

李德伟, 江凤兰, 农振益, 梁 闾, 罗亚伟, 苏云武, 谭宏伟, 覃振强. 氯虫苯甲酰胺对甘蔗白蚁田间药效评估 [J]. 广东农业科学, 2021, 48(4): 93-99.

氯虫苯甲酰胺对甘蔗白蚁田间药效评估

李德伟¹, 江凤兰², 农振益³, 梁 闾¹, 罗亚伟¹, 苏云武³, 谭宏伟⁴, 覃振强¹

(1. 广西农业科学院甘蔗研究所 / 农业农村部广西甘蔗生物技术与遗传改良重点实验室 / 广西甘蔗遗传改良重点实验室, 广西 南宁 530007;

2. 崇左市桂中白蚁防治有限公司, 广西 崇左 532201;

3. 崇左市江州区农业农村局, 广西 崇左 532200; 4. 广西农业科学院, 广西 南宁 530007)

摘要:【目的】研究氯虫苯甲酰胺对甘蔗白蚁的田间防治效果。【方法】于2018年和2019年采用拌肥料撒施法进行两种不同含量氯虫苯甲酰胺对甘蔗白蚁的田间防治试验。在收获前(11月)调查甘蔗白蚁为害株,收获时调查白蚁为害株、甘蔗有效茎数和测定产量,计算甘蔗白蚁防治效果与经济效益。【结果】在板麦村试验点5%氯虫苯甲酰胺7.5 kg/hm²和4%氯虫苯甲酰胺7.5 kg/hm²对甘蔗白蚁为害株率差异不显著,但显著低于对照药剂15%吡虫啉7.5 kg/hm²的白蚁为害株率;而在渠凹村3种药剂处理白蚁为害株率差异不显著。总体而言,以5%氯虫苯甲酰胺7.5 kg/hm²防治甘蔗白蚁效果较好,可将白蚁为害株率控制在3%以内,防治效果达80%以上;甘蔗产量比空白对照增加19.2~31.5 t/hm²,纯收入增加8 784~15 180元/hm²,增产增收明显。【结论】5%氯虫苯甲酰胺(桂中2号)7.5 kg/hm²对甘蔗白蚁具有良好的防治效果,效益显著,可在甘蔗白蚁为害较严重的蔗区推广使用。

关键词: 甘蔗白蚁; 杀虫剂; 氯虫苯甲酰胺; 防治效果; 效益分析

中图分类号: S435.661

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X(2021)04-0093-07

Evaluation on Field Control Effect of Chlorantraniliprole Against Sugarcane Termite

LI Dewei¹, JIANG Fenglan², NONG Zhenyi³, LIANG Tian¹, LUO Yawei¹,

SU Yunwu³, TAN Hongwei⁴, QIN Zhenqiang¹

(1. Sugarcane Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/
Guangxi Key Laboratory of Sugarcane Biotechnology and Genetic Improvement, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/
Guangxi Key Laboratory of Sugarcane Genetic Improvement, Nanning 530007, China;

2. Chongzuo Guizhong Termite Control Co., Ltd., Chongzuo 532201, China;

3. Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Jiangzhou District, Chongzuo City, Chongzuo 532200, China;

4. Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China)

Abstract:【Objective】The study was carried out to understand the field control effect of chlorantraniliprole against sugarcane termite.【Method】The field control effects of two different doses of chlorantraniliprole applied by mixed fertilizer broadcasting method on sugarcane termite were studied in 2018-2019. The plants damaged by sugarcane

收稿日期: 2021-01-14

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0201103); 国家糖料产业技术体系甘蔗宿根栽培岗位(CARS-170206); 国家现代农业产业技术体系广西甘蔗创新团队植保功能专家(NYCYTXGXCXTD-03-03); 广西农业科学院基本科研业务专项(桂农科2021YT013)

作者简介: 李德伟(1980—), 男, 硕士, 副研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: ldw11023@163.com

通信作者: 覃振强(1975—), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治, E-mail: qinzqcn@163.com

termite were investigated before harvest (in November), the damaged plants and effective sugarcane stems were investigated and the sugarcane yield was measured when harvested. The control effects on sugarcane termite and the economic benefits were analyzed. 【Result】 There was no significant difference in the damaged plant rates of sugarcane termites treated by chlorantraniliprole 5% with 7.5 kg/hm² and chlorantraniliprole 4% with 7.5 kg/hm², and both significantly lower than that of sugarcane termite treated by imidacloprid 15% with 7.5 kg/hm² at Banmai Village test site, while there was no significant difference in the damaged plant rates of sugarcane termites treated with the three pesticides at Qu'ao Village test site. On the whole, the control effect of chlorantraniliprole 5% with 7.5 kg/hm² on sugarcane termite was better. The damaged plant rate of termite treated by chlorantraniliprole 5% with 7.5 kg/hm² was under 3%, with the field efficacy of over 80%. Compared with the control, the sugarcane yield under treatment of chlorantraniliprole 5% with 7.5 kg/hm² increased to 19.2–31.5 t/hm², and the net income increased to 8 784–15 180 yuan/hm², with obvious increases of yield and income. 【Conclusion】 Chlorantraniliprole 5% (Guizhong no.2) with 7.5 kg/hm² has better control effect on sugarcane termite with significant benefits, which can be used as the pesticide for controlling sugarcane termite in cane areas where this pest seriously damage.

