

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.04.15

六种杀虫剂对扶桑绵粉蚧的毒力和防治效果

咎庆安¹, 闫鹏飞¹, 毛加梅², 柏天琦², 邓裕亮³, 张宏瑞^{1*}

(1. 云南农业大学植物保护学院, 昆明 650201; 2. 云南省农业科学院热带亚热带经济作物研究所, 云南保山, 678000;

3. 西双版纳出入境检验检疫局, 云南景洪 666100)

摘要: 为筛选出高效的防治药剂, 测定了 6 种杀虫剂对扶桑绵粉蚧的毒力和防治效果。结果表明, 毒死蜱、灭多威、杀扑磷 3 种药剂对各个虫期触杀毒力均较强, 噻虫啉、阿维菌素稍弱, 最差的为多杀霉素; 不同虫期中低龄若虫对药剂较敏感。田间试验结果显示各种药剂防效随时间延长总体呈下降趋势; 90% 灭多威 WP 具有速效、残效期长的特点, 在第 3 天时矫正防效达到 99.92%。其余药剂, 持效期均较短。

关键词: 扶桑绵粉蚧; 杀虫剂; 触杀毒力; 防治效果

中图分类号: Q965.9; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 04-0761-05

Toxicity and effect of pesticides against *Phenacoccus solenopsis* Tinsley

ZAN Qing-An¹, YAN Peng-Fei¹, MAO Jia-Mei², BAI Tian-Qi², DENG Yu-Liang³, ZHANG Hong-Rui^{1*}

(1. Plant Protection College, Yunnan Agriculture University, Kunming 650201, China; 2. Tropical and Subtropical Cash Crop Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Baoshan 678000, Yunnan Province, China; 3. Xishuangbanna Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Jinghong 666100, Yunnan Province, China)

Abstract: Laboratory toxicity bioassay was conducted to select highly effective pesticide to control *P. solenopsis*. Results showed that Chlopyrifos, Methomyl and Methidathion had stronger contact toxicity than Thiacloprid and Abamectin at different instar of insect. Spinosad had the lowest toxicity. Lower instar nymph of *P. solenopsis* were very sensitive to pesticides. Field experiments suggested the corrected control efficiency decreased with the prolonging of time in every treatments, except 90% Methomyl WP which has 99.92% corrected control efficiency in 3 d. It was performed rapid effect in killing *P. solenopsis* and had a lasting validity period.

Key words: *Phenacoccus solenopsis*; pesticide; toxicity bioassay; field management effect

扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 主要以若虫和雌成虫危害寄主植物的幼嫩部分, 可导致植物长势衰弱, 生长缓慢或停止, 落叶落花等 (王琳, 杨晓朱, 2010)。同时该虫分泌的蜜露可诱发霉污病, 严重时导致植物整株死亡 (武三安, 张润志, 2009)。

扶桑绵粉蚧的寄主范围较广, 可危害包括锦葵科 Malvaceae、茄科 Solanaceae、菊科 Asteraceae、

大戟科 Euphorbiaceae、苋科 Amaranthaceae 和葫芦科 Cucurbitaceae 等 53 个科 154 种植物 (Arif *et al.*, 2009)。在受灾区域其寄主范围还会不断扩大, 如 2009 年浙江省调查到的寄主植物有 19 科 29 种 (周湾等, 2010), 但 2011 年增长为 33 科 66 种 (周湾等, 2012)。截止 2015 年, 中国大陆扶桑绵粉蚧寄主植物共报道了 56 科 166 种, 以菊科 Asteraceae 植物最多, 达 31 种; 锦葵科

基金项目: 云南省中青年学术技术带头人后备人才项目 (2015HB036); 云南出入境检验检疫局科技计划项目 (2013YN017); 云南农业大学农业入侵生物可持续控制研究省创新团队 (2011HC005)

作者简介: 咎庆安, 男, 1978 年生, 博士, 研究方向为昆虫生态学和害虫防治, E-mail: kmzqa@126.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: hongruizh@126.com

收稿日期 Received: 2016-06-02; 接受日期 Accepted: 2016-07-10

Malvaceae 次之, 有 14 种 (汪金蓉等, 2015)。2015 年 3 月 9 日在云南省发现茜草科 Rubiaceae 植物小粒咖啡 *Coffea arabica* L. 受害严重 (汪金蓉等, 2015)。

