

DOI:10.13718/j.cnki.zwyyx.2022.02.008

## 7 种杀虫剂对烟蚜的毒力测定

桂子萌<sup>1,2</sup>, 曾庆会<sup>2</sup>, 杨宇<sup>1,2</sup>,  
韦治艳<sup>2</sup>, 杨洪<sup>3</sup>, 杨茂发<sup>3</sup>

1. 贵州大学 农学院, 贵阳 550025;
2. 贵州大学 昆虫研究所, 贵州山地农业病虫害重点实验室, 贵阳 550025;
3. 贵州大学 烟草学院, 贵阳 550025

**摘要:** 烟蚜是危害烟草的主要害虫之一, 为寻找防治烟蚜的高效低毒药剂, 本文采用浸叶法和浸渍法比较了藜芦碱、吡虫啉、啶虫脒、噻虫嗪、吡蚜酮、除虫菊素和双丙环虫酯 7 种药剂对烟蚜的毒力。结果表明, 浸叶法处理后, 噻虫嗪和吡虫啉对烟蚜的毒力较高,  $LC_{50}$  值分别为 2.220 mg/L 和 2.619 mg/L; 而浸渍法处理后吡虫啉和藜芦碱对烟蚜的毒力较高,  $LC_{50}$  值分别为 1.203 mg/L 和 2.554 mg/L。吡虫啉在两种不同处理方法的试验中都显示对烟蚜有较高毒力, 可以作为防治田间烟蚜的推荐使用药剂, 在吡虫啉被限制使用的情况下, 可选用噻虫嗪或藜芦碱防治烟蚜。研究结果可为烟蚜的有效防治提供科学的参考依据。

**关键词:** 杀虫剂; 烟蚜; 浸叶法; 浸渍法; 毒力测定

中图分类号: S482.3; S572

文献标志码: A

文章编号: 2097-1354(2022)02-0053-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Toxicity of Seven Insecticides to *Myzus persicae*

GUI Zimeng<sup>1,2</sup>, ZENG Qinghui<sup>2</sup>, YANG Yu<sup>1,2</sup>,  
WEI Zhiyan<sup>2</sup>, YANG Hong<sup>3</sup>, YANG Maofa<sup>3</sup>

1. College of Agriculture, Guizhou University, Guiyang 550025, China;
2. Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of Mountainous Regions / Institute of Entomology, Guizhou University, Guiyang 550025, China;
3. College of Tobacco Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China

收稿日期: 2022-01-13

基金项目: 大学生创新创业训练计划项目“贵州省茄科蔬菜主要蚜虫的抗药性研究”(2020055); 贵州省山地生态烟叶无人机应用研究与示范(中烟黔科 201934)。

作者简介: 桂子萌, 本科, 主要从事生物入侵与植物安全研究。

共同第一作者: 曾庆会, 硕士, 主要从事农业昆虫与害虫防治研究。

通信作者: 杨洪, 博士, 教授。

**Abstract:** *Myzus persicae* is one of the main pests that harms tobacco. In order to search for high efficiency and low toxicity agents for the control of *M. persicae*, the toxicity of veratrine, imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, pymetrozine, pyrethrin and dipropyl cycloester against *M. persicae* was compared by leaf-dip and immersion methods. The results showed that thiamethoxam and imidacloprid had relatively high toxicity to *M. persicae* with  $LC_{50}$  values of 2.220 mg/L and 2.619 mg/L, respectively, in leaf-dip treatment. In immersion treatment, the toxicity of imidacloprid and veratrol to *M. persicae* was relatively high with  $LC_{50}$  values of 1.203 mg/L and 2.554 mg/L, respectively. Imidacloprid showed high toxicity to *M. persicae* in two different treatments, which could be used as a recommended agent for the control of *M. persicae* in the field. The results can provide scientific reference for the effective control of aphid.

**Key words:** biopesticide; *Myzus persicae*; leaf-dip method; immersion method; toxicity test

烟蚜(*Myzus persicae* Sulzer), 又名桃蚜, 属半翅目(Homoptera)蚜科(Aphididae), 是危害最为严重的刺吸性农业害虫之一<sup>[1-2]</sup>, 具有繁殖能力强、寄主范围广、发生量大、危害时间长等特点<sup>[3-5]</sup>. 作为烟草的主要害虫之一, 烟蚜不仅会直接影响烟株生长, 其分泌物还会诱发煤烟病等<sup>[6-8]</sup>; 此外, 烟蚜还传播烟草蚀纹病毒(Tobacco Etch Virus, TEV)、马铃薯 Y 病毒(Potato Virus Y, PVY)、黄瓜花叶病毒(Cucumber Mosaic Virus, CMV)等多种病毒, 影响烟叶的品质和产量, 给烟叶生产造成严重的经济损失<sup>[9-11]</sup>.

