留试验准则》^[14]和《农药登记残留田间试验标准操作规程》^[15]进行田间试验。试验时间: 2018年6—12月。试验地点: 福建省福州市 (宝珠茉莉); 浙江省兰溪市 (双瓣茉莉); 广西壮族自治区南宁市 (双瓣茉莉); 云南省玉溪市 (当地品种)。供试药剂信息: 5%啉虫脒乳油在茉莉花上防治蚜虫、潜叶蛾、茶小绿叶蝉。推荐有效成分使用剂量: 16.7~33 mg/kg; 施药方法: 喷雾; 按750 L/hm²加水, 施药1~2次, 施药间隔7 d。安全间隔期7 d。

1.2.1 消解动态试验

消解动态试验在浙江和广西两地进行, 试验面积为100 m², 根据田间试验操作规程不设重复^[16], 于茉莉花植株生长中期施药, 施药浓度定为最高推荐剂量的1.5倍, 兑水一次性喷雾处理^[17]。药后分别间隔2 h, 1、3、5、7、10、14和21 d, 视植株大小, 在小区内用随机多点 (至少十二点) 的方式剪取地上部分嫩枝 (带叶和花), 重复3次, 每次采样量不少于1 kg, 样品均贮存于-18℃。不同处理小区间设保护隔离区。

1.2.2 最终残留试验

设高、低2个施药剂量处理。高、低剂量分别进行2、3次施药处理, 每个处理设3次重复, 其中高剂量为49.5 mg/kg (1.5倍最高推荐剂量), 低剂量为33 mg/kg (最高推荐剂量)。于茉莉花初期开始施药, 施药7 d。末次施药后间隔7、14和21 d, 在小区内用随机多点 (至少十二点) 的方式剪取茉莉花花蕾, 采样量不少于2 kg。每个样品平均分成两份, 一份作为鲜样, 另一份按当地的茉莉花茶制作工艺制成干样^[15]。样品均贮存于-18℃。不同处理小区间设保护隔离区。

1.3.1 样品前处理

茉莉花鲜样: 准确称取5 g匀浆的样品于50 mL具塞离心管中, 加入10 mL乙腈, 涡旋5 min。随后加入2 g NaCl涡旋1 min。4 500 r/min离心5 min, 取上清液, 过0.22 μm 有机系滤膜, 待测。茉莉花干样: 准确称取5 g, 加入5 mL超纯水浸润5 min, 用20 mL的乙腈溶液提取 (体积比1:4), 其余按照茉莉花鲜样前处理步骤。茉莉花植株: 准确称取5 g, 用10 mL的

乙腈溶液提取,其余按照茉莉花鲜样前处理步骤。

1.3.2 HPLC-MS/MS条件

色谱柱:岛津Shim-pack XR-ODSIII (2 mm × 150 mm, 1.6 μm);柱温:40℃;流速:0.4 mL/min;进样量:1 μL;流动相:A为0.1%甲酸水,B为乙腈;梯度洗脱程序:0~0.5 min (10% B), 0.5~5.0 min (10%~95% B), 5.0~7.0 min (95% B), 7.0~7.1 min (10%~95% B);离子源:电喷雾离子源ESI;扫描方式:正离子源;加热模块:400℃;脱溶剂温度:250℃;雾化器气流量:3 L/min;干燥气流量:10 L/min;检测方式:啉虫脒质谱检测参数如表1。

表1 啉虫脒质谱检测参数

农药	保留时间/min	定性/定量离子对(m/z)	滞留时间/ms	碰撞能量/eV	Q_1/V	Q_3/V
啉虫脒	3.23	223.1/126.10*	200	-18	-10	-26
		223.1/56.1	200	-15	-15	-23

注: *表示定量离子对。

1.4 膳食风险评估

膳食暴露和风险评估采用式(1)、(2)计算:

$$NEDI = \frac{\sum (STMR_i \times F_i)}{bw} \quad (1)$$

$$RQ/\% = \frac{NEDI}{ADI} \times 100 \quad (2)$$

式中: $NEDI$ 为国家估算每日摄入量,mg/(kg bw); F_i 为食物摄入量,kg; $STMR_i$ 为第*i*类初级食用农产品的; bw 为中国居民的平均体重,kg; RQ 为风险商,%; ADI 为每日允许摄入量,mg/(kg bw)。 RQ 值越高表示接触农药的风险越高; $RQ > 1$ 表示对人类健康的风险不能接受。