Key words: sugarcane termites; insecticide; chlorantraniliprole; control effect; benefit analysis

【研究意义】甘蔗 (*Saccharum officinarum*) 是世界上最重要的糖料作物,也是重要的经济作物^[1]。2018年,我国甘蔗种植面积约为121.8万hm²,种植面积占我国糖料作物种植面积83.4%左右^[2]。甘蔗白蚁是为害甘蔗作物的白蚁种类,是一类社会性昆虫,在分类系统上属于比较原始的等翅目(Isoptera)昆虫^[3]。甘蔗自下种至收获的整个生长期,都可遭受白蚁为害,在萌芽期,白蚁侵入种茎或者蔗蔸,蛀食茎内组织,严重影响蔗芽的萌发,造成蔗地缺苗断垄;在苗期和分蘖期为害,一般由幼苗地下部嫩茎处侵入,影响幼苗的生长及分蘖,造成有效株数量降低;伸长期及成熟期为害则从蔗茎基部侵入,蛀食茎内组织,造成蔗茎内部被蛀空并伴有大量泥土;最终对甘蔗产量、糖分及蔗糖质量等带来非常大的影响^[4-5];已成为我国华南、华中和西南蔗区以及台湾省的一类重要甘蔗地下害虫^[6-8]。据报道,广西崇左市驮卢镇和新和镇甘蔗白蚁平均为害株率为26.32%,而在驮卢镇部分蔗区白蚁平均为害株率高达41.71%,在太平镇有的村屯甘蔗白蚁为害株率甚至高达71.23%^[5,9];广西驮卢东亚糖业有限公司对崇左市江州区3个乡镇的调查统计,甘蔗白蚁在新台糖22号和新台糖16号的平均为害株率分别为8.65%和6.17%,造成甘蔗茎产量损失分别为3.46%和2.75%,糖分损失分别为2.27%和2.05%^[4];这尚未包括甘蔗白蚁在前期为害对甘蔗出苗、分蘖影响所造成的严重影响。近十多年来由于高毒高残留的白蚁防治药剂的禁用,而替代药剂在药效、使用方便性等达不到理想效果,而且防治成本高,农民难以接受以致对甘蔗白蚁疏于管理,致使甘蔗白蚁发生为害越来

越严重^[9]。

【前人研究进展】目前,全世界已知白蚁种类有3000种左右,我国已确定的白蚁种类达476种^[10]。甘蔗白蚁在广东、广西、海南、福建、云南、贵州、四川、江西、浙江和台湾等省山区和丘陵旱地均有发生为害^[11-12]。目前报道为害甘蔗的白蚁种类有黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus*、海南土白蚁 *O. hainanensis*、黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi*、土垠大白蚁 *M. annandalei*、小头钩白蚁 *Ancistrotermes dimorphus*、菱巢锯白蚁 *Microcerotermes rhombinidus*、杨子江近扭白蚁 *Pericapritermes jangtsekiangensis*、近扭白蚁(曲颚白蚁/歪白蚁) *P. nitobei*、小象白蚁 *Nasutitermes parvonasutus*、黄胸散白蚁 *Reticulitermes flaviceps*、台湾乳白蚁(家白蚁) *Coptotermes formosanus* 等11种,分属于2科8属^[5-6,11-13]。在海南为害甘蔗的白蚁有黄胸散白蚁、台湾乳白蚁、黄翅大白蚁、黑翅土白蚁、海南土白蚁、近扭白蚁6种,其中黑翅土白蚁、海南土白蚁为害严重^[11]。在云南蔗区发生最普遍、为害最严重的是黑翅土白蚁和黄翅大白蚁2种^[13]。在广西发现为害甘蔗的白蚁种类有黑翅土白蚁、黄翅大白蚁、土垠大白蚁、小头钩白蚁、菱巢锯白蚁、杨子江近扭白蚁、小象白蚁、黄胸散白蚁、台湾乳白蚁9种,主要为害种类有黑翅土白蚁、小头钩白蚁、黄翅大白蚁和黄胸散白蚁。广西甘蔗主产区均受白蚁为害,其中以崇左市和北海市蔗区受白蚁为害最严重,崇左市甘蔗白蚁优势种为小头钩白蚁、黑翅土白蚁和土垠大白蚁;北海市甘蔗白蚁优势种为黑翅土白蚁和黄翅大白蚁;南宁市甘蔗白蚁优势种为黑翅土白蚁、黄胸散白蚁和黄翅大白蚁;柳州市