由于化学农药有见效快、易操作、成本低等特点, 长期以来对烟蚜的防治以化学防治为主<sup>[12-13]</sup>. 但化学农药长期、大量、单一地使用, 产生了抗药性、农药残留和环境污染等一系列问题<sup>[14]</sup>. 因此, 筛选高效低毒的杀虫剂, 对烟蚜的化学防治和缓解抗药性具有重要意义. 新型生物源杀虫剂双丙环虫酯能够有效防治刺吸式和吮吸式口器害虫, 如蚜虫、粉虱、木虱等<sup>[15]</sup>. 植物源农药藜芦碱具有触杀、胃毒作用, 对刺吸式口器害虫有较好的防治作用<sup>[16]</sup>. 新烟碱类杀虫剂吡虫啉、噻虫嗪和啉虫脒凭借其高效、广谱等特点, 已成为我国农业生产中使用的第 4 大类农药<sup>[17]</sup>, 能够较好地控制烟蚜种群增长<sup>[18-21]</sup>; 25%吡蚜酮可湿性粉剂防治桃蚜的试验表明, 其速效性好, 持效期达 7 d 以上<sup>[22]</sup>; 也有研究发现除虫菊素对烟蚜具有明显的防治效果, 且对供试作物烟草无任何药害症状<sup>[23]</sup>.

长期使用同一杀虫剂易使烟蚜产生抗性, 为了筛选出对烟蚜更为有效的杀虫剂, 延长杀虫剂使用寿命, 本文研究了藜芦碱、吡虫啉、啉虫脒、噻虫嗪、吡蚜酮、除虫菊素和双丙环虫酯 7 个药剂的室内毒力, 可为烟蚜的有效防治提供一定的参考依据.

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 供试寄主及培育

试验所用烟草品种为“云烟 87”. 首先, 在营养土中加入适量复合肥, 拌匀, 再装入 160 孔的泡沫烟苗育苗盘内. 采用人工播种, 将 1~2 粒种子点在每孔的中央, 播好种后的育苗盘立马放入育苗池中, 每天浇水 1 次, 使其发芽, 待烤烟苗长至 6~8 片叶时移栽到直径为 30 cm 的花盆中, 培育至烟苗 12 片叶时使用.

### 1.2 供试昆虫

本研究所用的烟蚜为生长健康、大小基本一致的无翅烟蚜成虫. 该烟蚜品系于 2008 年采自贵州省长顺县马路乡烟叶生产基地, 室内采用“云烟 87”烟苗饲养, 未接触任何药剂, 饲养温度为  $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ , 相对湿度为  $(70 \pm 5) \%$ , 光照周期为 14 L : 10 D.

### 1.3 供试药剂

0.5%藜芦碱可溶液剂,成都新朝阳作物科学股份有限公司生产;5%吡虫啉乳油,威海韩孚生化药业有限公司生产;5%啶虫脒乳油,河北野田农用化肥有限公司生产;25%噻虫嗪水分散粒剂,江苏绿叶农化有限公司生产;25%吡蚜酮可湿性粉剂,安道麦安邦(江苏)有限公司生产;10%除虫菊素乳油,内蒙古清源保生物科技有限公司生产;25%双丙环虫酯可分散液剂,巴斯夫欧洲公司生产.

### 1.4 试验器材

试验所用RXZ人工气候箱由宁波江南仪器厂提供,另需用到大养虫笼(长×宽×高=70 cm×70 cm×70 cm)、小养虫笼(长×宽×高=50 cm×50 cm×50 cm)、量筒、培养皿、烧杯、吸水纸、脱脂棉、镊子、玻璃棒、毛笔等(市购).

### 1.5 毒力测定

采用浸叶法<sup>[24]</sup>和浸渍法<sup>[25]</sup>分别测定7种供试药剂对烟蚜的毒力,每种药剂设5个浓度梯度,每个浓度重复3次,另设清水为对照,处理后置于人工气候箱,48 h后记录死亡虫数.

