

5 种杀虫剂对木槿曼粉蚧的室内毒力测定

张 萌<sup>1</sup>, 崔 娟<sup>2</sup>, 刘丹竹<sup>2</sup>, 史树森<sup>2</sup>

(1. 长春市农业科学院, 吉林 长春 130111; 2. 吉林农业大学 农学院/大豆区域技术创新中心, 吉林 长春 130118)

**摘要:**木槿曼粉蚧是我国南方大豆上的新害虫, 为探讨其化学防控技术, 在试验室条件下采用浸叶法测定了毒死蜱、氧乐果、杀扑磷、阿维菌素和啉虫脒对木槿曼粉蚧各龄若虫及雌成虫的毒力。结果显示: 不同虫态的木槿曼粉蚧对供试药剂的敏感度有所差异。毒死蜱对木槿曼粉蚧 1 龄、3 龄若虫的防治效果最好,  $LC_{50}$  分别为 0. 111 9 和 0. 568 1  $mg \cdot L^{-1}$ 。杀扑磷对 2 龄若虫的防治效果最好,  $LC_{50}$  值为 0. 212 6  $mg \cdot L^{-1}$ 。阿维菌素对雌成虫的防治效果最好,  $LC_{50}$  值为 11. 426 2  $mg \cdot L^{-1}$ 。化学防治木槿曼粉蚧的最佳时期是 1 龄若虫期, 总体防治效果最好的是毒死蜱和杀扑磷。

**关键词:**木槿曼粉蚧; 化学防治; 毒力测定

**中图分类号:**S435. 651      **文献标识码:**A      **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2017. 05. 0774

The Toxicity Test of Five Insecticides to *Maconellicoccus hirsutus*

ZHANG Meng<sup>1</sup>, CUI Juan<sup>2</sup>, LIU Dan-zhu<sup>2</sup>, SHI Shu-sen<sup>2</sup>

(1. Changchun Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130111, China; 2. Agricultural College of Jilin Agricultural University/Innovation Center of Soybean Region Technology, Changchun 130118, China)

**Abstract:** *Maconellicoccus hirsutus* (Green) was a new pest of soybean in Southern China. The toxicity of Chlorpyrifos, Omethoate, Methidathion, Abamectin and Acetamiprid to different instar nymphs and adult female of *Maconellicoccus hirsutus* were measured by using leaf dipping method under the laboratory conditions to study the chemical prevention and control technology. The results showed that the sensitivity to the five insecticides was different. Chlorpyrifos had the best control effect on first and third instar nymphy, the  $LC_{50}$  values were 0. 111 9 and 0. 568 1  $mg \cdot L^{-1}$ , respectively. Methidathion had the best control effect on second instar nymphy, the  $LC_{50}$  value was 0. 212 6  $mg \cdot L^{-1}$ . Abamectin had the best control effect on female adult, the  $LC_{50}$  value was 11. 426 2  $mg \cdot L^{-1}$ . The 1st instar nymph period was the best time to control the pest and the Chlorpyrifos and Methidathion had better effect.

**Keywords:** *Maconellicoccus hirsutus*; Chemical control; Toxicity test

木槿曼粉蚧 *Maconellicoccus hirsutus* (Green), 英文名称 pink hibiscus mealybug, 属于昆虫纲 Insecta, 半翅目 Hemiptera, 蚧壳虫总科 Coccoidea, 粉蚧科 Pseudococcidae, 是一种多食性刺吸类害虫, 为害至少 76 属 200 种作物和环境植物<sup>[1]</sup>。在印度, 该虫导致棉花、玫瑰茄、大麻槿、苕麻、葡萄、桑树、木豆和滇刺枣及一些观赏木本植物经济损失<sup>[2-7]</sup>。在美国, 由于缺乏防控措施, 该害虫每年造成的经济损失达 7. 5 亿美元, 估计在全球范围损失高达 50 亿美元<sup>[8]</sup>。在我国华南麻区, 木槿曼粉蚧作为优势种, 严重影响了红麻的生长发育, 并且造成了种子、纤维的产量和质量大幅度下降, 特别是对红麻蕾、花和蒴果的影响十分大, 种子一般减产 20% 左右, 严重的损失达 50% 以上, 甚至造成了失收, 该虫已成为我国红麻纤维和种子优质高产的重大障碍<sup>[9]</sup>。木槿曼粉蚧也是台湾柑橘的重要害虫<sup>[10]</sup>。美国等西方国家将该虫列为检疫性害虫<sup>[11]</sup>, 阻碍了我国农产品的出口。