甘蔗白蚁优势种为黑翅土白蚁和黄翅大白蚁；来宾市甘蔗白蚁优势种为黑翅土白蚁^[5]。在防治上前期研究主要是通过一些高毒、高残留药剂对甘蔗白蚁进行防治，取得较好的防治效果^[11-12,14]，随着这些高毒、高残留药剂的禁用，人们开始转向研究环保、低毒、高效的白蚁防治药剂，对拟除虫菊酯类、氯代烟碱类、苯基吡啶类等化学药剂对白蚁的防治作用开展了大量研究^[15-26]。根据中国农药登记信息统计表明，目前我国批准登记用于白蚁防治的农药品种有联苯菊酯、吡虫啉、毒死蜱、氟虫腈、虫螨腈、氟啶脲、氟虫胺、氟铃脲、硫酰氟、氯菊酯、氯氰菊酯、氰戊菊酯、顺式氯氰菊酯、胺菊酯、硼酸锌、四水八硼酸二钠、伊维菌素等 17 种有效成分，共计登记了 76 个制剂产品，有悬浮剂、水乳剂、微乳剂、乳油、粉剂、可溶粉剂、可分散粒剂、水分散粒剂、饵剂、浓饵剂、饵片、膏剂、防蛀液剂、微胶囊悬浮剂，以及原药直接使用的产品。其中，联苯菊酯登记产品 26 个、吡虫啉产品 18 个、氟虫腈产品 10 个、毒死蜱产品 6 个、氯菊酯产品 4 个、氰戊菊酯和氟铃脲产品各 2 个，其余有效成分都各只有 1 个登记产品^[27]。

【本研究切入点】查询中国农药登记信息网发现，目前尚没有登记用于防治甘蔗白蚁的药剂，对甘蔗白蚁的防治尚缺乏施用简便、高效、低毒、对环境安全的防治药剂，本研究通过田间药剂试验及进行效益分析以期寻找出针对甘蔗白蚁的高效低毒且操作方便的防治药剂。【拟解决的关键问题】通过 1 年的药剂剂量试验及 2 年的防治效果测定，并对防治效果最好的药剂处理与空白对照进行调查测定，对比田间白蚁防治效果、有效茎数、产量等指标，计算经济效益，试验结果将为甘蔗白蚁田间防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试药剂为桂中 2 号（5% 氯虫苯甲酰胺）、桂中 3 号（4% 氯虫苯甲酰胺）、桂中 4 号（15% 吡虫啉）3 种甘蔗白蚁防治药剂，这些药剂均为粉剂，由崇左市桂中白蚁防治有限公司研发。

试验选取 4 块试验地，均为不同蔗农承包种植的自管地，其中新植蔗 1 块，宿根蔗 3 块。2018 年选取的板麦村试验地位于崇左市江州区江州镇板麦村，甘蔗种植品种为新台糖 22 号，第一

年宿根，土壤为赤红壤土；渠凹村试验地位于崇左市江州区濠湍镇渠凹村，甘蔗种植品种为粤糖 00-236 号，新植蔗，土壤为赤红壤土。2019 年选取的雷州新村试验地位于崇左市江州区驮卢镇雷州新村，甘蔗品种为桂柳 05-136，第一年宿根，土壤为赤红壤土；横龙村试验地位于崇左市江州区驮卢镇横龙村，甘蔗品种为桂糖 42 号，第二年宿根，土壤为赤红壤土。

1.2 试验方法

2018 年设置两个试验地，每块试验地设 5% 氯虫苯甲酰胺（桂中 2 号）和 4% 氯虫苯甲酰胺（桂中 3 号）两个不同剂量防治处理，以 15% 吡虫啉（桂中 4 号）防治处理和空白处理作对照，共 4 个处理；2019 年设置两个试验地，选取上一年筛选的一个最优药剂处理进行田间试验，每个试验地设置药剂及空白对照 2 个处理；试验中每块试验地的每个处理设置为 1 个大区，每个大区面积至少 0.2 hm²，种植行数至少 6 行，试验区周边设有保护行。

各药剂及剂量处理区用药量均为 7.5 kg/hm²，根据处理区面积计算所需要的基肥（普通复合肥）及用药量，并将基肥与处理药剂拌匀，新植蔗在种植时将拌匀后的药与肥混合物均匀撒施在摆好的蔗种上，然后盖土；宿根蔗在破垄施肥时将拌匀后的药与肥混合物均匀撒施在蔗蔸上，然后培上一层薄土；空白对照区按以上方法撒施不加白蚁防治药剂的基肥。各试验地块的施肥量、肥料选择和栽培管理措施按蔗农常规大田生产一致。

1.3 调查方法

2018 年在甘蔗伸长期末期且白蚁活动活跃的 11 月份期间调查试验地甘蔗白蚁为害株。调查时先排除大区两边各 1 行，避免不同处理间的干扰，然后采用平行取样法在剩余行中随机选取 5 段甘蔗行作为 5 个重复，每段甘蔗行顺次调查 100 株甘蔗，检查每株甘蔗基部是否存在白蚁为害，统计为害株率，计算各药剂处理的防治效果，确定防治效果最优的处理。在收获时再次对防治效果最优处理和空白对照的白蚁为害株、有效茎数、产量进行调查测定；甘蔗收获时在各大区中随机选取 3 块甘蔗区域采用平行取样法进行砍收和调查，每个区域 60 m² 左右；每个区域顺次调查 100 株甘蔗，检查砍口及甘蔗基部是否有白蚁入侵口，统计白蚁为害株；调查测量区域内甘蔗有效茎数及甘蔗产量。

$$\text{为害株率}(\%) = \frac{\text{为害株数}}{\text{调查总株数}} \times 100$$

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{\text{对照区为害株率} - \text{处理区为害株率}}{\text{对照区为害株率}} \times 100$$

