



莫秀芳, 冯岗, 叶火春, 贺春萍, 吴伟怀, 黄兴, 曾鑫年, 易克贤. 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧的毒力 [J]. 环境昆虫学报, 2019, 41 (6): 1375 - 1379.

## 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧的毒力

莫秀芳<sup>1</sup>, 冯岗<sup>2</sup>, 叶火春<sup>2</sup>, 贺春萍<sup>2</sup>, 吴伟怀<sup>2</sup>, 黄兴<sup>2</sup>, 曾鑫年<sup>1\*</sup>, 易克贤<sup>2,3\*</sup>

(1. 华南农业大学农学院, 广州 510642; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海口 570100;

3. 农业部热带作物有害生物综合治理重点实验室, 海口 570100)

**摘要:** 新菠萝灰粉蚧 *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley 是近年我国新发现的一种外来物种, 是危害剑麻的主要害虫之一, 本研究旨在筛选出防治新菠萝灰粉蚧的有效杀虫剂。采用喷雾法测定了啮虫脒、呋虫胺、噻虫胺、噻虫嗪和烯啶虫胺等 5 种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧不同虫态的室内毒力。研究结果表明: 5 种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧均有显著的触杀作用, 对新菠萝灰粉蚧的毒力随着龄期的增长而减小。其中, 烯啶虫胺对新菠萝灰粉蚧的毒力最高, 对新菠萝灰粉蚧 1 龄、2 龄、3 龄若虫和雌成虫的  $LC_{50}$  分别为 0.1406 mg/L、0.1550 mg/L、0.3870 mg/L 和 0.5060 mg/L。啮虫脒和噻虫嗪的毒力低于烯啶虫胺, 呋虫胺和噻虫胺的毒力最低。不同龄期新菠萝灰粉蚧对同一药剂的敏感性表现为: 1 龄 > 2 龄 > 3 龄 > 雌成虫。烯啶虫胺对新菠萝灰粉蚧的触杀毒力最好, 可作为防治新菠萝灰粉蚧的备选药剂。

**关键词:** 新菠萝灰粉蚧; 新烟碱类杀虫剂; 触杀毒力

中图分类号: Q968.1; S433.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2019) 06-1375-05

### Toxicity of neonicotinoid insecticides against *Dysmicoccus neobrevipes*

MO Xiu-Fang<sup>1</sup>, FENG Gang<sup>2</sup>, YE Huo-Chun<sup>2</sup>, HE Chun-Ping<sup>2</sup>, WU Wei-Huai<sup>2</sup>, HUANG Xing<sup>2</sup>, ZENG Xin-Nian<sup>1\*</sup>, YI Ke-Xian<sup>2,3\*</sup> (1. College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Environmental and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Haikou 570100, China; 3. Key Laboratory for Integrated Pest Management of Tropical Crops, Ministry of Agriculture, Haikou 570100, China)

**Abstract:** *Dysmicoccus neobrevipes* is an invasive pest found in China in recent years. It is also one of the main pests of Sisal. The purpose of this study was to screen effective insecticides for control of *D. neobrevipes*. Toxicities of acetamiprid, dinotefuran, clothianidin, thiamethoxam and nitenpyram were evaluated against *D. neobrevipes* female adults and different instar nymphs with spraying method. Results showed that five neonicotinoid insecticides had obvious contact toxicity to different instars of *D. neobrevipes*. Toxicity of the same insecticide against *D. neobrevipes* decreased as the insects grew. Among them, nitenpyram displayed the highest toxicity against *D. neobrevipes*. The  $LC_{50}$  values of nitenpyram against 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> instar nymphs and female adults of *D. neobrevipes* were 0.1406 mg/L, 0.155 mg/L,

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2018YFD020110); 中央级公益性科研院所基本科研业务费 (1630042018014); 现代农业产业技术体系建设专项资金 (CARS-16-E16); 广东高校国际科技合作创新平台项目 (GJHZ1140)