国外曾尝试通过释放 4 种寄生蜂 *Anagyrus kamali* Moursi, *Gyranoidea indica* Shafee, Alam & Agarwal 和 *Allotropa sp. nr. Mecrida* 来防治木槿曼粉蚧, 但防治效果不佳<sup>[12]</sup>。还有学者通过研究卡玛长索跳小蜂 *A. kamali* 对木槿曼粉蚧产卵的免疫反应, 发现卡玛长索跳小蜂对防治木槿曼粉蚧有一定效果<sup>[13]</sup>。热带植物 *Balanites aegyptiaca* (L) Del. 的提取物也有被用来探索防治木槿曼粉蚧的可能<sup>[14]</sup>。蒋瑞鑫等<sup>[15]</sup>介绍了国内外近几十年来对孟氏隐唇瓢虫在生活史、行为、抗药性以及生物防治等方面的研究概况, 其作为木槿曼粉蚧的捕食性天敌曾被专家建议引入格林纳达岛和瓜德罗普等地中海地区, 用以防治给当地农作物造成严重危害的木槿曼粉蚧<sup>[16-17]</sup>。国外学者对于木槿曼粉蚧的防治研究均为生物防治, 防治效果均不理想, 而国内外尚未有对该虫进行化学防治的研究报道。木槿曼粉蚧以若虫和雌成虫为害大豆叶片、茎和嫩荚, 造成皱缩、褪绿甚至枯萎死亡, 严重影响大豆生长发育<sup>[18]</sup>,

收稿日期: 2017-07-10  
基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-04-PS16)。  
第一作者简介: 张萌 (1989 - ), 女, 硕士, 研究实习员, 主要从事农作物害虫综合治理研究。E-mail: 705412982@qq.com。  
通讯作者: 史树森 (1963 - ), 男, 教授, 博导, 主要从事农业害虫综合治理与昆虫资源利用研究。E-mail: sss-63@263.net。

且该虫繁殖力强、种群密度大,生活史复杂,对其防治比较困难,极易爆发成灾<sup>[19]</sup>,这对我国南方大豆安全生产构成威胁。目前,化学防治仍然是农业生产上有效防控蚧壳虫类害虫的主要技术措施。进行杀虫剂对防治对象的毒力测定是了解害虫对不同药剂敏感性的有效方法。为探讨应急化学防控技术,本试验采用浸叶法,对毒死蜱、氧乐果、杀扑磷、阿维菌素和啉虫脒 5 种适用于大豆蚧壳虫防治的杀虫剂进行了室内毒力测定,以期为该虫的有效防控提出科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试虫源及寄主植物 供试虫源采自华南农业大学试验田,经北京林业大学武三安教授鉴定,确定为木槿曼粉蚧。在室内繁殖 5 代以上,置于控光(12L:12D)、控温(25±1)℃、控湿(RH 70%±5%)的智能人工气候箱中,用大豆叶片作为寄主植物进行饲养。大豆品种为吉农 14。大豆在室内长期种植在塑料花盆中,不使用任何化学农药,定期浇水,适时人工除虫,保证无药无虫。

1.1.2 供试药剂 40% 毒死蜱乳油(广东中迅农科股份有限公司),40% 氧乐果乳油(安徽康达化工有限责任公司),40% 杀扑磷乳油(上海沪联生物药业(夏邑)股份有限公司),1.8% 阿维菌素乳油(广东中迅农科股份有限公司),20% 啉虫脒可湿性粉剂(山东省联合农药工业有限公司)。

1.1.3 主要试验器材 RXZ430E 型智能人工气候箱(宁波江南仪器厂),Olympus SZ2-ILST 体视显微镜,直径 10 cm 培养皿,滤纸,保鲜膜,昆虫针,移液枪,移液管,烧杯,量筒,镊子,剪子,毛笔等。