采用 SPSS 19 对不同处理的为害株率、有效茎数量及甘蔗产量等进行单因素方差分析。将不同处理的小区平均产量折算为公顷产量并根据成本及支出收入等进行效益分析。

2 结果与分析

2.1 不同药剂处理对甘蔗白蚁的防治效果

从表 1 可以看出, 在两个试验点桂中 2 号和桂中 3 号处理间甘蔗白蚁为害株率差异均不显著; 在板麦村试验点, 桂中 2 号、桂中 3 号甘蔗白蚁为害株率与桂中 4 号、空白对照甘蔗白蚁为害株率差异均达极显著, 桂中 4 号与空白对照差异也达极显著; 在渠凹村试验点, 3 种药剂处理间甘蔗白蚁为害株率差异不显著, 与对照的差异均达极显著。从防治效果来看, 桂中 2 号、桂中 3 号在两个试验区为害株率均能控制在 4% 以内, 相对防治效果均达到 90% 以上。桂中 4 号在板麦村试验区的防治效果仅 51.06%。从结果可看出桂中 2 号对甘蔗白蚁的防治效果较好。

2.2 桂中 2 号对甘蔗白蚁的防治效果分析

从桂中 2 号对甘蔗白蚁的两年防治试验结果(表 2)来看, 使用桂中 2 号甘蔗白蚁防治药剂对甘蔗白蚁有很好的防治效果, 甘蔗白蚁平均为害株率均控制在 3% 以内, 相对防治效果达 80% 以上。分析结果表明: 在白蚁为害株率上, 渠凹村及横龙村处理区与对照区的白蚁为害株率差异

表 1 不同药剂处理对甘蔗白蚁的田间防治效果
Table 1 Field control effects of different insecticides against sugarcane termite (2018)

处理 Treatment	板麦村 Banmai Village		渠凹村 Qu'ao Village	
	为害株率 Damaged plant rate (%)	防治效果 Control effect (%)	为害株率 Damaged plant rate (%)	防治效果 Control effect (%)
桂中 2 号 Guizhou 2	2.00 ± 0.84 aA	96.98	1.80 ± 0.37 aA	94.80
桂中 3 号 Guizhou 3	3.60 ± 0.81 aA	94.56	2.60 ± 0.68 aA	92.49
桂中 4 号 Guizhou 4	32.40 ± 3.54 bB	51.06	6.60 ± 1.81 aA	80.92
CK	66.20 ± 4.20 cC		34.60 ± 3.88 bB	

注: 同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著, 大写英文字母不同者表示差异极显著。

Note: Different lowercase letters after data in the same column represent significant difference, and different capital letters represent extremely significant difference.

极显著, 板麦村处理区与对照区的白蚁为害株率差异显著, 雷州新村处理区与对照区的白蚁为害株率差异不显著; 在有效茎数上, 板麦村处理区与对照区的有效茎数差异极显著, 雷州新村处理区与对照区的有效茎数差异显著, 渠凹村及横龙村处理区与对照区的有效茎数差异不显著; 在甘蔗产量上, 4 个试验点处理区小区产量比对照平均增产 115.2~189.2 kg, 与对照区的小区产量差异均达显著水平以上, 其中雷州新村及横龙村处理区与对照区的小区产量差异达极显著。

2.3 桂中 2 号防治甘蔗白蚁经济效益分析

根据 2 年 4 个试验点的甘蔗白蚁防治试验来看, 增产最高的雷州新村试验点药剂处理小区平

表 2 杀虫剂桂中 2 号对甘蔗白蚁的田间防治效果

Table 2 Field control effect of insecticide Guizhong 2 against sugarcane termite

试验点 Test site	处理 Treatment	为害株率 Damaged plant rate (%)	防治效果 Control effect (%)	有效茎数 Effective stem number	小区平均产量 Average plot yield (kg)
板麦村 Banmai Village	桂中 2 号	0.33 ± 0.33*	98.8	412.7 ± 2.6**	570.3 ± 34.9*
	CK	27.00 ± 6.08		310.3 ± 13.3	430.0 ± 18.0
渠凹村 Qu'ao Village	桂中 2 号	2.67 ± 1.20**	88.6	497.0 ± 29.7	395.5 ± 29.1*
	CK	23.33 ± 3.38		414.0 ± 15.3	280.3 ± 10.6
雷州新村 Leizhouxin Village	桂中 2 号	0.00 ± 0.00	100	310.3 ± 11.1*	587.8 ± 30.4**
	CK	4.67 ± 2.73		246.0 ± 17.1	398.6 ± 19.1
横龙村 Henglong Village	桂中 2 号	2.00 ± 2.00**	83.3	319.7 ± 13.0	582.5 ± 30.8**
	CK	12.00 ± 0.58		321.0 ± 5.3	437.4 ± 7.2

注: * 表示同一试验点同列数据差异显著, ** 表示差异极显著。

Note: * after data in the same column of the same experiment site represents significant difference, ** represents extremely significantly difference.

