

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.04.14

常用药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的毒力测定 及对天敌的影响

方天松¹, 余海滨¹, 陈 坚², 叶秋慧³, 潘志萍^{4*}

(1. 广东省林业有害生物防治检疫管理办公室, 广州 510173; 2. 华南农业大学农学院, 广州 510640; 3. 广东省龙眼洞林场, 广州 510173;
4. 广东省生物资源应用研究所, 广东省农业害虫综合治理重点实验室, 广东省野生动物保护与利用公共实验室, 广州 510260)

摘要: 为筛选防治扶桑绵粉蚧的理想药剂及减少药剂对天敌的影响, 本文采用浸渍法测定了5种药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的药效试验及对班氏跳小蜂的影响, 结果表明, 药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的致死作用与浓度成正比, 即浓度越高杀虫效果越好。5种药剂中, 吡虫啉与高效氯氟菊酯防治扶桑绵粉蚧速效、效果好, 能较好地控制扶桑绵粉蚧的危害; 而印楝素和阿维菌素药效持续性明显好于化学药剂。班氏跳小蜂在此基础上筛选出的10%吡虫啉与0.3%印楝素具有更高的敏感性, 24 h对吡虫啉的 LC_{50} 为17.80mg/L; 对印楝素的 LC_{50} 为17.80mg/L。吡虫啉、印楝素均作为防治扶桑绵粉蚧的备选药剂, 并推荐印楝素可作为扶桑绵粉蚧绿色防治的首选药剂。

关键词: 扶桑绵粉蚧; 班氏跳小蜂; 校正死亡率; 毒力; 影响

中图分类号: Q968.1; S476

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 04-0755-06

Toxicities of various pesticides commonly to *Phenacoccus solenopsis* Tinsley female adults and its influence on its natural enemies

FANG Tian-Song¹, YU Hai-Bin¹, CHEN Jian², YE Qiu-Hui³, PAN Zhi-Ping^{4*} (1. Forestry Pest Control and Quarantine Management Office of Guangdong Province, Guangzhou 510173, China; 2. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China; 3. Guangdong Long-yan-dong Forest Farm, Guangzhou 510640, China; 4. Guangdong Key Laboratory of Integrated Pest Management in Agriculture, Guangdong Public Laboratory of Wild Animal Conservation and Utilization, Guangdong Institute of Applied Biological Resources, Guangzhou 510260, China)

Abstract: For screening ideal insecticides for control of *P. solenopsis* and reduce the influence of medicament on natural enemies, toxicities of various pesticides commonly to *P. solenopsis* female adults and influence on its natural enemies were determined with leaf dipping method. The results showed that the lethal effect of five kinds of pesticides on the female adults of *P. solenopsis* was proportional to pesticide concentration, namely, when the concentration was higher, the effect was better. Imidacloprid and λ -Cyhalothrin had much better effect than the others, available to *P. Solenopsis* and had better controlled its harm; The effect of Azadirachtin and Avermectin were longer-lasting than other three pesticides and efficacy continued in chemicals. Based on screening of 10% Imidacloprid and 0.3% Azadirachtin, *Aenasius bambawalei* Hayat had higher sensitivity to the pesticides, 24 h, LC_{50} of imidacloprid for 17.80mg/L; LC_{50} of azadirachtin for 17.80mg/L. Therefore, Imidacloprid and Azadirachtin could be referenced pesticides in *P. solenopsis* control, and Azadirachtin should be the first choice.

Key words: *Phenacoccus solenopsis* Tinsley; *Aenasius bambawalei* Hayat; corrected mortality; toxicities; effect

基金项目: 广东省林业科技创新专项资金项目 (2013KJCX015-03)

作者简介: 方天松, 男, 高级工程师, 从事林业病虫害研究, E-mail: 364483214@qq.com

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

收稿时间 Received: 2016-06-05; 接受时间 Accepted: 2016-07-10

扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* Tinsley 是近几年发现的入侵我国的刺吸式害虫,具有繁殖能力强、扩散迅速、危害严重的特点(余海滨等, 2015)。已有研究显示,扶桑绵粉蚧繁殖能力强,在短时间内种群数量能迅速增长并暴发成灾,在世界范围内具有广泛的潜在发生区域(Fand *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2010)。其寄主范围广,可危害锦葵科、茄科、菊科和葫芦科等 53 科 154 种植物,主要以若虫和雌成虫取食作物,导致作物长势衰弱、生长缓慢或停止、落叶落花等,严重时作物整株死亡。本文采用浸渍法测定 5 种药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫进行毒力研究,并测定在此基础上筛选出来的两种药剂对其天敌寄生蜂——班氏跳小蜂 *Aenasius bambawalei* Hayat 的影响,明确各类药剂对扶桑绵粉蚧的防治效果及其对其天敌的影响,为利用化学防治扶桑绵粉蚧提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