作者简介: 莫秀芳, 女, 硕士生, 主要研究方向为植物保护, E-mail: 1729928650@qq.com

\* 通讯作者 Author for correspondence: 曾鑫年, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为昆虫毒理学与天然农药, E-mail: zengxn@scau.edu.cn; 易克贤, 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 主要研究方向为热带作物抗病遗传育种, E-mail: yikexian@126.com

收稿日期 Received: 2018-10-15; 接受日期 Accepted: 2018-12-17

0.3870 mg/L, and 0.5060 mg/L, respectively. The toxicities of acetamiprid and thiamethoxam were lower than that of nitenpyram, and the toxicities of dinotefuran and clothianidin were the lowest. Sensitivity of *D. neobrevipes* at different star to the same insecticide was shown as follows 1<sup>st</sup> nymph > 2<sup>nd</sup> nymph > 3<sup>rd</sup> nymph > female adults. The results of this study indicate that nitenpyram has the best contact toxicity, which can be used as an alternative insecticide to control *D. neobrevipes*.

**Key words:** *Dysmicoccus neobrevipes*; neonicotinoid insecticides; contact toxicity

剑麻 *Agave sisalana* 属龙舌兰科龙舌兰属的多年生热带硬质叶纤维, 原产于墨西哥, 其纤维具有质地坚韧、耐磨、耐腐蚀、耐海水浸泡、无静电等特点, 主要应用于纺织、运输、石油、工矿、冶金、汽车制造和造纸等领域。目前, 全世界对剑麻的年需求量约为 80 t, 而总年产量约为 40 t, 供求缺口巨大。我国于 1901 年引入种植, 是世界十大剑麻生产国之一 (陈士伟等, 2016; 汪佳滨, 2016)。

新菠萝灰粉蚧 *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley 属半翅目 Hemiptera 粉蚧科 Pseudococcidae 灰粉蚧属 *Dysmicoccus* 昆虫, 于 1998 年在我国海南省昌江县首次发现, 并迅速蔓延扩散, 至 2001 年昌江麻区剑麻危害率高达 100%, 剑麻叶片减产 30% 以上。该虫寄主广泛, 繁殖能力强, 可危害剑麻、菠萝 *Ananas comosus*、柑橘 *Citrus reticulata* 等 39 科 76 种寄主植物 (陈乃中, 2009; 覃振强, 2010)。目前, 已经在我国广西、广东和海南的剑麻上已经爆发成灾, 因此该虫被许多国家列入了进境检疫性有害生物名单。

新菠萝灰粉蚧是我国剑麻的主要害虫之一, 同时也是剑麻紫色卷叶病的传播虫媒 (Sether *et al.*, 1998; Subere *et al.*, 2011), 严重威胁剑麻产业发展。该虫的成虫和若虫主要以口器吸食剑麻嫩叶的汁液, 取食后形成取食斑, 进而影响剑麻的光合作用, 严重时导致植株死亡; 该虫的雌成虫与若虫还会分泌蜜露, 引起煤烟病, 严重影响寄主的光合作用 (张小冬等, 2008); 此外, 新菠萝灰粉蚧危害的严重性在于其是传播剑麻紫色卷叶病的重要虫媒 (Subere *et al.*, 2011)。新菠萝灰粉蚧主要分布在热带地区, 亚热带地区也有少量分布, 特别是在生长有凤梨科植物的国家和地区, 如美国夏威夷、斐济、马来群岛、墨西哥、菲律宾、中国台湾等。傅辽等利用 CLIMEX 3.0 与 ArcGIS 9.3 结合的方法预测该虫在我国的适生范围, 主要分布在 18.3°N ~ 27.3°N, 包括海南、广东、广西、湖南、四川、重庆、香港、澳门、台湾、浙江、江西、福建、贵州、云南、西藏等热

