

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.03.20

甘蔗螟虫绿色防控技术集成与应用

许汉亮, 林明江, 李继虎, 胡玉伟, 黄志武, 管楚雄*

(广州甘蔗糖业研究所/广东省甘蔗改良与生物炼制重点实验室, 广州 510316)

摘要: 根据甘蔗螟虫发生与危害特点, 协调应用各单项绿色防控技术。在甘蔗生长前期施用高效低毒杀虫剂, 中期及中后期实施以性诱剂和赤眼蜂协调应用为主的防治螟虫关键技术, 并加强田间管理。在广东遂溪县、翁源县和广西扶绥县两省区三地技术集成应用示范, 结果表明: 螟害防控效果明显, 并取得了良好的经济效益和生态效益。

关键词: 甘蔗螟虫; 性诱剂; 赤眼蜂; 绿色防控

中图分类号: Q968.1; S435.661

文献标志码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 02-0589-06

Application of green integrated management technology on sugarcane borers

XU Han-Liang, LIN Ming-Jiang, LI Ji-Hu, HU Yu-Wei, HUANG Zhi-Wu, GUAN Chu-Xiong*
(Guangzhou Sugarcane Industry Research Institute, Guangdong Key Lab of Sugarcane Improvement & Biorefinery, Guangzhou 510316, China)

Abstract: The paper introduced the critical techniques of green and sustainable sugarcane borers management in two Provinces that contains three areas. The management system was built based on occurrence and damage characteristic of sugarcane pests. Firstly, using sex pheromones for detection and monitoring. Then, based on the data of monitoring, agricultural techniques, high effect and low toxic chemical pesticides, biological control, and sex pheromone with air permeation and attract-and kill techniques are integrated to manage these pests. The results showed that the sugarcane pests were controlled in a low population by using this management system, which earning great economic and ecological effects.

Key words: Sugarcane borers; sex pheromone lures; *Trichogramma* sp.; green and sustainable management

甘蔗螟虫是危害甘蔗的一类重要钻蛀性害虫。主要种类有条螟 *Proceras venosatum* Walker、二点螟 *Chilo infuscatellus* Snellen、黄螟 *Tetramoera schistaceana* Snellen 和白螟 *Tryporyza intact* Snellen 等。不单种类多且危害周期长, 甘蔗从种植到收获均可受到螟虫为害, 产量和糖分均受影响 (李奇伟等, 2000)。特别是近年来螟虫在广东、广西等蔗区的严重发生给蔗糖业发展造成巨大的经济

损失 (安玉兴等, 2013; 龙梦玲等, 2013)。由于螟虫具钻蛀习性, 绝大部分时间在蔗茎内隐蔽生活, 导致防治难度大, 特别是甘蔗生长中后期, 甘蔗植株已长高, 单靠化学农药很难防控。而长期以来使用化学农药进行防治是蔗农惯用的方法, 如呋喃丹、毒死蜱、特丁磷等农药是普遍选用的药剂 (杨友军, 2003)。对化学农药过度依赖及化学农药的不合理使用, 尤其是高毒化学农药的滥

基金项目: 科技部科研院所技术开发研究专项资金 (2012EGIII229); 公益性行业 (农业) 科研专项 (201303017); 广东省科技计划项目 (2013B020309002)

作者简介: 许汉亮, 男, 1966 年生, 高级农艺师, 从事作物有害生物综合治理, E-mail: xhlgzd@163.com

* 通讯作者 Author for corresponding, E-mail: cxguan@126.com

收稿日期 Received: 2015-07-07; 接受日期 Accepted: 2015-12-26

用,不但对蔗田生态造成破坏,加速了害虫抗药性的产生,而且对人畜、环境安全也造成威胁(龚恒亮等,2005)。因此,寻求甘蔗螟虫防控的化学农药替代或减施增效技术,实施绿色防控,确保甘蔗高效安全种植十分必要。

