

文章编号:1001—7380(2023)01—0025—05

3种化学药剂对朱红毛斑蛾的防治效果研究

李 岩

(厦门万银环境科技有限公司,福建 厦门 361011)

摘要:通过室内饲养和模拟野外防治观测,开展高效氯氟氰菊酯、毒死蜱和吡虫啉对2—6龄朱红毛斑蛾幼虫的防治效果研究。结果表明,3种化学药剂对朱红毛斑蛾均有较好的防治效果,96 h试验期间致死率均在90%以上;2.5%高效氯氟氰菊酯EW组和45%毒死蜱EC组的所有质量浓度梯度处理在48 h内致死率均高于50%,表现出良好的快速击倒能力和高致死率,而10%吡虫啉WG所有质量浓度梯度处理在48 h内致死率均高于40%。因此,结合病虫害综合防治及生态环境保护,推荐在行道树上使用333—500 mg/L的2.5%高效氯氟氰菊酯EW或333—500 mg/L的45%毒死蜱EC或500—1 000 mg/L的10%吡虫啉WG进行朱红毛斑蛾的防治。

关键词:朱红毛斑蛾;化学防治;毒力测定;榕树;效果

中图分类号:S763.42;S767.3⁺4;S792.99

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2023.01.005

Chemical control research of three insecticides on *Phaуда flammans* Walker

Li Yan

(Xiamen Wanyin Environmental Technology Co., Ltd, Xiamen 361011, China)

Abstract: The effects of Lambda-cyhalothrin, Chlorpyrifos and Imidacloprid on the control of 2nd to 6th instar larvae of *Phaуда flammans* were studied by laboratory poisoning efficacy tests and field control. The result showed that all the three pesticides had good control effect on the larva. The fatality rate could exceed 90% after 96 h. The fatality rates in all gradient treatment groups of both Lambda-cyhalothrin 2.5% EW and Chlorpyrifos 45% EC could also get higher than 50% within 48 h, showing satisfactory knockdown ability while the fatality rate of Imidacloprid 10% WG in all gradient treatment groups could get higher than 40% within 48 h. Therefore, considering the integrated pest control and ecological environmental protection, it is recommended that either 333—500 mg/L Lambda-cyhalothrin 2.5% EW or 333—500 mg/L Chlorpyrifos 45% EC, or 500—1 000 mg/L Imidacloprid 10% WG should be applied to the roadside banyan trees for the control of *P. flammans*.

Key words: *Phaуда flammans*; Chemical control; Toxicity determination; *Ficus microcarpa* Linn.f.; Efficiency

朱红毛斑蛾(*Phaуда flammans* Walker)是在我国南方地区危害榕属植物的一种重要食叶害虫,隶属于鳞翅目(Lepidoptera)斑蛾科(Zygaenidae),最早记录来源于1854年印度新种标本,而后在泰国、马来西亚、印度尼西亚以及我国台湾、香港、广东、广西均有所报道^[1-7],近年来在其高度适生区海南、香港、广东、福建和广西等地呈间歇性爆发危害,且有逐步加重趋势,局部地区由次要害虫上升为主要害虫,根据其发生的风险综合评价在我国属于中度危险等级有害生物^[8-15]。朱红毛斑蛾具有寡食性,据

报道在广西南宁市^[10]和广东各市^[14]仅危害小叶榕和垂叶榕,但在对厦门市6个行政区实地野外踏查,发现该虫不仅会大量危害小叶榕和垂叶榕叶片,也会危害高山榕、花叶橡胶榕、黄金榕、花叶高山榕、柳叶榕等榕属植物。

榕属植物广泛种植于我国热带、亚热带地区,是南方城市重要的绿化树种之一。榕属乔木普遍具有适应高温、多雨气候,具有一定抗风、抗污染能力,根系发达、生长速度快、寿命长、耐修剪,既可单植亦可列植,是城市道路绿化中的优质树种,且在

收稿日期:2022-11-03;修回日期:2022-12-15

基金项目:榕属植物高危害害虫朱红毛斑蛾的发生规律及综合防治技术研究(2019011)