1.2 方法

考虑到虫体小且不易移动,采用浸叶法,将养

虫笼中发育到相应阶段的木槿曼粉蚧,连叶片带柄一起取下,将其它龄期的虫体移去,查好本龄期的虫体数量后用脱脂棉包住叶柄处并保湿,置于培养皿中备用。根据初步试验结果将待测农药试剂用水稀释成 5~7 个浓度梯度,将带虫叶片放入配好的相应浓度药液中,经过 5 s 后拿出,在培养皿中放入滤纸,将叶片放在滤纸上,自然晾干后,用保鲜膜封口,并用昆虫针扎眼以保持空气流通。将培养皿置于 25℃ 人工气候箱中(温度波动范围±1℃,RH 70%±5%,光周期=12L:12D),经过 24 h 后,将培养皿取出,在体视显微镜下调查死亡数,以虫体变干瘪或用毛笔轻触触角和足均不动为死亡判定依据。每个浓度处理 30~60 头虫子,每个处理设置 4 个重复,并用清水处理的叶片作为对照。

1.3 数据分析

以死亡虫数和总虫数计算死亡率和校正死亡率。数据统计与分析采用 DPS 13.5 软件,求出毒力回归方程,致死中浓度 LC<sub>50</sub> 及其 95% 置信区间,相关系数等参数<sup>[20]</sup>。

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

2 结果与分析

2.1 对木槿曼粉蚧 1 龄若虫室内毒力测定

从 5 种药剂对木槿曼粉蚧 1 龄若虫的室内毒力测定结果可以看出(表 1),毒死蜱对木槿曼粉蚧 1 龄若虫的毒力最高,LC<sub>50</sub> 值为 0.111 9 mg·L<sup>-1</sup>,其次为杀扑磷,LC<sub>50</sub> 值为 0.139 4 mg·L<sup>-1</sup>,啉虫脒的毒力最低,LC<sub>50</sub> 值为 3.246 1 mg·L<sup>-1</sup>。5 种药剂对木槿曼粉蚧 1 龄若虫的毒力按从大到小的顺序为:毒死蜱>杀扑磷>阿维菌素>氧乐果>啉虫脒。毒死蜱的毒力是啉虫脒的 29 倍。

表 1 5 种药剂对木槿曼粉蚧 1 龄若虫的室内毒力测定

Table 1 Indoor toxicity test of 5 insecticides to first instar nymph

供试药剂 Supplied test fungicides insecticides	毒力回归方程 Toxicity regression equations	LC <sub>50</sub> Median lethal concentration/(mg·L <sup>-1</sup> )	95% 置信区间 Confidence interval	相关系数 Correlation coefficient
毒死蜱 Chlorpyrifos	y = 1.2844x + 6.2218	0.1119	0.0692 ~ 0.1809	0.9740
杀扑磷 Methidathion	y = 1.4600x + 6.2495	0.1394	0.0814 ~ 0.2386	0.9699
阿维菌素 Abamectin	y = 1.7025x + 5.6147	0.4354	0.2658 ~ 0.7132	0.9670
氧乐果 Omethoate	y = 1.2908x + 4.8686	1.2641	0.8157 ~ 1.9588	0.9737
啉虫脒 Acetamiprid	y = 1.1161x + 4.4293	3.2461	2.4699 ~ 4.2661	0.9852

2.2 对木槿曼粉蚧 2 龄若虫室内毒力测定

由表 2 可知,杀扑磷对木槿曼粉蚧 2 龄若虫的毒力最高,LC<sub>50</sub> 值为 0.212 6 mg·L<sup>-1</sup>,其次为毒死蜱,LC<sub>50</sub> 值为 0.373 9 mg·L<sup>-1</sup>,啉虫脒的毒力最低,

LC<sub>50</sub> 值为 4.388 6 mg·L<sup>-1</sup>。5 种药剂对木槿曼粉蚧 2 龄若虫的毒力按从大到小的顺序为:杀扑磷>毒死蜱>阿维菌素>氧乐果>啉虫脒。杀扑磷的毒力是啉虫脒的 20.64 倍。

表2 5种药剂对木槿曼粉蚧2龄若虫的室内毒力测定  
Table 2 Indoor toxicity test of 5 insecticides to second instar nymph