扶桑绵粉蚧在我国台湾、广东、广西、福建、浙江、江西、湖南、四川、云南、海南等省的部分地区均有报道为害 (徐卫等, 2009)。目前该虫在云南分布区域较少, 仅在红河州、保山市、德宏州、怒江州、楚雄州、西双版纳州有零星分布 (闫鹏飞等, 2013)。

扶桑棉粉蚧寄主植物广泛、繁殖能力强、体型小且为害隐蔽, 这给防治带来了很大困难。云南省边境地区植物产品流通频繁, 很容易造成该虫大面积入侵为害 (崔金杰等, 2010)。防治该虫时, 在加强植物检疫的基础上, 一经发现立即使用化学农药进行扑灭为一种行之有效的控制手段 (柳浩和陈永强, 2012)。本研究测定了常见 6 种杀虫剂对扶桑绵粉蚧若虫和成虫毒力, 并评价了防治效果, 为该虫防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

供试的 6 种药剂分别为 48% 毒死蜱乳油 (陶氏益农中国有限公司)、90% 灭多威可湿性粉剂 (江苏龙灯化学有限公司)、48% 多杀霉素悬浮剂 (陶氏益农中国有限公司)、40% 杀扑磷乳油 (永农生物科学有限公司)、1.8% 阿维菌素乳油 (河北威远生物化工股份有限公司)、48% 噻虫啉悬浮剂 (江西天人生态股份有限公司)。

1.2 供试虫源

扶桑绵粉蚧采自文山州富宁县, 原寄主为小驳骨 *Gendarussa vulgaris*, 在室内隔离饲养, 以扶桑枝条繁殖种群扩繁后代, 10 代后种群用作实验试虫。

1.3 试验方法

1.3.1 6 种农药对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定

用清水将 6 种药剂按等比稀释成所需要的浓度, 用移液枪吸取 1 mL 配好的药液滴入直径 3 cm 的指形管中, 转动指形管, 使药液在管内壁形成一层均匀的药膜, 待干后用于毒力测定。对照用清水处理。用毛笔挑选大小一致、健康的扶桑绵粉蚧各龄若虫, 分别转入药膜管中, 每个药膜管放置 30 头; 用封口膜封住管口, 置于人工气候箱内 (温度 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度为 $75\% \pm 1\%$ 、光周期

14 L:10 D)。每个药剂 5 个浓度, 每个浓度 3 次重复。将粉蚧置于药膜管内 24 h 后, 将其转移到培养皿 (直径 6 cm) 中的新鲜干净扶桑叶片上, 用保鲜膜封口并用针刺多个小通气孔, 置于温度为 $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 湿度为 $75\% \pm 1\%$, 光周期 14L:10D 的培养箱中进行培养, 48 h 后在体式镜下观察, 以毛笔触虫体, 虫体不动为死, 记录死亡数。

1.3.2 6 种农药对扶桑绵粉蚧的防治效果

试验地选择在扶桑绵粉发生严重的保山隆阳区潞江坝镇热带经济作物研究所试验地内杂草 (主要为苋科植物)。所选试验地实验前未使用任何防治病虫害的药剂。试验期间天气良好, 施药后 7 d 内无降水。

实验设计 7 个处理: CK (清水对照)、阿维菌素 EC800 倍液、毒死蜱 EC800 倍液、杀扑磷 EC1000 倍液、多杀霉素 SC700 倍液、噻虫啉 SC3000 倍液、灭多威 WP3500 倍液。每处理 3 小区, 共 21 个小区, 小区面积为 $2.5\text{ m} \times 3.5\text{ m}$ 。小区随机排列, 小区之间设保护行。每小区取样 3 点, 每点选 1 株生长良好的杂草为实验对象。施药前调查虫口基数, 施药后 1 d、3 d、5 d 和 7 d 定时定点调查防效, 调查记录虫口数量。