作者简介:李 岩(1992-),女,河北石家庄人,农艺师,大学本科毕业。主要从事园林植物病虫害防治研究。

南方各省古树名木资源中数量占比较大^[16-20]。但由于榕属植物的大量引种栽培,病虫害也随之而来。有研究表明朱红毛斑蛾的潜在地理分布区与我国榕属植物分布区基本重合,使其在榕树种植区定植的可能性较高^[15]。2016年在福建厦门首次监测到朱红毛斑蛾的局部危害,2017年在思明区厦门大学、厦门市园林植物园、湖滨南路等地周边小叶榕、垂叶榕均有严重危害,2018年出现厦门全岛榕属植物受到大规模爆发性虫害。该虫主要以幼虫取食幼嫩叶片、叶柄,由于幼虫数量众多、取食量大且会从树冠顶部幼嫩新叶开始向下危害,致使榕树新生枝叶大量脱落,造成枯顶,甚至整株榕树被害成光杆,在食物不足时亦会下行向周边榕属植物扩散危害,严重影响着园林景观、生态安全和经济效益。因此,针对厦门市朱红毛斑蛾发生情况、危害特点开展了防治研究,以期制定防治方案、开展有效防治提供参考。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

1.1.1 供试虫源 于厦门市思明区环岛南路采集朱红毛斑蛾置于饲养盒中带回,在温度(25±2)℃、相对湿度(70±5)%和光照16 h/d条件下饲养,以新鲜的垂叶榕叶子饲养。7 d后选取2—6龄幼虫开展室内测定,幼虫期根据头壳宽度及身体长度进行区分^[21]。

1.1.2 供试药剂 2.5%高效氯氟氰菊酯水乳剂(EW)(河北中保绿农业科技集团有限公司),10%吡虫啉水分散粒剂(WG)(四川国光农化股份有限公司),45%毒死蜱乳油(EC)(江西卫农科技发展有限公司)。

1.2 试验方法

参照中华人民共和国农业行业标准(NY/T 1154.9-2008)^[16]开展试验。从饲养虫源中选取2—6龄幼虫置于饲养盒中,每盒放置10头(2—6龄均有)。每种农药设置5个质量浓度梯度(250, 333, 500, 1 000, 2 000 mg/L)处理,分别标记为①—⑤,每个梯度处理设置3组重复,以清水喷雾作为对照。模拟野外药效试验方法为喷雾法:将健康幼虫放置在新鲜无施药垂叶榕叶片上,手持喷雾器分别使用稀释药液均匀喷施叶片,药液湿润叶片而不滴落,喷雾器压力设置、喷雾时间均相同。喷药后将饲养盒放置于温度(25±2)℃、相对湿度(70±5)%、

光照16 h/d的恒温培养箱中饲养,施药后分于24, 48, 72, 96 h在体视镜下利用毛笔触碰虫体,观察幼虫体态、活动情况判断是否死亡。通过幼虫死亡情况判断室内条件下不同化学农药及不同质量浓度的药效差异。

1.3 数据处理与分析

采用Excel进行实验数据处理及毒力回归分析,运用SPSS Statistics 25.0软件进行统计分析。使用的计算表达式如下^[23]:

$$\text{处理死亡率}(\%) = \frac{\text{死亡虫数}}{\text{处理总虫数}} \times 100;$$

$$\text{校正死亡率}(\%) = \frac{\text{处理死亡率} - \text{对照组死亡率}}{1 - \text{对照组死亡率}} \times 100;$$

$Z = (2\pi)^{-1/2} e^{-1/2(Y-5)}$, Z 是权重参数, Y 为校正死亡率机率值;

$\omega = Z^2 / PQ$, $Q = (1 - P)$, ω 是权重系数, P 是死亡率;

$SE_{(m)} = (b^{-2} \times ((\sum n\omega)^{-1} + (m - \bar{x})^2 \times (\sum n\omega(m - \bar{x})^{-1}))^{1/2}$, $SE_{(m)}$ 是 m 的标准误, m 是 $\lg(LC_{50})$, \bar{x} 为质量浓度对数平均值, n 为某质量浓度供试总虫数;

$$LC_{50} \text{的} 95\% \text{置信限为 } 10^{(\lg(LC_{50}) \pm 1.96 \times SE_{(m)})}$$