供试药剂 Supplied test fungicides insecticides	毒力回归方程 Toxicity regression equations	LC <sub>50</sub> Median lethal concentration/(mg·L <sup>-1</sup> )	95% 置信区间 Confidence interval	相关系数 Correlation coefficient
杀扑磷 Methidathion	y = 1.3860x + 5.9319	0.2126	0.1187 ~ 0.3808	0.9648
毒死蜱 Chlorpyrifos	y = 1.4757x + 5.6304	0.3739	0.3010 ~ 0.4645	0.9906
阿维菌素 Abamectin	y = 1.1114x + 4.8464	1.3746	0.8120 ~ 2.3273	0.9632
氧乐果 Omethoate	y = 1.7069x + 4.5095	1.9381	1.3305 ~ 2.8233	0.9625
啉虫脒 Acetamiprid	y = 1.3670x + 4.1220	4.3886	3.2705 ~ 5.8889	0.9895

2.3 对木槿曼粉蚧3龄若虫室内毒力测定

由表3可知,毒死蜱对木槿曼粉蚧3龄若虫的毒力最高,LC<sub>50</sub>值为0.568 1 mg·L<sup>-1</sup>,其次为杀扑磷,LC<sub>50</sub>值为0.971 7 mg·L<sup>-1</sup>,啉虫脒的毒力最低,

LC<sub>50</sub>值为6.139 5 mg·L<sup>-1</sup>。5种药剂对木槿曼粉蚧3龄若虫的毒力按从大到小的顺序为:毒死蜱>杀扑磷>氧乐果>阿维菌素>啉虫脒。毒死蜱的毒力是啉虫脒的10.81倍。

表3 5种药剂对木槿曼粉蚧3龄若虫的室内毒力测定  
Table 3 Indoor toxicity test of 5 insecticides to third instar nymph

供试药剂 Supplied test fungicides insecticides	毒力回归方程 Toxicity regression equations	LC <sub>50</sub> Median lethal concentration/(mg·L <sup>-1</sup> )	95% 置信区间 Confidence interval	相关系数 Correlation coefficient
毒死蜱 Chlorpyrifos	y = 0.9992x + 5.2454	0.5681	0.2647 ~ 1.2193	0.9549
杀扑磷 Methidathion	y = 1.4415x + 5.0180	0.9717	0.8108 ~ 1.1644	0.9942
氧乐果 Omethoate	y = 2.0599x + 4.3152	2.1501	1.3161 ~ 3.5126	0.9460
阿维菌素 Abamectin	y = 2.2302x + 4.1415	2.4263	2.1501 ~ 2.7381	0.9972
啉虫脒 Acetamiprid	y = 1.3453x + 3.9397	6.1395	3.5574 ~ 10.5959	0.9650

2.4 对木槿曼粉蚧雌成虫室内毒力测定

由表4可知,阿维菌素对木槿曼粉蚧雌成虫的毒力最高,LC<sub>50</sub>值为11.426 2 mg·L<sup>-1</sup>,其次为杀扑磷,LC<sub>50</sub>值为20.574 9 mg·L<sup>-1</sup>,啉虫脒的毒力最低,

LC<sub>50</sub>值为54.975 1 mg·L<sup>-1</sup>。5种药剂对木槿曼粉蚧雌成虫的毒力按从大到小的顺序为:阿维菌素>杀扑磷>氧乐果>毒死蜱>啉虫脒。阿维菌素的毒力是啉虫脒的4.81倍。

表4 5种药剂对木槿曼粉蚧雌成虫的室内毒力测定  
Table 4 Indoor toxicity test of 5 insecticides to adult female

供试药剂 Supplied test fungicides insecticides	毒力回归方程 Toxicity regression equations	LC <sub>50</sub> Median lethal concentration/(mg·L <sup>-1</sup> )	95% 置信区间 Confidence interval	相关系数 Correlation coefficient
阿维菌素 Abamectin	y = 1.5474x + 3.3630	11.4262	7.0417 ~ 18.5408	0.9684
杀扑磷 Methidathion	y = 1.3828x + 3.1840	20.5749	15.4437 ~ 27.4111	0.9894
氧乐果 Omethoate	y = 0.9330x + 3.6933	25.1447	11.0207 ~ 57.3701	0.9525
毒死蜱 Chlorpyrifos	y = 2.5842x + 0.8657	39.7957	29.6055 ~ 53.4934	0.9546
啉虫脒 Acetamiprid	y = 2.3291x + 0.9469	54.9751	41.9717 ~ 72.0071	0.9791