1.4 数据分析

观测数据在 SPSS 19.0 中处理, 扶桑绵粉蚧的虫口减退率和防效分别按照下列公式计算:

$$\text{虫口减退率}(\%) = \frac{\text{防前虫口数} - \text{防后虫口数}}{\text{防前虫口数}} \times 100$$

$$\text{校正防效}(\%) = \frac{\text{防治虫口减退率} - \text{对照虫口减退率}}{1 - \text{对照虫口减退率}} \times 100$$

室内毒力测定计算回归方程、相关系数 (R) 以及 95% 置信限 (贾春生, 2006)。

2 结果与分析

2.1 6 种药剂对扶桑绵粉蚧的毒力

2.1.1 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的毒力

各药剂对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的毒力测定结果如表 1 所示。6 种供试药剂中, 毒力最强的为杀扑磷, LC_{50} 为 0.1570 mL/L; 毒死蜱次之, 为 0.2398 mL/L; 灭多威、噻虫啉较高, 且相近, 分别为 0.3864 mL/L、0.3928 mL/L; 阿维菌素较低, 为 0.5708 mL/L; 毒力最弱的为多杀霉素, 其 LC_{50} 为 1.9135 mL/L。

表 1 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 1 龄若虫的触杀毒力
Table 1 Contact toxicity of 6 pesticides to 1st nymph *Phenacoccus solenopsis*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	相关系数 (R) Related coefficient	致死中浓度 (ml/L) Median lethal concentration LC ₅₀	95% 置信限 95% confidence interval
毒死蜱 Chlopyrifos	Y = 0.4011 + 0.6467x	0.9623	0.2398	0.1157 – 0.4609
灭多威 Methomyl	Y = 0.7609 + 0.8002x	0.9685	0.3864	0.3253 – 0.4542
杀扑磷 Methidathion	Y = 0.7252 + 0.9018x	0.9492	0.1570	0.1076 – 0.2206
噻虫啉 Thiachlopyrid	Y = 0.8158 + 2.0103x	0.9762	0.3928	0.3928 – 0.3352
多杀霉素 Spinosad	Y = -0.1934 + 0.6864x	0.9391	1.9135	0.9249 – 4.0807
阿维菌素 Abamectin	Y = 0.1168 + 0.4794x	0.9618	0.5708	0.3031 – 1.0462

2.1.2 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的毒力 灭多威和阿维菌素相近，分别为 0.6799 mL/L、
6 种供试药剂中，触杀作用最强的是毒死蜱， 0.7816 mL/L；噻虫啉和多杀霉素均较低，分别为
LC₅₀为 0.1709 mL/L；杀扑磷较强，为 0.3287 mL/L； 2.4901 mL/L、3.3641 mL/L (表 2)。

表 2 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 2 龄若虫的触杀毒力
Table 2 Contact toxicity of 6 pesticides to 2nd nymph *Phenacoccus solenopsis*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	相关系数 (R) Related coefficient	致死中浓度 (mL/L) Median lethal concentration LC ₅₀	95% 置信限 95% confidence interval
毒死蜱 Chlopyrifos	Y = 0.3754 + 0.4892x	0.9502	0.1709	0.0837 – 0.3158
灭多威 Methomyl	Y = 0.1656 + 0.9883x	0.9550	0.6799	0.4086 – 1.1128
杀扑磷 Methidathion	Y = 0.3754 + 0.7769x	0.9701	0.3287	0.2186 – 0.4859
噻虫啉 Thiachlopyrid	Y = -0.2956 + 0.7460x	0.9176	2.4901	1.7024 – 3.6916
多杀霉素 Spinosad	Y = -0.3270 + 0.6207x	0.9365	3.3641	1.5481 – 8.1636
阿维菌素 Abamectin	Y = 0.0634 + 0.5920x	0.9581	0.7816	0.4649 – 1.3046

2.1.3 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的毒力 噻虫啉与多杀霉素的毒力最差，其 LC₅₀ 分别为
药剂对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的毒力测定结果如表 9.43581 mL/L 和 14.6070 mL/L。6 种药剂对扶桑
3 所示。6 种供试药剂中，效果最好的为杀扑磷与灭 绵粉蚧 3 龄若虫的毒力大小顺序为杀扑磷 > 灭多
多威，LC₅₀ 分别为 0.4635 mL/L 和 0.9594 mL/L， 威 > 毒死蜱 > 阿维菌素 > 噻虫啉 > 多杀霉素。