利用性诱剂和赤眼蜂是螟虫绿色防控的两大主要技术,是分别对螟虫成虫和卵两种不同虫态进行防控。上世纪八十年代开始,性诱剂防治甘蔗螟虫技术在多地应用(管楚雄,2001;吴小明,2002;张伟雄,2004)。近年来,利用性诱剂进行螟虫监测和以性诱剂为核心的螟虫系统控制技术的研究与应用取得了较大进展(管楚雄等,2012;许汉亮等,2013)。赤眼蜂是国内外广泛应用于多种农林害虫防控一类寄生天敌。我国于1958年在广东顺德建立了第一个赤眼蜂站之后,全国各蔗区逐步展开赤眼蜂防治螟虫工作。近年来,赤眼蜂防控螟虫在两广蔗区又逐渐受到重视(欧伟兴等,2011;袁曦等,2014),赤眼蜂的大量繁殖与应用研究也取得进展(王坤等,2014;易帝玮等,2014)。

本研究将针对当前甘蔗螟虫种类多、发生频率高、成灾面广等突出问题,利用性诱剂对甘蔗螟虫进行监测,集成性诱剂、赤眼蜂以及高效低毒化学防治等关键技术措施应用,探索构建甘蔗螟虫绿色防控技术集成体系,为甘蔗害虫绿色防控提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

甘蔗螟虫性诱剂诱芯和2% SP003 杀虫颗粒剂由广州甘蔗糖业研究所提供。3% 呋喃丹为美国FMC 亚洲公司生产,从市场购买。赤眼蜂种类为螟黄赤眼蜂 *Trichogramma chilonis* Ishii 分别由广东广前糖业发展有限公司和广西扶南东亚糖业有限公司提供。甘蔗品种为新台糖22号。

1.2 试验设计

1.2.1 示范区概况

2013年分别在广东遂溪县和翁源县,广西扶绥县蔗区建立甘蔗螟虫绿色防控技术集成示范。各示范面积25–30 hm²。其中,翁源示范区地处粤北生态类型蔗区,土壤属于沙壤土,中等肥力,年均降雨量约1760 mm, pH 6.2,主要螟虫有条螟、二点螟和黄螟等;遂溪示范区土壤类型属于

沙质砖红壤土,中等肥力,年均降雨量约1780 mm, pH5.1;扶绥示范区土壤类型为砖红壤土,中等肥力,年均降雨量约1300 mm, pH6.4;遂溪示范区和扶绥示范区分别属《我国2008–2015年甘蔗优势区域布局规划》三大优势区的粤西琼北优势蔗区和桂中南优势蔗区,主要螟虫均为条螟、二点螟和白螟等。

以与示范区相距100 m以上或防护林作为自然隔离带,环境、土壤类型接近,管理水平相似的蔗区为对照观察区。每个对照观察区4–5 hm²。

1.2.2 防治处理设计

螟虫绿色防控技术集成处理I:2% SP003 杀虫颗粒剂+性诱剂+赤眼蜂+农业防治,试验实施地为广东遂溪和广西扶绥;

螟虫绿色防控技术集成处理II:2% SP003 杀虫颗粒剂+性诱剂+农业防治,试验实施地为广东翁源;

常规防治(对照):3% 呋喃丹+农业防治,不释放赤眼蜂和性诱剂,试验实施地与各处理相对应。

1.3 防治措施实施

1.3.1 杀虫剂施用时间和用量

下种时将杀虫药剂直接施于植蔗沟中再覆土。药剂选用2% SP003 颗粒剂,5 kg/667 m²。对照区则施用3% 呋喃丹颗粒剂5 kg/667 m²,在下种和小培土时各施用1次,共2次用药。

1.3.2 赤眼蜂和性诱剂使用时间和用量

释放赤眼蜂:根据虫情测报,在3月下旬和4月上中旬分别释放赤眼蜂1次;5月下旬针对条螟第1代成虫,在成虫羽化始盛日前2–3 d,利用性诱剂迷向防治,在插迷向管约7–10 d后释放赤眼蜂1次;针对第2代条螟卵在6月中旬释放赤眼蜂1次。释放赤眼蜂的数量约15万头/hm²/次。放蜂时将蜂卡折叠向内,避免雨水直接淋或太阳照射。蜂卡可固定在蔗叶片靠近梢部处。应选择无雨、无大风的天气放蜂。