均甘蔗产量比对照小区增产 189.2 kg, 折算每公顷增产 31.5 t, 按 2018 年甘蔗收购价 520 元/t 计算, 增加收入达 16 380 元, 除去每公顷用药成本 1 200 元, 每公顷增加纯利润 15 180 元; 对于甘蔗产量较低的渠凹村试验点药剂处理小区平均

甘蔗产量比对照小区仍增产 115.2 kg, 折算每公顷比对照区增加纯利润 8 784 元; 其他两个试验点药剂处理小区平均甘蔗产量比对照小区分别增产 140.3、145.1 kg, 折算每公顷增加纯利润 10 968、11 384 元(表 3)。

表 3 杀虫剂桂中 2 号防治甘蔗白蚁经济效益分析

Table 3 Analysis of economic benefit of insecticide Guizhong 2 against sugarcane termite

试验点 Test site	较对照小 区增产 Increased yield (kg)	较对照增产率 Increased yield rate (%)	折算每公顷增产 Increased yield per hectare (t)	甘蔗收购价 Sugarcane purchase price (yuan/t)	增收 Increased income per hectare (yuan/hm ²)	防治成本 Control price (yuan/hm ²)	纯增利润 Net income increase (yuan/hm ²)
板麦村 Banmai Village	140.3	32.6	23.4	520	12168	1200	10968
渠凹村 Qu'ao Village	115.2	41.1	19.2	520	9984	1200	8784
雷州新村 Leizhouxin Village	189.2	47.5	31.5	520	16380	1200	15180
横龙村 Henglong Village	145.1	33.2	24.2	520	12584	1200	11384

3 讨论

白蚁的防治方法有挖掘巢穴法、触杀法、毒饵诱杀法、驱避法等^[10], 然而为害甘蔗的白蚁或巢穴密集, 或巢穴入土深达 1~3 m, 在种植甘蔗的田块上大规模挖掘白蚁巢并不现实, 在防治上主要还是使用触杀法、毒饵诱杀法、驱避法等化学防治为主。20 世纪 70 年代前主要研究使用艾氏剂、氯丹、异狄氏剂、DDT、六六六、毒杀芬和狄氏剂等高毒高残留的杀虫剂进行甘蔗白蚁防治, 这些药剂曾经在甘蔗白蚁防治上取得了很好的防治效果^[11-13], 至 20 世纪 80、90 年代很少有关甘蔗白蚁防治研究的文献报道, 似乎已经解决了白蚁对甘蔗的为害问题, 但随着我国加入《POPs 公约》, 这些药剂已被全面禁止使用^[28]。随后以联苯菊酯为代表的拟除虫菊酯类药剂作为替代药剂逐渐被白蚁防治单位所认可, 但作为驱避作用机制的拟除虫菊酯类药剂对环境已存在的白蚁种群不能达到良好的灭杀效果。此外, 吡虫啉、氟虫腈、氟铃脲等具有良好发展空间的药剂被企业登记用于白蚁防治的产品也越来越多, 剂型上主要是以悬浮剂、乳油、水乳剂等为主^[29]。但目前还没有药剂登记在甘蔗白蚁防治上使用。本试验的药剂氯虫苯甲酰胺对白蚁是一种无驱避性、慢性毒性的杀白蚁剂, 能降低行动速度, 迅速停止取食, 利于白蚁种群间的传递, 是一种很有潜力的白蚁替代药物, 具有广阔的应用前景^[30]。

白蚁是一类社会性昆虫, 其行为与其群体生活方式互相配合。已经证实, 在群体营养上工蚁

担任着极重要的任务。食物首先由工蚁吞入体内, 然后将已经消化或半消化的食物液体从口吐出或由肠管末端排出, 喂给不能自行取食的幼蚁、兵蚁、蚁王和蚁后。同时, 工蚁对于兵蚁以及工蚁互相之间也经常有进行舐刷的习性^[10]。本试验所有试验点均位于崇左蔗区, 其优势甘蔗白蚁种类为小头钩白蚁, 其巢穴属于极端分散类型, 防治上用传统的挖巢法对小头钩白蚁很难奏效^[31]。本试验通过筛选研发出桂中 2 号可通过与复合肥料混合均匀后在甘蔗根部周围撒施, 能有效地在甘蔗周围形成毒土条带, 在白蚁取食为害甘蔗时触碰药剂并将药剂粘附在白蚁体壁上, 被体壁吸收并带回巢内传给其他个体, 同时对白蚁具有延缓的致死作用, 达到全巢灭杀的目的。通过试验结果表明: 桂中 2 号能有效防治甘蔗白蚁, 减少甘蔗受白蚁的危害, 即使在白蚁为害严重的板麦村和渠凹村两个试验点甘蔗白蚁平均为害株率也能控制在 3% 以内。