扶桑绵粉蚧于 2014 年 6 月采自广州扶桑上,将扶桑绵粉蚧低龄若虫接种到扶桑上,并置于室温 23℃–28℃、相对湿度 45%–60%、光周期为 L12:D12 的养虫室培养,采用靠接法进行饲养至下一世代,通过人工剔除,选取发育基本一致的扶桑绵粉蚧雌成虫为供试昆虫。

班氏跳小蜂采自上述地方。待发育至蛹期,将其挑出至指形瓶内,单头培养。羽化后供以 5% 蜂蜜水喂食,24 h 后供试。

1.2 供试药剂及来源

10% 吡虫啉可湿性粉剂(江苏省江阴市农药二厂有限公司)、48% 毒死蜱乳油(美国陶氏益农公司)、0.3% 印楝素乳油(海南利蒙特生物农药有限公司)、1.8% 阿维菌素乳油(浙江钱江生物化学股份有限公司)、5% 高效氯氰菊酯水乳剂(江苏剑牌农化股份有限公司)

1.3 试验方法

1.3.1 5 种药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的毒力测定

选取大小一致的叶片,用毛笔尖剔除其它虫态的扶桑绵粉蚧,保留健康、龄期一致的供试昆虫(雌成虫),挑入直径 9 cm 培养皿,采用浸渍法(梁巧丽等, 2014),用镊子夹住带粉蚧的叶片浸入药液中 10 s,取出后用吸水纸吸去叶片上的药

液,稍加晾干后再移入铺有滤纸的培养皿中,用带有小孔的保鲜膜封口,每皿 30–50 头,然后置于温度 27℃ ± 1℃、相对湿度为 60% ± 10%、光周期为 L12:D12 的人工气候箱中饲养,分别于 1 d、3 d、7 d 观察、记录粉蚧死亡数量。死亡判定标准为虫体体色暗黑、干瘪或用毛笔轻碰虫体无任何反应视为死亡。试验重复 3 次,并设清水对照。

1.3.2 药剂对班氏跳小蜂成虫的影响

在 1.3.1 测定结果上,选取两种对扶桑绵粉蚧防治效果较好的药剂,并测定了其班氏跳小蜂成虫的影响。采用浸渍法(梁巧丽等, 2014),选取大小一致的叶片,用镊子夹住叶片浸入药液中 10 s,取出后用吸水纸吸去叶片上的药液,稍加晾干,24 h 后放底部铺有湿润的沾有 5% 蜂蜜水滤纸的锥形瓶中,接入 10 头刚羽化 1 d 的班氏跳小蜂(♀:♂ = 1:1),用带有小孔的保鲜膜封口,对照用清水处理,操作同上。然后置于温度 27℃ ± 1℃、相对湿度为 60% ± 10%、光周期为 L12:D12 的人工气候箱中培养,分别于 24 h、48 h 观察、记录班氏跳小蜂的死亡数量。

1.3.3 计算方法

毒力回归方程、致死中浓度 LC_{50} 及其 95% 置信度、相关系数等参数采用 Excel 计算(张志祥等, 2002)。不同药剂处理扶桑绵粉蚧死亡率差异显著性分析采用 SPSS 19.0 软件。

校正死亡率(%) = (对照组生存率 – 处理组生存率) / 对照组生存率 × 100

2 结果与分析

2.1 药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的防治效果

5 种药剂采用浸渍法 1 d、3 d、7 d 后,扶桑绵粉蚧雌成虫的死亡率均随着质量浓度升高而逐渐增大(见表 1)。除 0.3% 印楝素和 1.8% 阿维菌素外,均对扶桑绵粉蚧雌成虫具有良好的触杀致死作用,其中在速杀效果方面,10% 吡虫啉与 5% 高效氯氰菊酯对扶桑绵粉蚧的防治效果显著高于其它 3 种药剂,能较好地控制扶桑绵粉蚧的危害;在田间推荐浓度为 154.3 mg/L (1000 倍)时,施药 1 d 后雌成虫死亡率可达 90% 以上,1 d、3 d、7 d 后的雌成虫死亡率差异不显著。随着时间推移,印楝素和阿维菌素作用慢慢显现,1 d、3 d、7 d 后的雌成虫死亡率差异显著,见效较慢,相对持效期也较长。