1.5 数据统计分析

实验数据分析采用Excel 7.0软件处理。

2 结果与分析

2.1 检测方法的线性范围及检出限

将1 000 mg/L的啉虫脒标准溶液用茉莉花基质空白配得0.001、0.005、0.01、0.05、0.1、0.5、1.0 mg/L系列标准溶液。在上述液相色谱/质谱条件下进行测定,以啉虫脒标准溶液浓度(x)与监测离子峰面积(y)作标准曲线。结果表明,在0.001~1.0 mg/L浓度范围内啉虫脒在茉莉花鲜重、干样和植株中的线性回归方程分别为 $y=7\,405\,903.56x-13\,184.05$; $y=12\,490\,799.05x+76\,550.40$; $y=9\,972\,034.81x+32\,393.57$,相关系数 r 均为1.000,表明线性关系良好。在上述检测条件下,啉虫脒在茉莉花鲜样、干样和植

株中最低检出限(LOD值,即3倍信噪比时所测得的质量)均为0.001 ng。

2.2 检测方法的准确性和精密度

称取匀浆后的茉莉花空白鲜样、干样以及植株各5 g,分别添加3个0.01、0.1、0.5 mg/L最终浓度水平,茉莉花植株空白样增加2个5、10 mg/L最终浓度水平,每个重复5次,涡旋混合均匀后放置过夜12 h,用上述分析方法测定回收率,并计算相对标准偏差。由表2可知,在0.01~0.5 mg/kg添加水平下,茉莉花鲜样、干样及植株中啉虫脒的平均回收率分别为84.0%~93.4%,82.0%~92.4%,85.2%~91.0%;相对标准偏差分别为0.6%~6.5%,2.1%~5.5%,4.6%~8.2%;定量限(LOQ)均为0.01 mg/kg。在5 mg/kg添加水平时,茉莉花植株中啉虫脒的回收率为89.2%;相对标准偏差为2.8%,由于在添加水平为5 mg/kg时,按照茉莉花植株的前处理方法,实际上机浓度为2.5 mg/kg,仪器检测基本接近饱和。

表2 啉虫脒在茉莉花中的添加回收率及相对标准偏差

农药	添加水平/(mg·kg ⁻¹)	平均回收率/%	相对标准偏差/%
茉莉花鲜样	0.01	84.0	6.5
	0.1	93.4	0.6
	0.5	90.0	0.9
茉莉花干样	0.01	82.0	5.5
	0.1	90.8	2.1
	0.5	92.4	3.6
茉莉花植株	0.01	85.2	8.2
	0.1	91.0	4.6
	0.5	88.8	8.0
	5	89.2	2.8

2.3 啉虫脒在茉莉花中的消解动态

由表3可知,浙江和广西地区的消解试验中,啉虫脒在茉莉花植株上的原始沉积量分别为6.14、1.71 mg/kg,其消解动态均符合一级动力学方程,对啉虫脒消解时间 t (d)后的残留量 C_t 进行回归分析得,消解曲线分别为 $C_t = 5.42 e^{-0.38t}$ ($r=0.990$), $C_t = 1.22 e^{-0.49t}$ ($r=0.987$);消解半衰期($t_{1/2}$)分别为1.8、1.4 d。啉虫脒在浙江茉莉花植株样品中残留量大于其最大添加浓度,为避免检测时出现饱和现象而影响实际检测结果,实际检测中定溶时用乙腈稀释2倍上机检测。

表3 啉虫脒在茉莉花中的消解动态

地点	原始沉积量/(mg·kg ⁻¹)	动力学方程	r	消解半衰期/d
浙江	6.14	$C_t = 5.42 e^{-0.38t}$	0.990	1.8
广西	1.71	$C_t = 1.22 e^{-0.49t}$	0.987	1.4

2.4 啉虫脒在茉莉花中的最终残留

在福建、浙江、广西、云南4地的最终残留试验中,5%啉虫脒乳油按33、49.5 mg/kg两个剂量,施药2~3次,施药间隔期为7 d,施药7、14、21 d后采样检测分析,结果如表4所示。施药后7 d时,啉虫脒在茉莉花鲜样和干样中的最终残留量分别不大于0.15 mg/kg、不大于0.11 mg/kg,施药后14 d时分别为小于0.01 mg/kg、不大于0.11 mg/kg,施药后21 d时均小于0.01 mg/kg。