甘蔗自下种至收获的整个生长期, 都可遭受白蚁为害。本试验中对甘蔗白蚁的为害只调查了成熟收获时的情况, 而在甘蔗萌芽期, 白蚁侵入种茎或者蔗蔸, 蛀食茎内组织, 影响蔗芽的萌发, 在甘蔗苗期和分蘖期为害, 影响幼苗的生长及分蘖, 对于这些为害情况在本研究均未能有效反映, 甘蔗收获调查白蚁为害株率只反映出在伸长期及成熟期白蚁从蔗茎基部侵入, 造成蔗茎被蛀空并伴有大量的泥土表现, 但白蚁为害影响最终都反映在甘蔗产量上。另外, 从两年的测产调查来看, 2018 年板麦村和渠凹村两个试验点对照区白蚁平

均为害株率均在 20% 以上, 2019 年雷州新村和横龙村两个试验点对照区白蚁平均为害株率相对较低, 甚至不到 5%, 这可能是 2019 年的气候环境因素等原因使得该区域的甘蔗白蚁在甘蔗后期为害较轻, 但对于甘蔗整个生长期来说并不能说明雷州新村和横龙村两个试验点的对照区白蚁为害比板麦村和渠凹村两个试验点对照区的白蚁为害轻, 因为 4 个试验点的甘蔗产量防治区与对照区之间的差异均明显。通过利用桂中 2 号药剂在不同地块、不同种植品种、不同管理水平及不同植期的甘蔗上进行甘蔗白蚁防治处理后甘蔗均得到有效保护, 较对照增产 32.6%~47.5%, 这也说明该蔗区甘蔗白蚁为害对甘蔗的产量影响大。

4 结论

本试验通过 3 种药剂与肥料混合均匀后在甘蔗根部周围撒施, 在甘蔗周围形成毒土条带的方式, 筛选出对甘蔗白蚁防治效果较好的药剂桂中 2 号 (5% 氯虫苯甲酰胺)。使用该药剂 7.5 kg/hm² 与肥料混合在甘蔗根部周围撒施后, 可在甘蔗周围形成有效的毒土带, 且其对白蚁具有延缓的致死作用, 药剂可被白蚁带回巢内传给其他个体, 一段时间后即可导致全巢白蚁中毒死亡, 达到全巢灭杀的目的。桂中 2 号对甘蔗白蚁具有良好的防治作用, 能挽回较高的经济损失, 且使用方便, 建议在甘蔗白蚁为害区大面积推广使用。

参考文献 (References) :

- [1] 王鉴明. 中国甘蔗栽培学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1985: 1-5.
WANG J M. Sugarcane cultivation in China [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1985: 1-5.
- [2] 刘晓雪, 田冰, 白晨. 我国糖料产业发展特点、问题与趋势 [J]. 中国糖料, 2019, 41 (2): 47-51. DOI:10.13570/j.cnki.scc.2019.02.010.
LIU X X, TIAN B, BAI C. Characteristics, problems and development trends of sugar crop industry in China [J]. *Sugar Crops of China*, 2019, 41 (2): 47-51. DOI:10.13570/j.cnki.scc.2019.02.010.
- [3] 刘源智. 中国白蚁生物学及防治 [M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1998: 1-2.
LIU Y Z. Biology of termites in China and its prevention and control technology [M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press, 1998: 1-2.
- [4] 姚全, 黄秋琼, 宁准健, 罗春毅, 方苗朱. 螟虫、锯天牛及白蚁对甘蔗产量和蔗糖分的危害及防治 [J]. 广西蔗糖, 2006, (3): 3-6.
YAO Q, HUANG Q Q, NING Z J, LUO C Y, FANG M Z. Damage of borer, prionid and termite to sugarcane yield and sucrose content and its control [J]. *Guangxi Sugarcane & Canesugar*, 2006 (3): 3-6.
- [5] 邓铁军, 张永坚, 陆燕燕, 张伟坚, 刘丽辉. 广西蔗区白蚁发生为害及优势种群调查 [J]. 南方农业学报, 2017, 48 (6): 1009-1013. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2017.06.11.
DENG T J, ZHANG Y J, LU Y Y, ZHANG W J, LIU L H. Sugarcane damages caused by termite and dominant termite populations in Guangxi [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2017, 48 (6): 1009-1013. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2017.06.11.