表 1 5 种药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的室内防治效果
Table 1 Control efficiency of five insecticides on female adults of *Phenacoccus solenopsis* in the laboratory

药剂 Insecticides	浓度 (mg/L) Concentration	校正死亡率 (%) Corrected mortality		
		1 d	3 d	7 d
10% 吡虫啉 10% Imidacloprid	154. 3	93. 33 ± 1. 93 a	96. 56 ± 0. 80 a	97. 89 ± 2. 02 a
	77. 15	84. 66 ± 2. 00 a	87. 44 ± 1. 42 a	90. 83 ± 0. 86 a
	38. 57	74. 74 ± 1. 01 a	78. 50 ± 1. 17 a	78. 50 ± 2. 90 a
	25. 72	51. 75 ± 1. 90 a	56. 78 ± 0. 26 a	57. 50 ± 3. 69 a
	19. 29	27. 78 ± 1. 11 a	30. 18 ± 1. 04 a	36. 67 ± 1. 48 b
5% 高效氯氟氰菊酯 5% λ - Cyhalothrin	31. 25	94. 50 ± 1. 96 a	99. 11 ± 0. 59 ab	100. 00 ± 0 ab
	15. 63	83. 52 ± 2. 31 a	94. 00 ± 2. 09 b	95. 72 ± 2. 23 b
	10. 42	55. 00 ± 2. 55 a	65. 14 ± 4. 04 ab	65. 82 ± 0. 72 b
	7. 81	26. 04 ± 1. 50 a	44. 00 ± 1. 41 b	46. 56 ± 7. 04 b
	5. 21	15. 44 ± 1. 61 a	26. 44 ± 1. 63 b	27. 00 ± 1. 33 b
48% 毒死蜱 48% Chlorpyrifos	1342. 08	84. 40 ± 1. 59 a	90. 82 ± 1. 60 b	93. 43 ± 0. 83 b
	838. 80	78. 44 ± 1. 06 a	81. 98 ± 2. 32 a	84. 45 ± 1. 79 a
	671. 04	52. 26 ± 0. 94 a	56. 74 ± 1. 06 b	60. 34 ± 0. 72 b
	335. 52	33. 36 ± 0. 84 a	36. 23 ± 1. 05 ab	39. 39 ± 2. 26 ab
	223. 68	10. 71 ± 0. 65 a	15. 21 ± 0. 52 b	18. 27 ± 0. 96 c
0. 3% 印楝素 0. 3% Aadirachtin	9. 08	12. 88 ± 0. 98 a	44. 88 ± 1. 50 b	96. 11 ± 1. 55 c
	4. 54	11. 45 ± 1. 61 a	34. 22 ± 1. 85 b	83. 60 ± 1. 84 c
	3. 03	8. 89 ± 0. 40 a	20. 64 ± 1. 04 b	74. 90 ± 0. 77 c
	2. 27	4. 42 ± 0. 58 a	13. 49 ± 0. 74 b	62. 54 ± 2. 80 c
	1. 51	0 a	10. 27 ± 0. 45 b	37. 00 ± 2. 33 c
1. 8% 阿维菌素 1. 8% Abamectin	41. 76	68. 77 ± 1. 08 a	76. 00 ± 2. 34 b	81. 78 ± 1. 57 b
	20. 88	54. 67 ± 2. 14 a	62. 76 ± 3. 42 a	66. 21 ± 3. 21 a
	13. 92	45. 02 ± 1. 26 a	51. 22 ± 1. 56 ab	56. 72 ± 2. 41 b
	10. 44	30. 39 ± 0. 64 a	39. 28 ± 2. 00 b	46. 67 ± 1. 15 b
	6. 96	16. 24 ± 0. 61 a	22. 11 ± 1. 79 a	25. 32 ± 3. 99 a

注：表中的数值为平均值 ± 标准差，经 Duncan’s 新复极差测验分析，同列中具有相同小写字母表示在 0. 05 水平上差异不显著。Note: Data expressed as mean ± SD; Mortality values in the same column with same low case letter indicate no significant at level of 0. 05 , Duncan’s new multiple rang test.