带与亚热带地区, 且随着全球温室效应的影响渐有北移的趋势, 到 2050 年其适生区北界将向北移至 32.8°N, 上海、江苏和安徽南部均将成为适生区 (傅辽等, 2012), 新菠萝灰粉蚧适生区北移将会对我国许多农业产业的可持续发展构成严重威胁, 迫切需要采取有效措施积极应对。

新菠萝灰粉蚧寄主植物广泛, 繁殖能力强, 虫体小且善于隐藏, 体表被有蜡质, 这给检疫和防治带来了很大困难。目前, 在加强植物检疫的基础上, 面对虫害大爆发, 主要应用的为有机磷类和氨基甲酸酯类中高毒农药, 如毒死蜱、特丁硫磷、氧化乐果、灭多威等中高毒农药 (刘荣永等, 2011; 王润等, 2014)。为了筛选出防治新菠萝灰粉蚧的高效低毒杀虫剂, 本研究测定了几种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧各龄若虫和雌成虫的毒力, 为该虫的田间防治提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试虫源

新菠萝灰粉蚧于 2017 年 10 月 20 日采自广东省湛江市东方红农场剑麻田 (110°06'19" E, 20°34'25"N; 129.7 m), 在室内以南瓜为饲料进行续代饲养, 将带虫剑麻叶片放置于酒精消毒的南瓜上自由转移, 饲养条件为: 温度 28°C ± 1°C, 相对湿度 75% ~ 80%, 弱光条件的养虫室内。

### 1.2 供试药剂

分析纯丙酮, 由广州化学试剂厂提供。啮虫脒 Acetamiprid (97.4% 原药)、呋虫胺 Dinotefuran (96.8% 原药)、噻虫胺 Clothianidin (98.0% 原药)、噻虫嗪 Thiamethoxam (96.0% 原药)、烯啶虫胺 Nitenpyram (96.5% 原药), 均由海南博士威农用化学有限公司提供。

### 1.3 试验方法

采用喷雾法 (沈晋良, 2013) 测试供试药剂对各龄期粉蚧的毒力, 具体为: 原药用丙酮溶解原药配置为 10 000 mg/L 的母液, 用蒸馏水稀释成

5 个浓度梯度，用小毛笔挑选大小一致、健康活泼的新菠萝灰粉蚧各龄若虫，分别置于  $\Phi = 6$  cm 的培养皿中，用 5 mL 喷雾瓶喷施 200  $\mu$ L 药液于粉蚧体表，喷湿均匀，以蒸馏水作为空白对照，以不作任何处理的剑麻叶片为饲料，每个浓度 3 个重复，每个重复 20 头虫，置于温度为  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，

湿度为  $70\% \pm 5\%$  的培养箱中，48 h 后于体视镜下观察试虫死亡情况，以毛笔轻触虫体，虫体不动者为死亡，记录死亡数。

#### 1.4 数据分析

采用 SPSS. 19 计算出药剂毒力回归方程、 $\text{LC}_{50}$  值及其 95% 置信度、相关系数 ( $r$ ) 等参数。

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

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

## 2 结果与分析

### 2.1 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 1 龄若虫的毒力

采用喷雾法测定了噻虫嗪等 5 种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 1 龄若虫的毒力 (表 1)，结

果表明，烯啶虫胺对新菠萝灰粉蚧的毒力最强， $\text{LC}_{50}$  为 0.1406 mg/L；啉虫脒次之，为 0.5312 mg/L；呋虫胺和噻虫嗪的  $\text{LC}_{50}$  较高，分别为 1.6438 和 1.1482 mg/L；噻虫胺的  $\text{LC}_{50}$  最高，为 3.1762 mg/L。5 种杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 1 龄若虫的毒力大小顺序为烯啶虫胺 > 啉虫脒 > 噻虫嗪 > 呋虫胺 > 噻虫胺。