#### 1.5.1 浸叶法

将大小一致(未修剪)、未施用过农药的无虫烟叶在按试验设计配制好的浓度梯度药液中浸渍10 s,取出晾干后,叶柄用蘸水脱脂棉包裹并包上保鲜膜,放入培养皿(1叶/皿)中;用毛笔挑取大小一致未接触过药剂的无翅成蚜于处理过的叶片上,盖上外皿.每处理重复3次,每个重复20头,并设清水为对照;置于(25±1)℃、相对湿度80%左右的恒温光照培养箱内,48 h后检查试虫死亡率,以毛笔尖轻触蚜虫腹部,足不动则视为死亡.

#### 1.5.2 浸渍法

将大小一致(未修剪)、未施用过农药的无虫烟叶在供试药剂的系列浓度梯度药液中浸渍10 s,取出晾干后,叶柄用蘸水脱脂棉包裹并包上保鲜膜,放入培养皿(1叶/皿)中;再用毛笔挑取同龄成蚜放入浸虫培养皿中,在各供试药剂的系列浓度药液中浸渍10 s后取出,用吸水纸吸去多余药液,把处理后的蚜虫接入装有对应浓度处理过叶片的培养皿中,盖上外皿.每处理重复3次,每个重复20头,并设清水对照;置于(25±1)℃、相对湿度80%左右的恒温光照培养箱内,48 h后检查试虫死亡率,以毛笔尖轻触蚜虫腹部,足不动则视为死亡.

### 1.6 数据处理

采用Microsoft Excel 2019和SPSS 21.0软件进行数据统计分析,拟合毒力回归方程,并计算相关系数、致死中浓度(LC<sub>50</sub>)及其95%置信区间<sup>[26-28]</sup>.

## 2 结果与分析

### 2.1 7种药剂对烟蚜的毒力(浸叶法)

在室内采用浸叶法测定7种杀虫剂对烟蚜的毒力,LC<sub>50</sub>值越小,表明药剂对烟蚜的毒力指数越高.由表1可知,处理48 h后,噻虫嗪和吡虫啉对烟蚜毒力表现比较高,其LC<sub>50</sub>值分别为2.220 mg/L和2.619 mg/L;啶虫脒、双丙环虫酯、除虫菊素和藜芦碱对蚜虫的LC<sub>50</sub>值分别为22.163 mg/L,26.185 mg/L,26.338 mg/L和40.335 mg/L;吡蚜酮毒力最低,48 h的LC<sub>50</sub>值为1 330.381 mg/L,可能与试验观察时间较短有关(表1).

表 1 浸叶法测定 7 种药剂对烟蚜的毒力

供试药剂	毒力回归方程	$x^2$	LC <sub>50</sub> (95% 置信区间)/(mg · L <sup>-1</sup> )	相关系数( <i>r</i> )
噻虫嗪	$y = -0.319 + 0.922x$	3.528	2.220(1.056~3.385)	0.915
啶虫脒	$y = -2.033 + 1.511x$	4.435	22.163(16.362~28.509)	0.937
藜芦碱	$y = -1.308 + 0.815x$	2.525	40.335(23.532~141.894)	0.864
吡虫啉	$y = -0.203 + 0.487x$	0.192	2.619(0.819~8.725)	0.975
除虫菊素	$y = -1.370 + 0.964x$	4.328	26.338(8.868~44.536)	0.814
双丙环虫酯	$y = -0.857 + 0.605x$	0.452	26.185(12.830~287.372)	0.897
吡蚜酮	$y = -3.318 + 1.062x$	1.953	1 330.381(686.980~6 762.930)	0.922

注: 表中  $y$  表示供试昆虫的死亡率概率值,  $x$  表示供试药剂浓度的常用对数.

## 2.2 7 种药剂对烟蚜的毒力(浸渍法)

7 种药剂的浸渍法测定结果显示, 吡虫啉、藜芦碱、除虫菊素、啶虫脒、噻虫嗪、双丙环虫酯对烟蚜的 LC<sub>50</sub> 值比较小, 分别为 1.203 mg/L, 2.554 mg/L, 3.139 mg/L, 3.306 mg/L, 4.846 mg/L 和 11.709 mg/L; 吡蚜酮对烟蚜的毒力最低, LC<sub>50</sub> 为 1 297.876 mg/L, 可能与实验观察时间较短有关(表 2).