2.5 膳食风险评估

根据风险最大化原则及啉虫脒在我国登记作物的具体情况,本文取已登记作物在食物种类中残留限量值(MRL)的最大值作为 $STMR_i$,ADI值为0.07 mg/kg。选取施药后安全间隔期(7 d)时茉莉花干样的残留中值(表4,0.02 mg/kg)进行膳食风险评估,结果如表5所示。普通人群啉虫脒的国家估算每日摄入量(NEDI)为0.925 mg/kg,风险概率为21.0%(即占日允许摄入量)。

表4 啉虫脒在茉莉花中的最终残留量

样品	采收间隔期/d	残留量/(mg·kg ⁻¹)	残留中值/(mg·kg ⁻¹)	残留最大值/(mg·kg ⁻¹)
茉莉花鲜样	7	<0.01、<0.01、<0.01、0.01、0.01、0.01、0.01、0.02、0.02、0.03、0.04、0.04、0.04、0.05、0.11、0.15	0.02	0.15
	14	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01	0.01	0.01
	21	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01	0.01	0.01
茉莉花干样	7	<0.01、<0.01、<0.01、0.01、0.01、0.01、0.01、0.01、0.02、0.03、0.04、0.06、0.09、0.10、0.10、0.11	0.02	0.11
	14	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01	0.01	0.11
	21	<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01、<0.01	0.01	0.01

表5 啉虫脒风险评估计算表

登记作物 ^[16]	食物种类	膳食量/(kg·d ⁻¹)	参考限量 ^[16] /(mg·kg ⁻¹)	限量来源	国家估算每日摄入量/(mg·kg ⁻¹)	风险概率/%
水稻	米及其制品	0.2399	0.5	中国	0.11995	
小麦	面及其制品	0.1385	0.5	中国	0.06925	
菠菜、普通白菜、芹菜、番茄、萝卜	深色蔬菜	0.0915	5	中国	0.4575	
茄子、黄瓜、节瓜、豇豆、大白菜、甘蓝、莲藕	浅色蔬菜	0.1837	1	中国	0.1837	
柑橘、苹果、冬枣、西瓜	水果	0.0457	2	中国	0.0914	
棉籽	植物油	0.0327	0.1	中国	0.00327	
茉莉花	食盐	0.012	0.02	残留中值	0.00024	
合计					0.925	21.0

3 结论与讨论

本研究采用优化的样品前处理方法并结合超高效液相色谱-串联质谱(LC-MS/MS)技术,建立了茉莉花中啉虫脒的检测方法。鲜样和干样的最小检出量均为0.001 ng,空白添加平均回收率为84.0%~93.4%,82.0%~92.4%;相对标准偏差分别为0.6%~6.5%,2.1%~5.5%,定量限均为0.01 mg/kg,该方法检出限、准确度、精密度及定量限均符合《农作物中农药残留试验准则》^[17]中的规定,且操作简便,重现性好,可以满足茉莉花中啉虫脒残留检测分析要求。

消解动态试验测得啉虫脒在茉莉花上的消解

半衰期为1.4~1.8 d,均低于其在辣椒上半衰期2.24~4.84 d^[18],及在茄子中的半衰期1.96~2.31 d^[19]和温室条件下西葫芦中的半衰期1.9~2.5 d^[20],与芥菜中的半衰期1.02~1.59 d^[21]基本一致,属于易降解农药。啉虫脒在两地茉莉花上的消解速率随着采样时间的延长呈现逐渐降低的趋势,消解快、规律性较好。啉虫脒在两地茉莉花上的原始沉积量不同,这可能由于受当地土壤类型、栽培方式和气候影响^[22]而导致的作物具体生长状况不同,如疏密程度,植株大小等。此外,这种差异也和施药器械,施药人员有关。

目前,关于茉莉花采摘后在制干过程中农药残

留的变化研究报道较少。本研究按规范试验要求^[15]进行最终残留试验。结果表明,施药后7、14、21 d时鲜样和干样中啮虫脒的残留量中值都相同,分别为0.02、0.01、0.01 mg/kg;而残留最大值14 d时干样明显大于鲜样,这可能由于茉莉花在干燥过程中失水导致。据Monika等^[23]报道啮虫脒在红茶加工干燥过程中的降解率为69%~74%,而加工过程涉及萎凋、干燥及发酵等复杂工艺,均可对其降解产生影响,因此对本研究中的该现象有待进一步的研究。