2.2 浸渍法测定 5 种药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫 LC₅₀

通过毒力回归方程及 LC₅₀ 等的计算可知，不同药剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的防治效果是有不同程度的差异。以 1 d 后效果来看，阿维菌素最强，其 LC₅₀ 为 4. 81 mg/L，而毒死蜱最差，LC₅₀ 为

617. 55 mg/L。处理 3 d 对扶桑绵粉蚧的 LC₅₀ 由小到大均依次为阿维菌、印楝素、高效氯氟菊酯、吡虫啉和毒死蜱分别为 3. 80、9. 98、8. 20、25. 65 和 552. 51 mg/L。以 7 d 后效果来看，0. 3% 印楝素毒杀力最强，其 LC₅₀ 为 2. 03 mg/L，其次是 1. 8% 阿维菌素，LC₅₀ 值为 3. 37 mg/L，再次是 5%

高效氯氰菊酯与 10% 吡虫啉, 而毒死蜱最差, LC_{50} 为 496.74 mg/L。吡虫啉在 3 个处理时间 LC_{50} 基本一致, 处理时间对毒力无影响。而印楝素和

阿维菌素不同处理时间 LC_{50} 相差甚远, 处理时间对毒力影响明显。这与药剂杀虫机制有关。

表 2 浸渍法测定 5 种杀虫剂对扶桑绵粉蚧雌成虫 LC_{50}

Table 2 LC_{50} of five insecticides on *Phenacoccus solenopsis* on female adults with leaf dipping method

药剂 Insecticides	天数 (d)	毒力回归方程	LC_{50} (mg/L)	95% 置信限 (mg/L)	相关系数 (R)
10% 吡虫啉 10% Imidacloprid	1	$Y = 1.78 + 2.22x$	28.28	23.87 – 33.51	0.9569
	3	$Y = 1.54 + 2.45x$	25.64	21.59 – 30.44	0.9696
	7	$Y = 1.50 + 2.54x$	23.94	20.04 – 28.59	0.9865
5% 高效氯氰菊酯 5% λ -Cyhalothrin	1	$Y = 1.03 + 3.84x$	10.85	9.98 – 11.80	0.9810
	3	$Y = 1.18 + 4.18x$	8.20	7.46 – 9.03	0.9824
	7	—	—	—	—
48% 毒死蜱 48% Chlorpyrifos	1	$Y = -4.60 + 3.44x$	617.55	563.88 – 767.32	0.9659
	3	$Y = -4.21 + 3.36x$	552.51	503.92 – 605.78	0.9805
	7	$Y = -4.10 + 3.75x$	496.74	452.00 – 545.91	0.9844
0.3% 印楝素 0.3% Aadirachtin	1	—	—	—	—
	3	$Y = 2.98 + 2.02x$	9.98	7.25 – 13.75	0.9792
	7	$Y = 4.14 + 2.80x$	2.03	1.75 – 2.36	0.9820
1.8% 阿维菌素 1.8% Abamectin	1	$Y = 3.61 + 2.03x$	4.81	4.08 – 5.67	0.9675
	3	$Y = 3.79 + 2.09x$	3.80	3.32 – 4.37	0.9757
	7	$Y = 3.86 + 2.09x$	3.37	2.96 – 3.84	0.9633

2.3 班氏跳小蜂成虫对药剂的敏感性

在 2.1 试验结果的基础上, 结合药剂作用机理与毒性, 测定了班氏跳小蜂成虫对吡虫啉和印楝素的敏感程度。结果表明, 在相同浓度下, 吡虫啉浓度为 25.72 mg/L 时, 24 h 后班氏跳小蜂校正死亡率为 80.00%, 而扶桑绵粉蚧雌成虫校正死

亡率仅为 51.75%; 同样, 印楝素浓度为 3.03 mg/L 时, 24 h 后班氏跳小蜂校正死亡率为 43.33%, 而扶桑绵粉蚧雌成虫校正死亡率为 8.89%。可见, 班氏跳小蜂成虫比扶桑绵粉蚧对药剂更为敏感, 结果见表 3。