表 3 6 种药剂对扶桑绵粉蚧 3 龄若虫的触杀毒力
Table 3 Contact toxicity of 6 pesticides to 3rd nymph *Phenacoccus solenopsis*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	相关系数 (R) Related coefficient	致死中浓度 (mL/L) Median lethal concentration LC ₅₀	95% 置信限 95% confidence interval
毒死蜱 Chlopyrifos	Y = -0.2903 + 0.6708x	0.9493	2.7083	1.5542 – 4.4907
灭多威 Methomyl	Y = 0.0185 + 1.0279x	0.9721	0.9594	0.7038 – 1.3119
杀扑磷 Methidathion	Y = 0.2822 + 0.8448x	0.9793	0.4635	0.3198 – 0.6702
噻虫啉 Thiachlopyrid	Y = -0.5299 + 0.5436x	0.9466	9.4358	5.5830 – 18.1877
多杀霉素 Spinosad	Y = -0.5744 + 0.4912x	0.9555	14.6070	8.0816 – 28.9808
阿维菌素 Abamectin	Y = -0.3094 + 0.6103x	0.9586	3.2133	1.4977 – 6.3943

2.1.4 6 种药剂对扶桑绵粉蚧成虫的毒力

药剂对扶桑绵粉蚧成虫的毒力测定结果如表 4 所示。6 种供试药剂中, 效果最好的为毒死蜱与灭多威, LC_{50} 分别为 2.3686 mL/L 和 2.5614 mL/L,

多杀霉素的毒力最差, 其 LC_{50} 为 233.5925 mL/L。

6 种药剂对扶桑绵粉蚧成虫的毒力大小顺序为毒死蜱 > 灭多威 > 杀扑磷 > 噻虫啉 > 阿维菌素 > 多杀霉素。

表 4 6 种药剂对扶桑绵粉蚧成虫的触杀毒力

Table 4 Contact toxicity of 6 pesticides to adult *Phenacoccus solenopsis*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	相关系数 (R) Related coefficient	致死中浓度 (mL/L) Median lethal concentration LC_{50}	95% 置信限 95% confidence interval
毒死蜱 Chlopyrifos	$Y = -0.2444 + 0.6527x$	0.9680	2.3686	1.3365 – 3.9705
灭多威 Methomyl	$Y = -0.3847 + 0.9418x$	0.9767	2.5614	1.6175 – 3.8982
杀扑磷 Methidathion	$Y = -0.3930 + 0.8137x$	0.9397	3.0410	1.6592 – 5.2412
噻虫啉 Thiacloprid	$Y = -0.9198 + 0.8464x$	0.9628	12.2102	8.1666 – 18.2107
多杀霉素 Spinosad	$Y = -1.1517 + 0.6403x$	0.9455	233.5925	130.3824 – 464.3656
阿维菌素 Abamectin	$Y = -0.8570 + 0.7453x$	0.9700	14.1223	8.5682 – 22.7872

室内毒力测定的结果表明, 此 6 种农药对扶桑绵粉蚧均有较好的毒杀作用。各药剂的 LC_{50} 均随着扶桑绵粉蚧的龄期的增大而增大, 表明同种药剂对扶桑绵粉蚧的低龄若虫的毒力较高, 而对高龄若虫的毒力较低; 在供试 6 种药剂中, 毒死蜱、灭多威、杀扑磷 3 种药剂的效果在各个龄期均表现较好, 噻虫啉、阿维菌素稍差于以上 3 种药剂, 最差的为多杀霉素, 但此 6 种农药均表现出了良好的杀伤能力。

2.2 6 种农药对扶桑绵粉蚧的防治效果

由表 5 可以看出, 施药后 1 d, 480 g/L 毒死蜱 EC、40% 杀扑磷 EC 与 90% 灭多威 WP 防效较好,

均达到 70% 以上, 且 3 种药剂的防效差异不显著; 1.8% 阿维菌素 EC 效果最差, 仅为 7.07%。施药后 3 d, 防效均在 40% 以上, 90% 灭多威 WP 的效果最好, 校正防效为 99.92%, 其次为 40% 杀扑磷 EC, 校正防效为 87.10%。施药后 5 d, 各处理的校正防效均有不同幅度的减小, 480 g/L 毒死蜱 EC 减少的最多, 比第 3 天时减少 25.43%, 校正防效最高的仍为 90% 灭多威 WP, 为 99.43%。施药后 7 d, 25 g/L 多杀霉素 SC 的校正防效仅为 7.17%, 校正防效在 50% 以上的仅有 40% 杀扑磷 EC 与 90% 灭多威 WP。