表 2 浸渍法测定 7 种药剂对烟蚜的毒力

供试药剂	毒力回归方程	$x^2$	LC <sub>50</sub> (95% 置信区间)/(mg · L <sup>-1</sup> )	相关系数( <i>r</i> )
噻虫嗪	$y = -0.705 + 1.028x$	1.161	4.846(2.459~7.200)	0.945
啶虫脒	$y = -0.375 + 0.723x$	2.251	3.306(0.799~5.898)	0.747
藜芦碱	$y = -0.876 + 2.152x$	1.436	2.554(2.120~3.192)	0.965
吡虫啉	$y = -0.094 + 1.177x$	2.529	1.203(0.715~1.693)	0.952
除虫菊素	$y = -0.476 + 0.958x$	1.897	3.139(1.984~4.562)	0.956
双丙环虫酯	$y = -0.475 + 0.445x$	0.775	11.709(5.254~225.056)	0.802
吡蚜酮	$y = -2.261 + 0.726x$	0.230	1 297.876(727.590~5 457.552)	0.934

注: 表中  $y$  表示供试昆虫的死亡率概率值,  $x$  表示供试药剂浓度的常用对数.

## 3 结论与讨论

在本研究中, 我们分别采用浸叶法和浸渍法测定了 7 种药剂的毒力, 以筛选出适用于田间防治烟蚜的高效、低毒、低残留杀虫剂. 浸叶法是把烟蚜取食的叶片用农药浸渍, 主要测定叶片表面残留药剂的触杀毒力和内吸到叶片汁液中药剂的胃毒毒力; 而浸渍法是将烟蚜和烟叶片均浸入药液中, 测定的是虫体上药剂的触杀毒力、叶片表面药剂的触杀毒力和内吸到叶片汁液中药剂的胃毒毒力<sup>[29-30]</sup>.

试验以烟蚜成虫为测定对象, 采用浸叶法和浸渍法测定了 7 种杀虫剂对烟蚜的毒力, 并获得详细的室内毒力测定结果. 处理 48 h 的试验结果表明: 采用浸叶法, 噻虫嗪对烟蚜的毒力最高, 其 LC<sub>50</sub> 值为 2.220 mg/L; 其次是吡虫啉, LC<sub>50</sub> 值为 2.619 mg/L; 啶虫脒、双丙环虫酯、除虫菊素和藜芦碱对烟蚜的毒力一般, 其 LC<sub>50</sub> 值分别为 22.163 mg/L, 26.185 mg/L, 26.338 mg/L 和 40.335 mg/L; 毒力最低的是吡蚜酮, LC<sub>50</sub> 值为 1 330.381 mg/L. 浸渍法的结果显示: 毒力最强的杀虫剂是吡虫啉, LC<sub>50</sub> 值为 1.203 mg/L; 其次藜芦碱、除虫菊素、啶虫脒、噻虫嗪、双丙环虫酯、吡蚜酮, LC<sub>50</sub> 值分别为 2.554 mg/L, 3.139 mg/L, 3.306 mg/L, 4.846 mg/L, 11.709 mg/L 和 1 297.876 mg/L; 其中毒力最弱的是吡蚜酮. 不同的测定方法对同一种药剂所获得的毒力是不同

的, 研究结果显示, 其中任何一种药剂采用浸渍法对烟蚜的毒力作用都要强于浸叶法, 该结果与李创创等<sup>[30]</sup>的研究结果相似, 这可能是由于浸渍法接触更多的供试杀虫剂。

吡虫啉、啶虫脒和噻虫嗪属于新烟碱类杀虫剂, 本试验两种不同处理方法显示出对烟蚜都具有较好的防治效果, 但吡虫啉的毒力最高, 该结果与白婷婷等<sup>[31]</sup>的筛选结果一致。吡虫啉在处理 48 h 后表现出较高的毒力, 可能是由于吡虫啉的触杀、胃毒和内吸等多重作用提高了药效。在害虫接触或吸收药剂后, 其杀虫机制主要是选择性抑制昆虫神经系统烟碱型乙酰胆碱受体(AchR), 阻断昆虫中枢神经系统的正常传导, 最终导致昆虫麻痹死亡<sup>[32]</sup>; 也有研究表明, 吡虫啉具有很好的速效性和持效性, 药后 1 d 即有较高的防效, 残效期长达 25 d 左右<sup>[32-35]</sup>, 因此, 在生产上可作为防治烟蚜的首选药剂。