表 1 药剂对新菠萝灰粉蚧 1 龄若虫的毒力

Table 1 Toxicity of five insecticides against 1<sup>st</sup> nymphs of *Dysmicoccus neobrevipes*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	致死中浓度 (mg/L) $\text{LC}_{50}$	95% 置信限 (mg/L) 95% FL	相关系数 R
啉虫脒 Acetamiprid	$y = 5.4270 + 1.5542x$	0.5312	0.383 ~ 0.737	0.9865
呋虫胺 Dinotefuran	$y = -4.7337 + 1.2338x$	1.6438	1.185 ~ 2.280	0.9901
噻虫胺 Clothianidin	$y = 4.1868 + 1.6202x$	3.1762	2.431 ~ 4.150	0.9942
噻虫嗪 Thiamethoxam	$y = 4.9119 + 1.4685x$	1.1482	0.837 ~ 1.575	0.9927
烯啶虫胺 Nitenpyram	$y = 6.3098 + 1.5372x$	0.1406	0.101 ~ 0.196	0.9780

### 2.2 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 2 龄若虫的毒力

5 种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 2 龄若虫的毒力如下表 2 所示。5 种供试药剂中，烯啶虫胺的毒力最强， $\text{LC}_{50}$  为 0.1550 mg/L；啉虫脒次之，

为 1.7694 mg/L；噻虫嗪和噻虫胺的  $\text{LC}_{50}$  较高，分别为 3.7816 和 5.4171 mg/L；呋虫胺的  $\text{LC}_{50}$  最高，为 9.7890 mg/L。5 种杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 2 龄若虫的毒力大小顺序为烯啶虫胺 > 啉虫脒 > 噻虫嗪 > 噻虫胺 > 呋虫胺。

表 2 药剂对新菠萝灰粉蚧 2 龄若虫的毒力

Table 2 Toxicity of five insecticides against 2<sup>nd</sup> nymphs of *Dysmicoccus neobrevipes*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	致死中浓度 (mg/L) $\text{LC}_{50}$	95% 置信限 (mg/L) 95% FL	相关系数 R
啉虫脒 Acetamiprid	$y = 4.7065 + 1.1843x$	1.7694	1.176 ~ 2.661	0.9788
呋虫胺 Dinotefuran	$y = -0.6800 + 0.6860x$	9.7890	5.857 ~ 17.936	0.9747
噻虫胺 Clothianidin	$y = 3.7828 + 1.6588x$	5.4171	3.375 ~ 8.695	0.9930
噻虫嗪 Thiamethoxam	$y = 3.9086 + 1.8893x$	3.7816	2.693 ~ 5.310	0.9890
烯啶虫胺 Nitenpyram	$y = 5.8862 + 1.0944x$	0.1550	0.097 ~ 0.248	0.9773

### 2.3 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 3 龄若虫的毒力

5 种供试药剂中, 烯啶虫胺的毒力最强,  $LC_{50}$  为 0.3870 mg/L; 啶虫脒次之, 为 4.8137 mg/L; 噻虫嗪和噻虫胺的  $LC_{50}$  较高, 分别为 2.4978 和

8.3267 mg/L; 呋虫胺的  $LC_{50}$  最高, 为 30.3520 mg/L。5 种杀虫剂对新菠萝灰粉蚧 3 龄若虫的毒力大小顺序为烯啶虫胺 > 噻虫嗪 > 啶虫脒 > 噻虫胺 > 呋虫胺 (表 3)。

表 3 药剂对新菠萝灰粉蚧 3 龄若虫的毒力

Table 3 Toxicity of five insecticides against 3<sup>rd</sup> nymph *Dysmicoccus neobrevipes*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	致死中浓度 (mg/L) $LC_{50}$	95% 置信限 (mg/L) 95% FL	相关系数 <i>R</i>
啶虫脒 Acetamiprid	$y = 3.5571 + 2.1142x$	4.8137	3.602 ~ 6.433	0.9858
呋虫胺 Dinotefuran	$y = -1.1420 + 0.7710x$	30.3520	13.471 ~ 60.561	0.9899
噻虫胺 Clothianidin	$y = 3.0016 + 2.1711x$	8.3267	6.639 ~ 10.433	0.9853
噻虫嗪 Thiamethoxam	$y = 4.3612 + 1.6069x$	2.4978	1.554 ~ 4.015	0.9893
烯啶虫胺 Nitenpyram	$y = 5.4379 + 1.0619x$	0.3870	0.244 ~ 0.614	0.9943