- [6] 冯奕玺. 甘蔗白蚁危害及防治措施 [J]. 广西植保, 2007, 20 (4): 33-34.
FENG Y X. Damage of termites on sugarcane and its prevention and control measures [J]. *Guangxi Plant Protection*, 2007, 20 (4): 33-34.
- [7] 马改艳, 徐学荣. 对当前我国甘蔗产业发展形势的分析与思考 [J]. 云南农业大学学报 (社会科学版), 2013, 7 (6): 29-35. DOI:10.3969/j.issn.1004-390X(s).2013.06.007.
MA G Y, XU X R. Analysis and deliberation on the current development situation of China's sugar industry [J]. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 2013, 7 (6): 29-35. DOI:10.3969/j.issn.1004-390X(s).2013.06.007.
- [8] 谢永坚, 胡玉伟, 黄求应, 雷亮. 甘蔗白蚁防治研究进展 // 华中昆虫研究 (第 8 卷) [C]. 华中三省昆虫学会 2012 年学术年会暨全国白蚁防治学术研讨会论文集, 2012: 124-126.
XIE Y J, HU Y W, HUANG Q Y, LEI L. The research development of termite in sugarcane // Insect Study in Central China (Vol.8) [C]. Proceedings of 2012 Annual Meeting of Entomological Society of Central China · National seminar on Termite Control in China, 2012: 124-126.
- [9] 潘雪红, 黄诚华, 魏吉利, 商显坤, 王伯辉. 广西崇左蔗区白蚁为害情况调查初报 [J]. 南方农业学报, 2012, 43 (3): 326-328. DOI:2095-1191 (2012) 03-0326-03.
PAN X H, HUANG C H, WEI J L, SHANG X K, WANG B H. Preliminary investigation report on sugarcane damages caused by termite in Chongzuo City of Guangxi [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2012, 43 (3): 326-328. DOI:2095-1191 (2012) 03-0326-03.
- [10] 黄复生, 朱世模, 平正明. 中国动物志·昆虫纲 第十七卷 等翅目 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-9.
HUANG F S, ZHU S M, PING Z M. Fauna Sinica · Insecta, Vol.17, Isoptera [M]. Beijing: Science Press, 2000: 1-9.
- [11] 任大方. 白蚁为害甘蔗及防治方法的初步研究 [J]. 植物保护学报, 1964, (1): 49-60.
REN D F. A preliminary study on the termites infesting sugarcane and their control [J]. *Acta Phytomycológica Sinica*, 1964 (1): 49-60.
- [12] 福建省农业科学院蔗麻研究所. 甘蔗白蚁及其防治 [J]. 甘蔗糖业, 1977 (8): 26-30.
Institute of Cane and Hemp, Fujian Academy of Agricultural Sciences. Species and control of termite on sugarcane [J]. *Sugarcane & Canesugar*, 1977 (8): 26-30.
- [13] 黄应昆, 李文凤, 罗志明, 王晓燕, 卢文洁. 甘蔗地下害虫发生危害特点及防治 [J]. 中国糖料, 2010 (1): 62-65.
HUANG Y K, LI W F, LUO Z M, WANG X Y, LU W J. Occurrence characteristics of underground sugarcane pests and their control [J]. *Sugar Crops of China*, 2010 (1): 62-65.
- [14] 肖锦棠. 防治甘蔗白蚁的几种方法 [J]. 甘蔗糖业, 1975 (12): 52-53.
XIAO J T. Several methods of against termite on sugarcane [J].