3 结论与讨论

本研究结果表明,5种药剂均对木槿曼粉蚧有很好的毒杀作用,其中以毒死蜱和杀扑磷对若虫的毒力最高。毒死蜱又名乐斯本,是一种高效、中毒、广谱的含氮杂环类的有机磷杀虫剂、杀螨剂,对害虫具有触杀,胃毒和熏蒸作用,与常规农药相比毒性低,对天敌安全<sup>[21]</sup>,是防治木槿曼粉蚧若虫的首选药剂。杀扑磷具有触杀,胃毒和渗透作用,是一种广谱、高毒杀虫、杀螨剂,对木槿曼粉蚧若虫和雌成虫均有很好的防治效果,若田间木槿曼粉蚧世代重叠现象严重且种群密度大,则应用杀扑磷防治避免大面积爆发成灾。

从测定结果亦可看出,同种药剂的毒力作用会随着木槿曼粉蚧龄期的增长而降低。这是由于随着龄期增长,木槿曼粉蚧虫体上所被有的蜡粉会逐渐增多,雄虫化蛹和雌成虫产卵期均会在体表分泌出一层蓬松的白色蜡丝,且具有群聚行为,取食和产卵时都挤成一团于叶柄处,不利于化学药剂渗入虫体,因此,最佳施药时期为卵孵化期和一龄若虫盛发期,选用触杀型杀虫剂可以达到很好的防治效果。阿维菌素对木槿曼粉蚧雌成虫的毒力最高。阿维菌素对螨类和昆虫具有胃毒和触杀作用。作用机制与一般杀虫剂不同的是干扰神经生理活动,刺激释放γ-氨基丁酸,而氨基丁酸对节肢动物的神经传导有抑制作用。螨类成虫、若虫和昆虫幼虫

与阿维菌素接触后即出现麻痹症状,不活动、不取食,使昆虫脱水致死,但由于阿维菌素不能杀卵且致死作用较缓慢,所以应在高龄若虫期和成虫期施用,不要晚于产卵前期,避免包裹于棉絮状卵囊中的卵孵化出大量若虫后的重复用药。

覃振强等<sup>[22]</sup>在室内采用浸叶法测定了毒死蜱、杀扑磷、氧化乐果和阿维菌素等杀虫剂对新菠萝灰粉蚧若虫的毒力,其中毒死蜱、杀扑磷和阿维菌素对1龄若虫的LC<sub>50</sub>值分别为1.60,53.74和90.23 mg·L<sup>-1</sup>。而在本试验中,毒死蜱、杀扑磷和阿维菌素对木槿曼粉蚧1龄若虫的LC<sub>50</sub>分别为0.11,0.14和3.25 mg·L<sup>-1</sup>。木槿曼粉蚧对上述3种杀虫剂的敏感性远远高于新菠萝灰粉蚧。可见,不同粉蚧害虫对相同杀虫剂的敏感性存在显著差异,进行杀虫剂毒力测定试验是选择有效杀虫剂防治某一害虫必要的基础工作。虽然本试验是在室内恒定条件下得出的结果,与田间农药实际使用的结果可能存在差异,但希望对有效防治木槿曼粉蚧提供理论依据。

参考文献

[1] 董文勇. 进境台湾葡萄有害生物风险分析研究[D]. 福州:福建农林大学, 2013:22. (Dong W Y. The research of import risk analysis for table grapes from Taiwan[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2013:22. )

[2] Muralidharan C M, Badaya S N. Mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus*) (Pseudococcidae: Hemiptera) out break on herbaceum cotton (*Gossypium herbaceum*) in Wagad cotton belt of Kachchh[J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 2000, 70(10): 705-706.

[3] Ghose S K. Biology of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Pseudococcidae: Hemiptera)[J]. Indian Agriculture, 1972, 16(4): 323-332.

[4] Raju A K, Rao P R M, Apparao R V, et al. Note on estimation of losses in yield of mesta due to mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* Green[J]. Jute Development Journal, 1988, 8(1): 34-35.

[5] Manjunath T M. India-*Maconellicoccus hirsutus* on grapevine[J]. FAO Plant Protection Bulletin, 1985, 3(2): 74.

[6] Patel I S, Dodia D A, Patel S N. First record of *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae) as a pest of pigeonpea (*Cajanus cajan*) [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 1990, 60(9): 6-45.