表 5 6 种药剂对扶桑绵粉蚧的校正防效 (平均数 ± 标准误) (%)

Table 5 Corrected control efficiency of 6 pesticides on *Phenacoccus solenopsis* in fields (Mean ± SE)

药剂名称 Pesticides	药后 1 d 1 day after treatment	药后 3 d 3 day after treatment	药后 5 d 5 day after treatment	药后 7 d 7 day after treatment
CK	0	0	0	0
1.8% 阿维菌素 EC Abamectin EC	7.07 ± 3.12 c	48.03 ± 2.86 c	44.44 ± 3.05 c	33.12 ± 3.25 c
480 g/L 毒死蜱 EC Chlopyrifos EC	74.23 ± 4.38 a	78.69 ± 3.96 a	53.26 ± 4.32 b	47.50 ± 3.98 b
40% 杀扑磷 EC Methidathion EC	90.70 ± 3.47 a	87.10 ± 4.33 a	63.56 ± 3.85 b	51.10 ± 3.92 b
25 g/L 多杀霉素 SC Spinosad SC	65.14 ± 3.22 b	60.72 ± 2.96 b	35.31 ± 3.18 d	7.17 ± 2.33 d
48% 噻虫啉 SC Thiacloprid SC	54.42 ± 3.88 b	48.47 ± 3.54 c	43.89 ± 3.63 c	35.57 ± 3.81 c
90% 灭多威 WP Methomyl WP	88.98 ± 2.62 a	99.92 ± 0.06 a	99.43 ± 0.55 a	96.45 ± 1.20 a

注: 小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。采用 LSD 法分析。Note: Different lowercase letters in the same columns indicate significant difference at $P < 0.05$ by LSD test.

3 结论与讨论

本文测定了毒死蜱、灭多威、杀扑磷、噻虫啉、多杀霉素、阿维菌素 6 种农药对扶桑绵粉蚧的田间防效及对各虫态的毒力。

毒力测定的结果表明, 此 6 种农药对扶桑绵粉蚧均有较好的毒杀作用。各药剂的 LC_{50} 均随着扶桑绵粉蚧龄期的增大而增大, 表明同种药剂对扶桑绵粉蚧的低龄若虫的毒力较高, 而对高龄若虫的毒力较低, 故而应在低龄高峰期用药, 以减少用药量。在供试的 6 种药剂中, 毒死蜱、灭多威、杀扑磷 3 种药剂的效果在各个龄期均较好, 噻虫啉、阿维菌素稍差, 最差的为多杀霉素。

扶桑绵粉蚧寄主植物广泛, 除经济作物外, 杂草也是其主要寄主植物 (Hodgson, 2008; Arif *et al.*, 2009; 周湾, 2012; 王前进, 2013), 杂草同时也是该虫的重要越冬寄主 (Saini *et al.*, 2009)。本研究在杂草上进行田间药效实验。实验结果表明, 90% 灭多威 WP 具有速效、残效期长的特点, 在第 3 天时达到 99.92%。其余药剂, 持效期均较短。由对照处理可以看出, 扶桑绵粉蚧的繁殖速度较快, 在 7 d 内就有 80.23% 的增长, 田间药效的结果, 亦可能是由于在施药后 3 d 内, 除 90% 灭多威 WP 处理组外, 其余处理的扶桑绵粉蚧虫口基数并未得到有效的控制, 其种群依然保持较快的增长造成的。

参考文献 (References)