- Sugarcane & Canesugar*, 1975 (12): 52-53.
- [15] 韦昌华, 卢川川, 易叶华. 吡虫啉防治台湾乳白蚁的初步研究[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21 (4): 33-35,39.
WEI C H, LU C C, YI Y H. Preliminary study on the control of *Coptotermes formosanus* Shiraki by imidacloprid [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2000, 21 (4): 33-35,39.
- [16] 李新平, 吴旭荣, 赵飞飞. 吡虫啉·氯氰菊酯乳油对台湾乳白蚁的毒力测定[J]. 中华卫生杀虫药械, 2004, 10 (1): 47-48.
LI X P, WU X R, ZHAO F F. Toxicity test of the mixture of Imidacloprid and Cypermethrin to *Coptotermes formosanus* Shiraki [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2004, 10 (1): 47-48.
- [17] 邹文娟, 尹红. 联苯菊酯3种剂型对台湾乳白蚁的药效研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2009, 15 (3): 197-199. DOI:10.19821/j.1671-2781.2009.03.007.
ZOU W J, YIN H. Toxic effects of three kinds of bifenthrin formulations on *Coptotermes formosanus* [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2009, 15 (3): 197-199. DOI:10.19821/j.1671-2781.2009.03.007.
- [18] 何利文, 赵秦, 林雁, 张睿. 吡虫啉在白蚁防治中的研究进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2009, 20 (1): 85-87.
HE L W, ZHAO Q, LIN Y, ZHANG R. Research development of imidacloprid in the control of termite [J]. *Chinese Journal of Vector Biology and Control*, 2009, 20 (1): 85-87.
- [19] 周留坤, 周晔, 季国华. 5%联苯菊酯微囊悬浮剂对白蚁的灭效研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2013, 19 (2): 104-107. DOI:10.19821/j.1671-2781.2013.02.005.
ZHOU L K, ZHOU Y, JI G H. Efficacy of 5% bifenthrin microcapsule suspending against termites [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2013, 19 (2): 104-107. DOI:10.19821/j.1671-2781.2013.02.005.
- [20] 马延军, 隋晓斐. 氯虫苯甲酰胺和联苯菊酯对台湾乳白蚁的药效对比[J]. 中华卫生杀虫药械, 2013, 19 (4): 320-322. DOI:10.19821/j.1671-2781.2013.04.014.
MA Y J, SUI X F. Comparison on efficacy of chlorantraniliprole and bifenthrin against *Coptotermes formosanus* [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2013, 19 (4): 320-322. DOI:10.19821/j.1671-2781.2013.04.014.
- [21] 罗亚萍, 侯守鹏. 吡虫啉毒饵对台湾乳白蚁的防治效果[J]. 农药, 2014, 53 (3): 217-218,221. DOI:10.16820/j.cnki.1006-0413.2014.03.018.
LUO Y P, HOU S P. The Control efficiency of imidacloprid bait on *Coptotermes formosanus* Shiraki [J]. *Agrochemicals*, 2014, 53 (3): 217-218,221. DOI:10.16820/j.cnki.1006-0413.2014.03.018.
- [22] 杨云秋, 王众, 黄中山, 何基伍, 龙雁华. 茶皂素对联苯菊酯防治白蚁增效作用的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2015, 42 (2): 248-251. DOI:10.13610/j.cnki.1672-352x.20150302.022.
YANG Y Q, WANG Z, HUANG Z S, HE J W, LONG Y H. Synergistic effect of tea saponin on bifenthrin against termite [J]. *Journal of Anhui Agricultural University*, 2015, 42 (2): 248-251. DOI:10.13610/j.cnki.1672-352x.20150302.022.
- [23] 张晓杰, 汪霞, 龚进先, 李建生, 周燕青, 余松才. 联苯菊酯用于白蚁防治的研究进展[J]. 安徽农业通报, 2017, 23 (21): 74-76. DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2017.21.032.
ZHANG X J, WANG X, GONG J X, LI J S, ZHOU Y Q, YU S C. Research advances in application of Bifenthrin in termite control [J]. *Anhui Agricultural Science Bulletin*. 2017, 23 (21): 74-76. DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2017.21.032.
- [24] 张亮, 曾小虎, 徐鹏, 陈尚海. 10%联苯菊酯微囊悬浮剂土壤和木材处理防治白蚁田间药效评价[J]. 中华卫生杀虫药械, 2019, 25(1): 77-80. DOI:10.19821/j.1671-2781.2019.01.024.
ZHANG L, ZENG X H, XU P, CHEN S H. Field efficacy of soil and wood treated with 10% bifenthrin microcapsule suspending agent against termites [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2019, 25 (1): 77-80. DOI:10.19821/j.1671-2781.2019.01.024.
- [25] 王成忠, 赵芷悦. 氟虫腈和吡虫啉对散白蚁的防治研究[J]. 南方农机, 2019, 50 (8): 46.
WANG C Z, ZHAO Z Y. Study on the control of reticulitermes with fipronil and imidacloprid [J]. *South Agricultural Machinery*, 2019, 50 (8): 46.
- [26] 罗春毅, 黄乃赐. 除虫菊酯类杀虫剂防治甘蔗地白蚁试验初报[J]. 广西蔗糖, 2010 (2): 17-18.
LUO C Y, HUANG N C. A preliminary report on the control of sugarcane termite by pyrethroid insecticides [J]. *Guangxi Sugarcane & Canesugar*, 2010 (2): 17-18.
- [27] 曹兵伟, 张文君. 白蚁防治农药登记产品[J]. 农药市场信息, 2019 (9):37. DOI:10.13378/j.cnki.pmn.2019.09.023.
CAO B W, ZHANG W J. Termite control pesticide registered products [J]. *Pesticide Market News*, 2019 (9): 37. DOI:10.13378/j.cnki.pmn.2019.09.023.
- [28] 高道蓉, 高文, 夏建军, 吕伟传, 杨炳长. 我国白蚁化学防治的研究进展[J]. 中华卫生杀虫药械, 2009 (1): 53-57. DOI:10.19821/j.1671-2781.2009.01.023.
GAO D R, GAO W, XIA J J, LU W C, YANG B C. Research progress on chemical control of termite in China [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2009 (1): 53-57. DOI:10.19821/j.1671-2781.2009.01.023.
- [29] 尹红, 崔巧利, 隋晓斐, 隋贺. 我国目前登记有效的白蚁防治药剂统计分析[J]. 白蚁防治, 2015 (1): 36-41.
YIN H, CUI Q L, SUI X F, SUI H. Statistical analysis of the pesticides of termite registered in China [J]. *Termite Control*, 2015 (1): 36-41.
- [30] 侍甜, 何利文, 黄晓光, 林雁. 氯虫苯甲酰胺在白蚁防治中的研究概述[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22 (2): 193-197. DOI:10.19821/j.1671-2781.2016.02.028.
SHI T, HE L W, HUANG X G, LIN Y. Review of chlorantraniliprole in termite control [J]. *Chinese Journal of Hygienic Insecticides and Equipmen*, 2016, 22 (2): 193-197. DOI:10.19821/j.1671-2781.2016.02.028.
- [31] 贾豹, 韦戈, 陈正麟, 陆会天, 郑霞林, 韩然勤, 陆温. 小头钩白蚁巢结构研究[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53 (5): 1124-1129. DOI:10.7679/j.issn.2095-1353.2016.138.
JIA B, WEI G, CHENG Z L, LU H T, ZHENG X L, HAN R Q, LU W. Nest structure of *Ancistrotermes dimorphus* Tsai et Chen [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2016, 53 (5): 1124-1129. DOI:10.7679/j.issn.2095-1353.2016.138.