表 3 班氏跳小蜂成虫对 2 种药剂的敏感性测定结果

Table 3 The results of sensitivity to 2 insecticides on adults of *Aenasius bambawalei*

药剂 Insecticides	浓度 (mg/L) Concentration	校正死亡率 (%) Corrected mortality	
		24 h	48 h
10% 吡虫啉 10% Imidacloprid	25.72	80.00 ± 6.67	93.33 ± 6.67
	19.29	53.33 ± 3.33	56.67 ± 3.33
	15.43	46.67 ± 6.67	40.00 ± 6.67
	12.86	23.33 ± 6.67	23.33 ± 6.67
	10.29	6.67 ± 3.33	10.00 ± 3.33

续上表

药剂 Insecticides	浓度 (mg/L) Concentration	校正死亡率 (%) Corrected mortality	
		24 h	48 h
0.3% 印楝素 0.3% Aadirachtin	3.03	43.33 ± 6.67	86.67 ± 6.67
	2.27	33.33 ± 3.33	80.00 ± 6.67
	1.51	26.67 ± 6.67	60.00 ± 3.33
	0.91	20.00 ± 3.33	50.00 ± 6.67
	0.57	10.00 ± 3.33	16.67 ± 3.33

2.2 浸渍法测定 2 种药剂对班氏跳小蜂雌成虫 LC₅₀
通过测定, 结果表明 (见表 4), 吡虫啉对班氏跳小蜂来说, 24 h 后对 LC₅₀ 为 17.80 mg/L , 48 h 后略下降, 为 17.80 mg/L。同样, 印楝素对班氏跳小蜂来说, 24 h 后对 LC₅₀ 为 4.13 mg/L , 48 h 后下降更为明显, LC₅₀ 只有原来的 1/3 , 为 1.13 mg/L。

表 4 浸渍法测定 2 种药剂对班氏跳小蜂成虫 LC₅₀
Table 4 LC₅₀ of two insecticides on *Aenasius bambawalei* with leaf dipping method

药剂 Insecticides	天数 (h)	毒力回归方程	LC ₅₀ (mg/L)	95% 置信限 (mg/L)	相关系数 (R)
10% 吡虫啉	24	Y = - 3.03 + 5.62x	17.80	16.13 - 19.65	0.9810
10% Imidacloprid	48	Y = - 3.21 + 6.73x	16.55	15.27 - 19.73	0.9844
0.3% 印楝素	24	Y = 4.12 + 1.42x	4.13	1.94 - 8.80	0.9886
0.3% Aadirachtin	48	Y = 4.85 + 2.71x	1.13	0.92 - 1.38	0.9803

3 结论与讨论

本研究所选用的 5 种药剂中, 10% 吡虫啉、5% 高效氯氟菊酯、0.3% 印楝素和 1.8% 阿维菌素对扶桑绵粉蚧均有较强的防治效果, 而毒死蜱作用机理是胃毒, 由于采用浸渍法直接作用于体壁, 因此作用效果比较差。由于扶桑绵粉蚧是刺吸式口器昆虫, 内吸性农药应对其有较好的防治效果, 因此吡虫啉这类药剂对扶桑绵粉蚧具有较好的防治效果。因此, 综合本试验结果, 吡虫啉和印楝素可以作为防治扶桑绵粉蚧的备选药剂, 其中植物源药剂印楝素可作为扶桑绵粉蚧绿色防治的首选药剂。

研究表明, 48% 毒死蜱 LC₅₀ 为 671.04 mg/L (1000 倍) 时在 7 d 后的死亡率为 60.34% , 这与陈军等 (2010) 研究的 1000 倍条件下 7 d 后防效达 85.33% 效果不同; 0.3% 印楝素 LC₅₀ 为 4.54 mg/L (1000 倍) 时在 7 d 后的死亡率为 83.60% , 这与丁吉同等 (2010) 研究的 1000 倍条件下 7 d 后防效达 96.70% 有差异, 推测这可能