### 2.4 新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧雌成虫的毒力

5 种新烟碱类杀虫剂对新菠萝灰粉蚧雌成虫 (蜕皮 3 d 内) 的毒力 (表 4) 中, 烯啶虫胺的毒力最强,  $LC_{50}$  为 0.5060 mg/L; 啶虫脒次之, 为

6.9882 mg/L; 噻虫嗪  $LC_{50}$  相对较高, 为 9.8049 mg/L; 噻虫胺的  $LC_{50}$  较高, 为 26.3145 mg/L; 呋虫胺的  $LC_{50}$  最高, 为 98.0119 mg/L。5 种杀虫剂对新菠萝灰粉蚧雌成虫的毒力大小顺序为烯啶虫胺 > 噻虫嗪 > 呋虫胺 > 啶虫脒 > 噻虫胺。

表 4 药剂对新菠萝灰粉蚧雌成虫的毒力

Table 4 Toxicity of five insecticides against adult *Dysmicoccus neobrevipes*

供试药剂 Pesticides	毒力回归方程 Regression equation	致死中浓度 (mg/L) $LC_{50}$	95% 置信限 (mg/L) 95% FL	相关系数 <i>R</i>
啶虫脒 Acetamiprid	$y = 3.3600 + 1.9423x$	6.9882	5.411 ~ 9.025	0.9860
呋虫胺 Dinotefuran	$y = 3.6842 + 4.3611x$	98.0119	87.386 ~ 109.929	0.9984
噻虫胺 Clothianidin	$y = 2.1438 + 2.0111x$	26.3145	20.194 ~ 34.290	0.9827
噻虫嗪 Thiamethoxam	$y = 2.8460 + 2.1726x$	9.8049	7.432 ~ 12.935	0.9910
烯啶虫胺 Nitenpyram	$y = 0.6350 + 2.1440x$	0.5060	0.357 ~ 0.691	0.9879

## 3 结论与讨论

研究结果表明, 5 种杀虫剂均对新菠萝灰粉蚧有较好的触杀作用, 且各药剂的  $LC_{50}$  值均随着新菠萝灰粉蚧龄期的增长而增大, 其中烯啶虫胺的效果最好, 各龄期  $LC_{50}$  值均低于 1 mg/L, 但具体防效还需根据进一步的田间实验进行验证。不同龄期新菠萝灰粉蚧对 5 种杀虫剂的敏感顺序为: 1 龄 > 2 龄 > 3 龄 > 雌成虫。高龄期的触杀毒力明显弱于低龄期, 究其原因, 有可能与新菠萝灰粉蚧体表蜡质的厚度或致密度有关, 也有可能与粉蚧本身的生理生化指标有关, 有待研究。

新菠萝灰粉蚧现阶段的研究主要为生物特性

等基础研究, 如新菠萝灰粉蚧的鉴定及检疫 (Doan *et al.*, 2012; 马骏等, 2013; Doan *et al.*, 2016; 徐浪等, 2016)、温度及寄主植物对新菠萝灰粉蚧生长发育及繁殖的影响 (Qin *et al.*, 2011; Qin *et al.*, 2013; 胡钟予等, 2017)、新菠萝灰粉蚧与菠萝枯萎病相关病毒的相关性 (Subere *et al.*, 2011) 等方面, 关于新菠萝灰粉蚧对药剂的敏感性的研究很少。但相近属的入侵性粉蚧, 扶桑绵粉蚧 *Phenacoccus solenopsis* 对药剂的敏感性研究就不少。方天松 (2016) 等采用浸渍法测定了吡虫啉、毒死蜱、印楝素等 5 种杀虫剂对扶桑绵粉蚧雌成虫的室内毒力。咎庆安 (2016) 等使用药膜法测定了扶桑绵粉蚧各龄期对噻虫啉、灭多威、毒死蜱等 6 种杀虫剂的敏感性, 结果表明, 扶桑绵粉