若对照组死亡率<5%,无需校正,对照组死亡率>20%,试验需重做^[22]。

计算出致死中质量浓度 LC_{50} 以及获得毒力回归线(LD-p line)斜率,以进行毒力比较。毒力回归方程式为: $Y(\text{probit}) = aX + b$, (Y 为校正死亡率机率值, a 为斜率, X 为以10为底的质量浓度对数, b 为截距)^[23-25]。

2 结果与分析

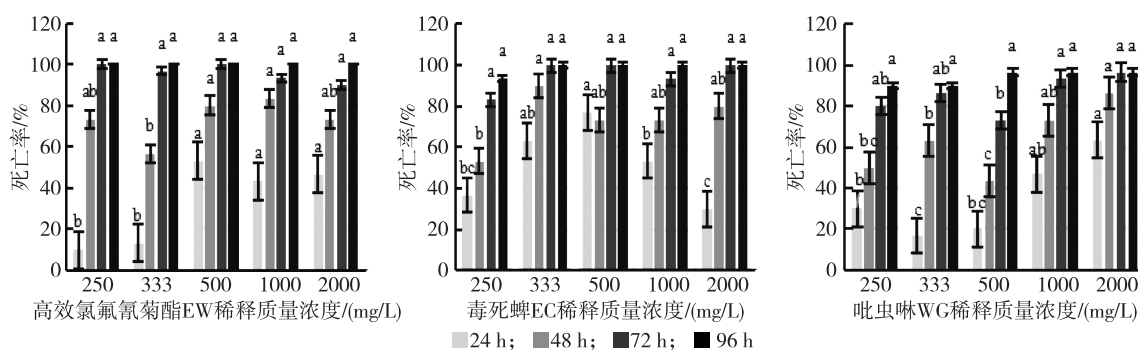
2.1 化学药剂对朱红毛斑蛾幼虫的防治效果

由于对照组在96 h内仍保持健康,无死亡个体,即处理组无需进行校正处理。如图1所示,3种化学药剂在试验期内对朱红毛斑蛾幼虫均表现出良好的致死效果,且随施药处理时间的延长,个体死亡率呈现明显增加,其中,2.5%高效氯氟氰菊酯EW和45%毒死蜱EC防治效果略好于10%吡虫啉WG组。

毒死蜱EC处理组的5个处理梯度中,24 h内②—④处理组致死率均超过50%,①和⑤处理组致死率超过30%;48 h内第②组致死率90%,③、④和⑤组的致死率均高于70%,①组也可达53.3%;72 h

后②、③、⑤处理组均可 100% 杀死幼虫,①组致死率 83.3%,第④组中仅存的 2 只 6 龄幼虫呈麻痹状态但未彻底死亡;96 h 后除第①组致死率为

93.33%,其余处理组幼虫均死亡。死亡幼虫表现为体软,伸直发胀,体液略溢出,头壳伸出(如图 2)。



注:图中各柱形上方不同小写英文字母表示同种化学药剂相同处理时间下不同质量浓度梯度处理间的结果差异达 $P < 0.05$ 显著水平

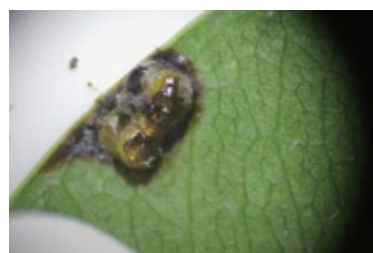
图 1 3 种化学药剂对朱红毛斑蛾幼虫的致死效果



2.5%高效氯氟氰菊酯EW
A. 体麻痹僵直、色浅浮肿、水状、易破



45%毒死蜱EC
B. 体软、伸直发胀、体液略溢出、头壳伸出



10%吡虫啉WG
C. 体麻痹、水状、蜷缩、头伸出、体液溢出

图 2 朱红毛斑蛾幼虫的中毒症状

高效氯氟氰菊酯 EW 处理表现略逊色于毒死蜱 EC 组,但优于吡虫啉 WG 组,24 h 内幼虫表现为行动缓慢,但少量仍可继续进食,仅第③组致死率超过 50%;48 h 后致死率迅速提升,除第②组为 56.67%,其余均高于 70%;72 h 后所有梯度处理组致死率逾 90%;96 h 所有幼虫全部灭杀。死亡幼虫表现为体僵直、色浅、浮肿、水状、易破。