藜芦碱是速效性植物源杀虫剂<sup>[36]</sup>。本试验表明, 使用浸渍法, 藜芦碱的杀虫活性仅亚于吡虫啉, 浸叶法则处于中等水平; 而除虫菊素作为一种神经毒剂, 其作用于昆虫神经系统, 通过延长钠离子通道的开放使虫体致死, 杀虫活性仅高于双丙环虫酯和吡蚜酮<sup>[37-38]</sup>。本试验中吡蚜酮和双丙环虫酯对烟蚜的防治效果较差, 可能与其作用方式和处理时间有关, 需要延长处理时间, 才能更好地明确其防控潜力。

本研究结果表明, 吡虫啉对烟蚜的防效最好, 可作为防治烟蚜的首选药剂, 但在已经禁用吡虫啉的作物上, 可选择噻虫嗪或藜芦碱防治烟蚜。烟蚜环境适应能力极强, 生活史较短, 在实际生产应用中, 由于杀虫剂不合理使用和施药器械落后等原因, 致使烟蚜长期处于杀虫剂高选择和高残留环境中, 增加了耐药性<sup>[39]</sup>。因此, 在农业生产过程中应合理使用杀虫剂, 如选择不同作用机理的农药交替使用, 或将两种或多种具有不同作用方式的杀虫剂复配使用等, 以延缓杀虫剂的使用寿命。

#### 参考文献:

- [1] VAN EMDEN H F, EASTOP V F, HUGHES R D, et al. The Ecology of *Myzus persicae* [J]. Annual Review of Entomology, 1969, 14: 197-270.
- [2] 赵冲, 王秀芳, 陈丹, 等. 不同地理种群烟蚜形态特征差异分析 [J]. 昆虫学报, 2013, 56(12): 1452-1463.
- [3] 陈家骅, 韩书友, 张玉珍. 烟蚜 *Myzus persicae* 种群动态的模糊聚类分析 [J]. 河南农业大学学报, 1990, 24(4): 428-435.
- [4] 刘金燕, 汤朝起, 董勇浩, 等. 烟蚜对不同寄主植物间的选择性分析 [J]. 烟草科技, 2018, 51(7): 36-39.
- [5] 邱睿, 李淑君, 王海涛, 等. 不同烟草品种上烟蚜的繁殖特征分析 [J]. 烟草科技, 2018, 51(1): 15-20.
- [6] 袁锋, 冯纪年, 李茂辉. 烟蚜为害的经济损失研究 [J]. 昆虫学报, 1994, 37(4): 440-445.
- [7] WEI J N, LI T F, KUANG R P, et al. Mass Rearing of *Aphidius Gifuensis* (Hymenoptera: Aphidiidae) for Biological Control of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. Biocontrol Science and Technology, 2003, 13(1): 87-97.
- [8] 任广伟, 张连涛. 烟蚜和烟青虫的发生与防治 [J]. 烟草科技, 2002, 35(5): 43-45.
- [9] RAMSEY J S, WILSON A C C, DE VOS M, et al. Genomic Resources for *Myzus persicae*: EST Sequencing, SNP Identification, and Microarray Design [J]. BMC Genomics, 2007, 8: 423.
- [10] 何应琴, 吴佳星, 唐元满, 等. 黄瓜花叶病毒和马铃薯 Y 病毒混合侵染烟株对烟蚜取食行为的影响 [J]. 植物保护学报, 2017, 44(1): 32-38.
- [11] CHENG Y J, LI Z X. Both Farnesyl Diphosphate Synthase Genes are Involved in the Production of Alarm Pheromone in the Green Peach Aphid *Myzus persicae* [J]. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 2019, 100(3): e21530.
- [12] SRIGIRIRAJU L, SEMTNER P J, BLOOMQUIST J R. Monitoring for Imidacloprid Resistance in the Tobacco-Adapted Form of the Green Peach Aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae), in the Eastern United States [J]. Pest Management Science, 2010, 66(6): 676-685.
- [13] 覃飞跃, 陈雷, 杨友才. 不同药剂防治烟蚜效果研究 [J]. 现代农业科技, 2014(23): 146, 148.
- [14] 吴天星. 烟蚜综合防治策略研究进展 [J]. 安徽农学通报, 2014, 20(20): 59-60, 65.