蚧龄期与药剂  $LC_{50}$  值呈正相关, 与本文结果一致。

新菠萝灰粉蚧繁殖力强, 世代重叠严重, 有群集习性, 且善于隐藏, 主要聚集在剑麻的根、茎和叶片等部位, 其中叶腋是粉蚧聚集最多的部位, 粉蚧还可隐藏在剑麻叶片的裂缝和翘皮下 (张小冬等, 2008), 这给新菠萝灰粉蚧的全面防治带来了很大困难。因此, 不仅要筛选出高效的药剂, 还需对喷雾的药剂配置或喷雾器械进行改进, 如, 添加喷雾助剂增加药液的扩展能力和消除粉蚧本身被覆的蜡质; 或改进喷雾器械的喷头和喷雾压力。此外, 在喷雾的基础上, 结合内吸药剂的灌根, 以保证全方位控制新菠萝灰粉蚧的为害及蔓延。因此, 在防治新菠萝灰粉蚧的施药措施和施药方式方面还有待进一步的研究。

### 参考文献 (References)

- Chen NZ. Quarantine Pests of Imported Plants in China—Insect Roll [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2009. [陈乃中. 中国进境植物检疫性有害生物—昆虫卷 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2009]
- Chen SW, Li DY. Development status and prospect of *Agave sisalana* industry in China [J]. *Tropical Agriculture of China*, 2016, 3: 10–12. [陈士伟, 李栋宇. 我国剑麻产业发展现状及展望 [J]. 中国热带农业, 2016, 3: 10–12]
- Doan TT, Nguyen TK, Vo TKL, et al. Effects of gamma irradiation on different stages of mealybug *Dysmicoccus neobrevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae) [J]. *Radiation Physics and Chemistry*, 2012, 81 (1): 97–100.
- Doan TT, Nguyen TK, Vo TKL, et al. Phytosanitary irradiation of the mealybugs, *Dysmicoccus neobrevipes*, *Planococcus lilacinus*, and *Planococcus minor* (Hemiptera: Pseudococcidae), infesting dragon fruit in Viet Nam. (Studies on multiple species) [J]. *Florida Entomologist*, 2016, 99 (SI 2): 159.
- Fang TS, Yu HB, Chen J, et al. Toxicities of various pesticides commonly to *Phenacoccus solenopsis* Tinsley female adults and its influence on its natural enemies [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2016, 38 (4): 755–760. [方天松, 余海滨, 陈坚, 等. 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 [J]. 环境昆虫学报, 2016, 38 (4): 755–760]
- Fu L, Huang GS, Li ZH, et al. The current and future potential geographic distribution of *Dysmicoccus neobrevipes* in China [J]. *Plant Quarantine*, 2012, 26 (4): 1–5. [傅辽, 黄冠胜, 李志红, 等. 新菠萝灰粉蚧在中国目前及未来的潜在地理分布研究 [J]. 植物检疫, 2012, 26 (4): 1–5]
- Hu ZY, Shao WD, He YJ, et al. Effects of temperature on the growth, development and reproduction of *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley (Hemiptera: Pseudococcidae) [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2017, 28 (2): 651–657. [胡钟予, 邵伟冬, 何雨健, 等. 温度对新菠萝灰粉蚧生长发育和繁殖的影响 [J]. 应用生态学报, 2017, 28 (2): 651–657]
- Liu YY, Yao XM, Deng HH, et al. Three reagents effects of *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley [J]. *Beijing Agriculture*, 2011, 3: 70–71. [刘荣永, 姚希猛, 邓汉华, 等. 3种药剂对剑麻新菠萝灰粉蚧的影响 [J]. 北京农业, 2011, 3: 70–71]
- Ma J, Lin L, Zhao JP, et al. Effects of  $\gamma$ -ray irradiation on *Dysmicoccus brevipipes* and *Dysmicoccus neobrevipes* [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2013, 50 (3): 784–789. [马骏, 林莉, 赵菊鹏, 等. 菠萝粉蚧和新菠萝灰粉蚧  $\gamma$ -射线辐照处理研究 [J]. 应用昆虫学报, 2013, 50 (3): 784–789]