本研究取最终残留试验安全间隔期时茉莉花干样中啮虫脒的残留中值,根据《食品中农药残留风险评估指南》^[24]进行初步膳食风险评估。结果表明,该农药在普通人群的国家估算每日摄入量(NEDI)为0.925 mg/kg,风险概率为21.0%,低于100%,说明规范试验条件下茉莉花中啮虫脒的残留量不会对一般人群健康产生风险。在此基础上参考《食品中农药最大残留限量制定指南》中农药最大残留限量制修订原则,施药后安全间隔期(7 d)时茉莉花鲜样和干样的最大残留值(MRL)为0.15和0.11 mg/kg,推荐啮虫脒在茉莉花鲜样和干样上的MRL值分别为0.5和0.3 mg/kg。

参考文献

- [1] 周育,庾琴,侯慧峰,等. 新型烟碱类杀虫剂啮虫脒研究进展[J]. 植物保护, 2006, 32(3): 16-20.
- [2] 邓业成,王荫长,李洁荣,等. 啮虫脒的杀虫活性研究[J]. 西南农业学报, 2002, 15(1): 50-53.
- [3] 李广领,王自良,陈锡岭,等. 新型氯化烟碱杀虫剂啮虫脒最新研究进展[J]. 湖南农业科学, 2009(5): 91-96.
- [4] 庾琴,周华,王静,等. 啮虫脒在环境中的降解代谢及其安全性的研究进展[J]. 农药, 2007(4): 223-226.
- [5] MOTOHIRO T, TODD T T, DAVID M, et al. Mapping the elusive neonicotinoid binding site[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2007, 104(21): 9075-9080.
- [6] 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. 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: 中国标准出版社, 2019.
- [7] 陈梅春,朱育菁,刘波,等. 基于宏基因组的茉莉花内生细菌多样性分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2018, 26(6): 633-643.
- [8] 吕龙祥,黄锁义,莫斯锐,等. 茉莉花茎糖类化合物抗氧化活性及其构效关系和作用机理研究[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(6): 1009-1014.
- [9] 张怀辉,杨晓云,杨勇,等. 温度对不同花期双色茉莉花香味成分的影响研究[J]. 云南化工, 2018, 45(6): 26-31.
- [10] 梅宇,李鑫. 2018中国茉莉花茶产销形势分析报告[J]. 茶世界, 2018(10): 18-27.
- [11] 万建伟. 攸县茉莉花害虫调查及主要害虫生物学特性与综合防治研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2005.
- [12] 耿安静,廖若昕,杨慧,等. 横县茉莉花质量安全危害因子分析及控制策略[J]. 南方园艺, 2019, 30(2): 14-19.
- [13] 食典通. 限量值[DB/OL]. (2019-04-08) [2019-06-30]. <http://www.sdtdata.com/fx/fcv1/itemLib>.
- [14] 中华人民共和国农业部. NY/T 788—2004 农药残留试验准则[S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [15] 农业农村部农药检定所. 农药登记残留田间试验标准操作规程[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 183-364.
- [16] 中国农药信息网. 作物登记信息 [DB/OL]. (2019-04-08) [2019-06-30]. <http://www.chinapesticide.org.cn/yxcftozw.jhtml>.
- [17] 中华人民共和国农业部. NY/T 788—2018 农作物中农药残留试验准则[S]. 北京: 中国农业出版社, 2018.
- [18] SANYAL D, CHAKMA D, ALAM S. Persistence of a neonicotinoid insecticide, acetamiprid on chili (*Capsicum annum* L.)[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2008, 81(4): 365-368.
- [19] AHMED A R, MOHAMMED Y H. Effect of processing on acetamiprid residues in eggplant fruits, *Solanum melongena* L.[J]. African Journal of Agricultural Research, 2013, 18(8): 2033-2037.
- [20] PARK J, CHOI J, KIM B, et al. Determination of acetamiprid residues in zucchini grown under greenhouse conditions: application to behavioral dynamics[J]. Biomedical Chromatography, 2011, 25(1/2): 136-146.
- [21] PRAMANIK S K, BHATTACHARYA J, DUTTA S, et al. Persistence of acetamiprid in/on mustard (*Brassica juncea* L.)[J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2006, 76(2): 356-360.
- [22] MONIKA G, ADARSH S. Persistence of acetamiprid in tea and its transfer from made tea to infusion [J]. Food Chemistry, 2008, 111(4): 805-810.
- [23] 中华人民共和国农业部公告第2308号. 食品中农药残留风险评估指南[J]. 农产品质量与安全, 2015(6): 69-72.
- [24] 简秋,单炜力,段丽芳,等. 我国农产品及食品中农药最大残留限量制定指导原则[J]. 农药科学与管理, 2012, 33(6): 24-27.

(责任编辑:高蕾)

欢迎订阅 2021 年《现代农药》和《农药快讯》