- Arif MI, Rafiq M, Ghaffar A. Host plant of cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* a new menace to cotton agroecosystem of Punjab [J]. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2009, 11 (2): 163–167.
- Cui JJ, Luo JY, Zhang S, *et al.* The prevention and control of invasive insect *P. solenopsis* in cotton field [J]. *China Cotton*, 2010, 37 (2): 6–7. [崔金杰, 雒珺瑜, 张帅, 等. 棉田外来入侵害虫扶桑绵粉蚧的防治 [J]. 中国棉花, 2010, 37 (2): 6–7]
- Hodgson C, Abbas G, Arif MJ, *et al.* *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation [J]. *Zootaxa*, 2008, 1913: 1–35.
- Jia CS. Calculating LC_{50} of insecticides with software SPSS [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2006, 43 (3): 414–417. [贾春生. 利用 SPSS 软件计算杀虫剂的 LC_{50} [J]. 昆虫知识, 2006, 43 (3): 414–417]
- Liu H, Chen YQ. Research progress on biological characteristics of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and its control [J]. *China Plant Protection*, 2012, 32 (5): 12–15. [柳浩, 陈永强. 扶桑棉粉介生物学特性及防治的研究现状 [J]. 中国植导刊, 2012, 32 (5): 12–15]
- Saini RK, Ram P, Sharma SS, *et al.* Mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and its survival in cotton ecosystem in Haryana. In: Proc. National Symposium on Bt – cotton: Opportunities and Prospects. Central Institute for Cotton Research [C]. Nagpur. 2009, 102–103.
- Wang JR, Li DQ, Xiong SH, *et al.* The host of *Phenacoccus solenopsis* in china mainland and a new record of Rubiaceae host [J]. *Plant Quarantine*, 2015, 29 (6): 27–31. [汪金蓉, 李德强, 熊世海, 等. 扶桑绵粉蚧中国大陆寄主植物及一种茜草科寄主新记录 [J]. 植物检疫, 2015, 29 (6): 27–31]
- Wang L, Yang XZ. The biological character, damage and management of *solenopsis* mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2010, 32 (4): 561–564. [王琳, 杨晓朱. 入侵害虫扶桑绵粉蚧生物学、危害及防治技术 [J]. 环境昆虫学报, 2010, 32 (4): 561–564]
- Wang QJ, Gao Y, Chen T, *et al.* Studies on fitness and potential hazard of the invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on five species of plants [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2013, 35 (6): 699–706. [王前进, 高燕, 陈婷, 等. 5 种植物上扶桑绵粉蚧的适生性及其潜在为害分析 [J]. 环境昆虫学报, 2013, 35 (6): 699–706]
- Wu SA, Zhang RZ. A new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis*, threatening seriously to cotton production [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 46 (1): 159–162. [武三安, 张润志. 威胁棉花生产的外来入侵新害虫 – 扶桑绵粉蚧 [J]. 昆虫知识, 2009, 46 (1): 159–162]
- Xu W, Fu HB, Long QH, *et al.* The pest, *Phenacoccus solenopsis*, was discovered in Hainan Province [J]. *Plant Quarantine*, 2009, 23 (5): 33. [徐卫, 付海滨, 龙琼华, 等. 海南省发现有有害生物 – 扶桑绵粉蚧 [J]. 植物检疫, 2009, 23 (5): 33]
- Yan PF, Sun YX, Li ZY, *et al.* Distribution and damage of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in Yunan Province [J]. *Journal of Biosafety*, 2013, 22 (4): 237–241. [闫鹏飞, 孙跃先, 李正跃, 等. 云南省扶桑绵粉蚧的分布和危害 [J]. 生物安全学报, 2013, 22 (4): 237–241]
- Zhou W, Lin YB, Xu FX, *et al.* Investigation of distribution and damage of *Phenacoccus solenopsis* in Zhejiang Province [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2010, 47 (6): 1231–1235. [周湾, 林云彪, 许凤仙, 等. 浙江省扶桑绵粉蚧分布危害调查 [J]. 昆虫知识, 2010, 47 (6): 1231–1235]
- Zhou W, Wang DZ, Qiu ZL, *et al.* Host plants of *Phenacoccus solenopsis* in Zhejiang Province and its occurrence characters [J]. *Plant Protection*, 2012, 38 (2): 152–155. [周湾, 王道泽, 仇智灵, 等. 扶桑绵粉蚧在浙江的寄主植物与发生特点 [J]. 植物保护, 2012, 38 (2): 152–155]