吡虫啉 WG 相对另 2 种化学药剂的防治表现稍逊色,尤其在 24 h 内仅第⑤组致死率超过 50%,存活的幼虫中毒表现不明显,仍可正常取食叶片;但 48 h 后幼虫大量出现拒食、吐液、麻痹等症状,基本不进行取食,其中④、⑤组致死率超过 70%,①、②组致死率超过 50%,第③组致死率为 43.3%;在处理 72 h 后④、⑤组致死率超 90%,①、②组致死率超过 80%,第③组致死率为 73.33%;96 h 后第③—⑤组致死率均为 96.67%,①、②组均为 90%。死亡幼虫表现为体水状、蜷缩、头伸出、体液溢出等症状。

3 种药剂在 48 h 内的各处理组中致死的均为 4

龄前幼虫。各处理组 4 龄末期至 6 龄期幼虫在喷药后 48 h 内主要表现为麻痹、拒食,用毛笔触碰可见其虫体缓慢蠕动、头部伸缩及触角微动,处理后 48—72 h 多数幼虫死亡,仅存少量 5—6 龄幼虫恢复取食。各龄期幼虫随着药剂处理时间增加,死亡率逐渐升高。96 h 后,高效氯氟氰菊酯 EW 组所有处理幼虫均被灭杀;毒死蜱 EC 各处理组中仅 250 mg/L 组存活 2 只 6 龄虫;吡虫啉 WG 各质量浓度梯度中存活的均为 6 龄虫。可见 2—3 龄虫对这 3 种化学药剂敏感度较强,4—6 龄虫对药剂的敏感度一般。

对每种药剂相同时间的各质量浓度梯度处理样本间进行方差分析。高效氯氟氰菊酯处理 24 h ③—⑤组与①、②组存在显著性差异 ($P < 0.05$),48 h 内高效氯氟氰菊酯第②组与③、④组存在显著性差异,72,96 h 后各处理组间差异不显著。毒死蜱各梯度处理组 24 h 后③、④、⑤处理存在显著性差异,48 h ①、②组存在显著性差异,72,96 h 后各处

理组间差异不显著。吡虫啉各组中 24 h 处理第⑤组与①、②组存在显著性差异,48 h 第⑤组与②、③组存在显著性差异,在处理 72 h 后与第③组存在显著差异,处理 96 h 后各处理组差异均不显著。

2.2 3 种化学药剂对朱红毛斑蛾幼虫的毒力

同一种杀虫剂随处理时间延长, LC_{50} 均逐渐降低,说明这 3 种化学药剂均对朱红毛斑蛾幼虫具有毒杀作用。处理 24 h 后,45%毒死蜱 EC 组的 LC_{50} 为 790.409 mg/L,较 2.5%高效氯氟氰菊酯 EW 组 (LC_{50} :1 509.909 mg/L) 和 10%吡虫啉 WG 组 (LC_{50} :1 290.304 mg/L) 低,说明毒死蜱在短时间内

可快速击倒朱红毛斑蛾幼虫,见效快。处理 48 h 后,毒死蜱 EC 组的 LC_{50} 为 2.011 mg/L,低于高效氯氟氰菊酯 EW 组 (LC_{50} : 6.22 mg/L) 和吡虫啉 WG 组 (LC_{50} :288.865 mg/L),表明毒死蜱组喷洒 48 h 后对朱红毛斑蛾幼虫具有良好的防治效果,高效氯氟氰菊酯次之(见表 1)。由于当试验组中死亡率为 0 或 100%时,概率机值在理论上为 $-\infty$ 或 $+\infty$,无法得出 LC_{50} ^[25]。72,96 h 处理后高效氯氟氰菊酯和毒死蜱试验组中存在多个梯度处理死亡率为 100%,因此无法得出毒力回归方程。