是由于扶桑绵粉蚧对这些药剂已经产生了部分抗药性。

生物防治是害虫防治的重要组成部分。然而, 田间用于害虫防治的杀虫剂大多对非靶标节肢动物包括寄生蜂具有很高的毒性 (Wu *et al.* , 2007) 。因此评价药剂对班氏跳小蜂的影响, 进而筛选出对扶桑绵粉蚧毒力高、防效好且对寄生蜂毒性低的药剂具有重要意义。本研究探讨了 2 种药剂对班氏跳小蜂成蜂的影响, 对指导扶桑绵粉蚧防治并保护其寄生蜂有一定的指导意义。但因考查指标较少、评价方法单一, 并且未进行田间试验验证等, 尚不能全面地反映出 2 种农药对该蜂的安全性。还应开展这些药剂在亚致死剂量条件下对班氏跳小蜂发育与繁殖的影响, 以评价其慢性毒性。

本次试验是在室内进行, 与田间试验相比有很大的局限性, 试验结果只能作为田间防治的参考药剂。在扶桑绵粉蚧高发期使用药剂进行田间防治, 能在一定程度上抑制虫口的高峰期出现, 使虫口迅速下降, 减轻危害。但刚孵化的若虫通常聚集在雌蚧分泌的厚厚的蜡包内, 而涌散的若

虫身上亦有 1 层蜡粉, 在进行化学药剂防治时, 可能出现药剂对蜡包的穿透力不强, 不能渗透到蜡包内导致防治效果不理想的现象。因此, 药剂的使用必须借助良好的渗透作用的助剂, 才能发挥药效 (马骏等, 2010)。同时为保护天敌, 应减少高毒药剂的使用次数, 选择与植物源药剂交替使用, 同时还应尽量避免在寄生蜂种群数量上升阶段使用, 以避免造成对寄生蜂的大量杀伤。

参考文献 (References)

- Yu HB, Liang WX, Fang TS, *et al.* Investigation of damage and its natural enemies of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on garden plants in Guangdong Province [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2015, 37 (5): 1109–1112. [余海滨, 梁伟莎, 方天松, 等. 广东省扶桑绵粉蚧对园林植物为害及天敌的调查 [J]. 环境昆虫学报, 2015, 37 (5): 1109–1112]
- Fand BB, Gautam RD, Chander S, *et al.* Life table analysis of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) under laboratory conditions [J]. *Journal of Entomological Research*, 2010, 34 (2): 175–179.
- Wang YP, Watson GW, Zhang RZ. The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia [J]. *Agric. Forest Entomol.*, 2010, 12 (4): 403–416.
- Arif MI, Rafiq M, Ghaffa RA. 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.
- Zhang ZX, Xu HH, Cheng DM. Calculating toxicity regression with EXCEL [J]. *Entomological Knowledge*, 2002, 39 (1): 67–70. [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]
- Liang QL, Lu YY, Liang GW. Toxicities of 4 neonicotinoid insecticides to *Phenacoccus solenopsis* by 3 bioassay methods [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2014, 35 (4): 61–66. [梁巧丽, 陆永跃, 梁广文. 应用 3 种方法评价 4 种新烟碱类杀虫剂对棉花粉蚧的毒力 [J]. 华南农业大学学报, 2014, 35 (4): 61–66]
- Hu XN, Ma J, Zhou JY, *et al.* Laboratory toxicity of six chemical insecticides to *Phenacoccus solenopsis* [J]. [胡学难, 马骏, 周健勇. 6 种化学农药及其复配对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定 [J]. 植物检疫, 24 (3): 26–28]
- Ding JY, Adil • Shatar, Hu CZ. Determination on indoor toxicity of seven kinds of insecticide to adults of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley [J]. *Journal of Xinjiang Agricultural University*, 2013, 36 (6): 484–488. [丁吉同, 阿地力 • 沙塔尔, 胡成志. 7 种药剂对扶桑绵粉蚧的室内毒力测定 [J]. 新疆农业学报, 2013, 36 (6): 484–488]
- Chen J, Guo YH, Huang HZ, *et al.* Control effect of five fungicides on new invasion pest, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley [J]. *Guangxi Plant Protection*, 23 (3): 22–25. [陈军, 郭跃华, 黄河征, 等. 5 种药剂对入侵新害虫扶桑绵粉蚧的防治效果 [J]. 广西植保, 23 (3): 22–25]
- Wu G, Miyata T, Kang CY, *et al.* Insecticide toxicity and synergism by enzyme inhibitors in 18 species of pest insect and natural enemies in crucifer vegetable crops [J]. *Pest Management Science*, 2007, 63 (5): 500–510.