- Qin ZQ, Qiu BL, Wu JH, et al. Effect of temperature on the life history of *Dysmicoccus neobrevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae): An invasive species of gray pineapple mealybug in South China [J]. *Crop Protection*, 2013, 45 (3): 141–146.
- Qin ZQ, Wu JH, Qiu BL, et al. Effects of host plant on the development, survivorship and reproduction of *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley (Hemiptera: Pseudococcidae) [J]. *Crop Protection*, 2011, 30 (9): 1124–1128.
- Qin ZQ, Wu JH, Ren SX, et al. Risk analysis of the alien invasive gray pineapple mealybug (*Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley) in China [J]. *Chinese Agricultural Sciences*, 2010, 43 (3): 626–631. [覃振强, 吴建辉, 任顺祥, 等. 外来入侵害虫新菠萝灰粉蚧在中国的风险性分析 [J]. 中国农业科学, 2010, 43 (3): 626–631]
- Sether DM, Ullman DE, Hu JS. Transmission of pineapple mealybug wilt-associated virus by two species of mealybug (*Dysmicoccus* spp.) [J]. *Phytopathology*, 1998, 88 (11): 1224–1230.
- Shen JL. Bioassay of Pesticide [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2013. [沈晋良. 农药生物测定 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2013]
- Subere C, Sether DM, Borth WB, et al. Transmission characteristics of pineapple mealybug wilt associated virus-2 by the grey pineapple mealybugs *Dysmicoccus neobrevipes* in Hawaii [J]. *Johor Bahru Malaysia*, 2011, 902 (902): 393–399.
- Wang JB. Report and situation forecast of 2015 sisal industry development [J]. *World Tropical Agriculture Information*, 2016, 8: 26–30. [汪佳滨. 2015年剑麻产业发展报告及形势预测 [J]. 世界热带农业信息, 2016, 8: 26–30]
- Wang R, Cao FQ, Lin J, et al. Toxicity of normal pesticides to *Dysmicoccus neobrevipes* and field control efficiency [J]. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2014, 5: 100–105. [王润, 曹凤勤, 林江, 等. 常用杀虫剂对新菠萝灰粉蚧的活性与田间防效 [J]. 贵州农业科学, 2014, 5: 100–105]
- Xu L, Lin W, Huang PY, et al. Rapid detection of *Dysmicoccus neobrevipes* and *D. brevipipes* (Hemiptera: Diaspididae) using TaqMan [J]. *Plant Quarantine*, 2016, 4: 38–41. [徐浪, 林伟, 黄蓬英, 等. 应用 TaqMan MGB 探针快速检测新菠萝灰粉蚧和菠萝灰粉蚧 [J]. 植物检疫, 2016, 4: 38–41]
- Zan QA, Yan PF, Mao JM, et al. Toxicity and effect of pesticides against *Phenacoccus solenopsis* Tinsley [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2016, 38 (4): 761–765. [管庆安, 闫鹏飞, 毛加梅, 等. 六种杀虫剂对扶桑绵粉蚧的毒力和防治效果 [J]. 环境昆虫学报, 2016, 38 (4): 761–765]
- Zhang XD, Chen ZT, Zhong YH, et al. Elementary study on the life habits of *Dysmicoccus neobrevipes* (Beardsley) [J]. *Entomological Journal of East China*, 2008, 17 (1): 22–25. [张小冬, 陈泽坦, 钟义海, 等. 新菠萝灰粉蚧生活习性初探 [J]. 华东昆虫学报, 2008, 17 (1): 22–25]