表 1 3 种化学药剂对朱红毛斑蛾的毒力

杀虫剂	处理时间/h	毒力回归方程	<i>r</i>	LC_{50} /(mg/L)	95%置信限/(mg/L)
2.5%高效氯氟 氰菊酯 EW	24	$Y=1.298x+0.875$	0.751	1 509.909	818.219—2 786.326
	48	$Y=0.324x+4.743$	0.390	6.220	0.001—76 879.109
	72	—	—	—	—
	96	—	—	—	—
45%毒死蜱 EC	24	$Y=-0.506x+6.466$	-0.366	790.409	290.125—2 153.373
	48	$Y=0.278x+4.916$	0.236	2.011	0—2 511 933.1
	72	—	—	—	—
	96	—	—	—	—
10%吡虫啉 WG	24	$Y=1.272x+1.042$	0.859	1 290.304	749.694—2 220.749
	48	$Y=1.178x+2.101$	0.848	288.865	158.542—526.314
	72	$Y=0.857x+3.663$	0.668	36.262	1.979—664.363
	96	$Y=0.664x+4.763$	0.805	2.271	0.005—1 0678.217

注:表中空白数据表示试验组中存在死亡率为 0 或 100%,无法得出致死中浓度 LC_{50} 。 LC_{50} 值 95%置信限表示真值在此区间内有 95%出现的可能性。

3 结论与讨论

此次研究所用的 3 种药剂均为园林系统中常见的化学农药,试验方法也模拟野外防治常用喷雾法,旨在通过室内药效试验指导开展实地野外防治,提高防治效果,减少防治成本和环境污染。试验结果表明,3 种化学药剂对于朱红毛斑蛾幼虫的防治效果有所差异,但均有良好的灭杀作用。

结合此次室内药效试验结果和经济环保角度选择药剂质量浓度,2022 年 9—11 月选定路段行道树对受害的小叶榕、垂叶榕、高山榕等榕属植物开展朱红毛斑蛾第 3 代幼虫防治,在 3 段不同路段分别使用高效氯氟氰菊酯、毒死蜱和吡虫啉稀释成 500 mg/L 药液,每 15 d 喷施 1 次。观察防治效果与室内试验结果一致,朱红毛斑蛾幼虫基数大量下降,榕属植物长出新叶且后续未再次发生爆发式危

害。因此,根据室内试验结果及野外防治效果,推荐行道树使用 333—500 mg/L 的 2.5%高效氯氟氰菊酯 EW 或 333—500 mg/L 的 45%毒死蜱 EC 或 500—1 000 mg/L 的 10%吡虫啉 WG 进行朱红毛斑蛾的防治。在发现榕树受害较为严重或幼虫开始下行化蛹期时及时使用高效氯氟氰菊酯或毒死蜱喷施全株叶片及树干,2 者可交替使用,以防产生抗药性。若只发现树冠新叶开始受害可使用吡虫啉喷施全株叶片,每 15 d 使用 1 次,连续喷施 2 至 3 次。防治朱红毛斑蛾的最佳时期为幼虫 1—3 龄期,此时幼虫个体小、危害程度有限且对药剂毒力更敏感,4 龄幼虫进入暴食期,危害性大、对药剂的敏感性减弱,需要使用更高剂量药剂或更长时间防治才能起到理想的防治效果。施药方式采取喷雾法,喷洒植株的叶面、树冠顶层,以药液湿润而不滴落为度。对于老熟幼虫下地化蛹时期以及受害严重区

域幼虫会向周边扩散等情况,应同时向树干、树穴及周边地面喷洒药剂,可有效防治朱红毛斑蛾的危害和扩散。

此次药效试验中发现 1 000 mg/L 下的吡虫啉 WG 在 24—48 h 间有 2 只幼虫进行蜕皮(3—4 龄),但自行脱落失败,人工辅助蜕皮后幼虫表现健康,无中毒迹象,可正常取食叶片,在施药处理的 96 h 后死亡。幼虫蜕皮前会暂时停止进食,以及药剂正好接触到蜕的旧皮上从而未直接接触到虫体,可能是导致其未被灭杀且在蜕皮后可正常活动的原因,但吡虫啉的使用是否会抑制朱红毛斑蛾幼虫蜕皮需要进一步研究^[26-27]。

参考文献:

- [1] WALKER F. List of the specimens of Lepidopterous insects in the collection of the British museum. Part I. (Lepidopterous Heterocera) [M]. London: Order of the Trustees, 1854: 257.
- [2] NG Y C. Two zygaenids, *Artona funeralis* Butler and *Phauda flammans* Wlk. in Canton [J]. Entomology and Phytopathology, 1936, 4 (6): 100-101.
- [3] 王效岳. 认识台湾的昆虫——斑蛾和其他一些白天活动的蛾类 [M]. 台湾: 淑馨出版社, 1995.
- [4] GBIF (Global Biodiversity Information Facility). *Phauda flammans* Walker, occurrences [DB/OL]. https://www.gbif.org/occurrence/search?taxon_key=1758003, 2014-09.
- [5] NAGESHCHANDRA B K, RAJAGOPAL B K, BALASUBRAMANIAN R. Occurrence of slug caterpillar *Phauda flammans* Wlk. (Lepidoptera: Zygaenidae) on *Ficus racemosa* L. in South India [J]. Mysore Journal of Agricultural Science, 1972, 6: 186-189.
- [6] Natural History Museum. *Phauda flammans* [DB/OL]. <https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/hostplants/search/index.dsml>, 201906-17.
- [7] CHUNG Y C. Insects associated with some ornamental plants in Sabah, Malaysia [C]. 7th International Conference on Plant Protection in the Tropics, Kuala Lumpur, 2008.
- [8] 何桂玲, 廖富林. 朱红毛斑蛾危害梅州市区榕树的研究 [J]. 嘉应学院学报, 2015, 33(11): 72-74.
- [9] 杨亚蓉. 朱红毛斑蛾生物学和防治措施初探 [J]. 青海农林科技, 2018(2): 87-90.
- [10] 刘俊延, 马仲辉, 吴塞逸, 等. 朱红毛斑蛾嗜食性的研究 [J]. 环境昆虫学报, 2016, 38(5): 924-930.
- [11] 李果惠, 秦长生, 徐金柱. 东莞市主要林业有害生物风险分析及防治建议 [J]. 林业建设, 2018(4): 52-56.
- [12] 林奇田, 林 卉, 谢长炜, 等. 厦门地区朱红毛斑蛾的发生情况 [J]. 亚热带植物科学, 2020, 49(4): 307-311.
- [13] 卢小雨, 蒋 露, 余道坚, 等. 朱红毛斑蛾在我国的潜在危害性风险分析 [J]. 生物灾害科学, 2019, 42(2): 130-134.
- [14] 黄志嘉, 茅裕婷, 朱 映, 等. 朱红毛斑蛾在广东地区的爆发程度调查 [J]. 河北林业科技, 2018(3): 47-49.
- [15] 卢小雨, 蒋 露, 叶奕优, 等. 基于 MaxEnt 模型的朱红毛斑蛾在我国的潜在地理分布 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41(6): 1268-1275.
- [16] 梁瑞龙, 熊晓庆. 森林瑰宝知多少——广西第二次古树名木资源普查概况 [J]. 广西林业, 2018(1): 36-38.
- [17] 陈秋菊, 郭盛才, 陈 盼. 广东省古树名木资源现状及分布研究 [J]. 林业调查规划, 2019, 44(5): 172-175, 180.
- [18] 洪文君, 叶永昌, 张 浩. 香港古树名木资源特征与分布格局 [J]. 广东园林, 2021(1): 56-59.
- [19] 张昌达. 海南省古树名木资源现状及保护问题探究 [J]. 南方农业, 2019, 13(20): 77-79.
- [20] 福州市园林中心. 福州市城市古树名木目录(2020年). [EB/OL]. http://ylj.fuzhou.gov.cn/zz/zwgk/ghjh/202104/t20210419_4079192.htm, 2020-09-17.
- [21] 刘俊延, 何秋隆, 魏 航, 等. 朱红毛斑蛾生物学特性研究 [J]. 植物保护, 2015, 41(3): 188-192.
- [22] 农业部农药检定所. NYT 1154.9-2008 农药室内生物测定试验准则 杀虫剂 第9部分: 喷雾法 [S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2008.
- [23] 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.
- [24] 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定 [M]. 北京: 科学出版社, 1988. 369-372.
- [25] 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.
- [26] 马康生, 王静慧, 解晓平, 等. 棉蚜对新烟碱类杀虫剂的抗性现状及其治理策略 [J]. 植物保护学报, 2021, 48(5): 947-957.
- [27] 龚培盼. 麦蚜抗药性监测及其对高效氯菊酯抗性机理研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2020.