- [15] 谭海军. 新型生物源杀虫剂双丙环虫酯 [J]. 世界农药, 2019, 41(2): 61-64.
- [16] 容宽. 百色烟区主要病虫害发生消长动态及主要害虫药剂防治试验 [D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [17] 李敏, 赵会君, 屈欢, 等. 新烟碱类杀虫剂潜在环境风险及光降解行为研究进展 [J]. 农药, 2019, 58(3): 170-173.
- [18] 胡卫东, 周向平, 黄石旺, 等. 7种杀虫剂防治烟蚜药效研究 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(18): 8574-8575.
- [19] 陈杰, 付继刚, 杨天沛, 等. 我国烟蚜防治研究进展 [J]. 作物杂志, 2015(6): 21-26.
- [20] 丁汉东, 史新涛, 李敏. 25%噻虫嗪水分散粒剂防治烟草蚜虫药效试验 [J]. 湖北植保, 2015(6): 8-9.
- [21] 蒲小明, 陈永明, 沈会芳, 等. 广东省烟区主要虫害化学防治现状与控制技术研究 [J]. 广东农业科学, 2016, 43(10): 100-105.
- [22] 熊辉, 陈宾. 25%吡蚜酮可湿性粉剂防治桃蚜田间药效试验 [J]. 现代园艺, 2016(13): 154.
- [23] 王永, 王秀芳, 李长武, 等. 2.5%除虫菊素乳油防治烟蚜田间药效试验 [J]. 现代农药, 2005, 4(5): 43-44.
- [24] 中华人民共和国农业部. 农药室内生物测定试验准则杀虫剂第14部分: 浸叶法: NY/T 1154. 14—2008 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [25] 中华人民共和国农业部. 农药室内生物测定试验准则杀虫剂第5部分: 杀卵活性试验浸渍法: NY/T 1154.5—2006 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [26] BUSVINE J R. Recommended Methods for Measurement of Pest Resistance to Pesticides[M]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1980: 25-28.
- [27] 张志祥, 徐汉虹, 程东美. EXCEL在毒力回归计算中的应用 [J]. 昆虫知识, 2002, 39(1): 67-70.
- [28] 武怀恒, 万鹏, 黄民松. 毒力回归计算方法及相应软件使用介绍 [J]. 安徽农业科学, 2014, 42(27): 9335-9338, 9340.
- [29] 梁巧丽, 陆永跃, 梁广文. 应用3种方法评价4种新氯化烟碱类杀虫剂对棉花粉蚜的毒力 [J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(4): 61-66.
- [30] 李创创, 袁雷, 张福莉, 等. 5种新型杀虫剂对烟蚜的毒力测定 [J]. 植物医生, 2013, 26(4): 28-31.
- [31] 白婷婷, 刘文涛, 毛晓红, 等. 几种内吸药剂对烟蚜的室内毒力及田间防效 [J]. 山东农业科学, 2019, 51(4): 128-131.
- [32] 张雪梅, 陈雁君, 谷昊明, 等. 吡虫啉对生菜多酚氧化酶活性的影响 [J]. 中国卫生检验杂志, 2008, 18(3): 549-550.
- [33] 丁佩, 马海芹, 戴德江, 等. 70%吡虫啉WDG防治杭白菊蚜虫应用技术研究 [J]. 中国农学通报, 2015, 31(17): 95-99.
- [34] 吴旭海. 10%吡虫啉可湿性粉剂药效试验报告 [J]. 基层农技推广, 2016, 4(10): 36-37.
- [35] 韩文清, 尹蓉, 秦一凡. 几种杀虫剂防治大豆蚜虫对比试验 [J]. 农业开发与装备, 2018(12): 131-132.
- [36] 孙颖, 王向阳. 植物保护技术手册 [M]. 太原: 山西经济出版社, 2017.
- [37] 张夏亭, 聂秋林, 高欣. 除虫菊素的杀虫特性与作用机理 [J]. 农药科学与管理, 2003, 24(2): 22-23.
- [38] 王巍, 洪晓燕, 张万民. 北方农药新品种实用手册 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2019.
- [39] BASS C, PUINEAN A M, ZIMMER C T, et al. The Evolution of Insecticide Resistance in the Peach Potato Aphid, *Myzus persicae* [J]. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2014, 51: 41-51.