[7] Balikai R A, Bagali A N. Population density of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) on ber (*Zizyphus mauritiana* lamark) and economic losses [J]. Agricultural Science Digest, 2000, 20(1): 62-63.

[8] Moffitt L J. Economic risk to United States agriculture of pink hibiscus mealybug invasion [R]//Report to the Animal and Plant Health Inspection Service. United States Department of Agriculture, 1999: 15.

[9] 张继成,薛召东,陈壬生,等. 红麻粉蚧虫形态特征的观察[J]. 中国麻业,2002,24(4):18-20. (Zhang J C, Xue Z D, Chen R S, et al. Studies on the classification of Kenaf mealy bugs[J]. Plant Fiber and Products, 2002,24(4):18-20. )

[10] 李今中,张晓燕,陈艳,等. 台湾进境水果有害生物风险分析研究[J]. 中国农学通报, 2009 (22): 228-235. ( Li J Z, Zhang X Y, Chen Y, et al. Research on pest risk analysis of Taiwan imported fruits [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009 (22): 228-235. )

[11] 潘亚勤, 谌有光. 中国苹果、梨出口遇到的植物检疫壁垒[J]. 植物检疫, 2006, 20(6): 377-379. ( Pan Y Q, Chen Y G. The export of Chinese apple, pear plant quarantine barriers encountered[J]. Plant Quarantine, 2006, 20(6): 377-379. )

[12] Roltsch W J, Meyerdirk D E, Warkentin R, et al. Theory and applications in pest management [J]. Biological Control, 2006, 37 (2): 155-166.

[13] Sagarra L A, Peterkin D D, Vincent C, et al. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green ( Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae)[J]. Journal of Insect Physiology, 2000, 46(5): 647-653.

[14] Patil S V, Salunke B K, Patil C D, et al. Potential of extracts of the tropical plant *Balanites aegyptiaca* (L) Del. (Balanitaceae) to control the mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* ( Homoptera: Pseudococcidae) [J]. Crop Protection, 2010(29): 1293-1296.

[15] 蒋瑞鑫,李姝,郭泽平,等. 孟氏隐唇瓢虫研究现状及其种质资源描述规范的建立[J]. 环境昆虫学报, 2009, 31(3): 238-247. (Jiang R X, Li S, Guo Z P, et al. Research status of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant and establishing its description criteria [J]. Journal of Environmental Entomology, 2009, 31(3): 238-247. )

[16] Etienne J, Matile-Ferrero D, Leblanc F, et al. First record of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* ( Green ) from Guadeloupe: Present state of this pest of crops in the French Caribbean ( Hem. , Pseudococcidae) [J]. Bulletin de la Societe Entomologique de France, 1998, 103: 173-174.

[17] Sagarra L A, Peterkin D D. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green ( Homoptera: Pseudococcidae)[J]. Phytoprotection, 1999, 80: 103-113.

[18] 刘丹竹,张萌,高宇,等. 木槿曼粉蚧生物学特征的初步研究 [J]. 大豆科学, 2016,35(4):649-654. ( Liu D Z, Zhang M, Gao Y, et al . Preliminary study on biological characteristics of *Maconellicoccus hirsutus* ( Green) ( Hemiptera: Pseudococcidae) [J]. Soybean Science, 2016,35(4):649-654. )

[19] 张萌. 温度对木槿曼粉蚧生长发育及其生殖力的影响 [D]. 长春:吉林农业大学, 2015:6. (Zhang M. Influences of temperature on growth and fertility of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2015:6. )

[20] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京:科学出版社,2002:51-53. (Tang Q Y, Feng M G. Practical statistical analysis and DPS data processing system [M]. Beijing: Science Publishing Company,2002: 51-53. )

[21] 任善军,李洪华. 果园杀虫剂杀虫机理和使用安全评价 [J]. 中国园艺文摘, 2016(7):196-204. ( Ren S J, Li H H. Orchard pesticide insecticidal mechanism and the use of safety evaluation [J]. Chinese Horticulture Abstracts, 2016(7):196-204. )

[22] 覃振强,吴建辉,林莉,等. 杀虫剂对新菠萝灰粉蚧的室内毒力测定 [J]. 植物检疫, 2012, 26(1):32-35. ( Qin Z Q, Wu J H, Lin L, et al . Toxicities of several insecticides to *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley [J]. Plant Quarantine, 2012, 26(1):32-35. )