性诱剂迷向:分别在5月下旬、7月中旬和8月底条螟第1代、第2代、第3代成虫羽化始盛日前,插性诱剂迷向管进行迷向法防治,插管密度为100支/667 m²。插管要求均匀,尽量避免“插花”现象。操作时要求把迷向管插在甘蔗心叶下第2片、第3片叶中脉中下部靠近叶鞘处,两端露出相等长度。

性诱剂诱杀:从越冬代开始,在条螟成虫羽

化始盛日前 2-3 d 开始布设性诱剂诱杀器。诱杀盆布设在蔗地的上风处, 每 0.5-0.6 hm² 蔗田设 1 个。隔 15 d 添加 1 片诱芯, 每代虫共用 2 片诱芯。3-4 月间诱杀盆放地面, 此后随着甘蔗长高, 可提高到距地面 1-1.2 m。

1.3.3 农业技术措施

加强农业管理技术措施落实。种植时选用无虫口健康种茎种苗并用石灰水或多菌灵等进行消毒。中耕培土时除掉部分过密的无效分蘖。8-9 月间, 如劳动力许可, 可人工剥除部分老蔗叶, 增加田间通风透光度。不偏施氮肥, 适当增钾肥用量, 兼顾中微量元素平衡。

1.4 调查与计算

调查时间: 12 月中旬 (赤眼蜂寄生为 9 月初)

样点选择: 每个调查点取 5 个样点 (梅花形法)。

枯梢株、螟害株: 螟害株每样点调查 100 株甘蔗, 分别记录螟害株和其中枯梢株数 (螟害株包含枯梢株)。螟害节每样点随机调查 10 株甘蔗, 统计螟虫为害节数、总节数。计算为害率及相对防效。

螟害株率 (%) = 螟害株 / 总株数 × 100

枯梢率 (%) = 枯梢株数 / 总株数 × 100

螟害节率 (%) = 螟害螟节数 / 总节数 × 100

相对防效 (%) = (对照危害数 - 处理危害数) / 对照危害数 × 100

产量和蔗糖分测产: 参照农业部《全国糖料高产创建示范片测产验收办法 (试行)》(农办农〔2010〕104 号)

捕食性天敌: 每样点沿植蔗行量 5 m 长度, 剥除老蔗叶, 观察记录蠖螟数量, 计算每 667 m² 有蠖螟数量 (甘蔗种植行距为 1 m)。

蠖螟数量 (头/667m²) = 蠖螟数量 / 5 × 667

寄生性天敌: 每样点采集螟虫卵块 8-10 块, 现场判断或带回室内培养观察, 螟虫卵块有被赤眼蜂寄生的视为寄生卵块, 记录被赤眼蜂寄生的卵块数量, 计算卵块寄生率。

卵块寄生率 (%) = 被寄生卵块数 / 总卵块数 × 100

1.5 统计分析

采用 SPSS 软件, 示范处理与对照处理进行 t 测验。

2 结果与分析

2.1 螟害防控效果

2.1.1 螟害株率

由图 1 可见, 各地技术集成处理的螟害株率均低于以施用两次农药为主处理的 (对照), 平均螟害株率为 30.96% - 34.87%, 与对照比较, 相对防效为 29.02% - 32.51%, 均达差异极显著水平 (广东遂溪 $t = -6.945$, $P < 0.01$; 广东翁源 $t = -6.592$, $P < 0.01$; 广西扶绥 $t = -9.063$, $P < 0.01$)。相对防效由高至低依次为遂溪 (处理 I) > 扶绥 (处理 I) > 翁源 (处理 II)。遂溪和扶绥示范区实施低毒杀虫颗粒剂 + 性诱剂 + 赤眼蜂 + 农业防治措施, 而翁源示范区除没有释放赤眼蜂外, 其它措施同处理 I。

2.1.2 枯梢株率

条螟、白螟的严重为害易导致中后期枯梢株发生。由图 2 可见, 各技术集成处理的螟害枯梢率均低于对照处理, 平均枯梢率为 5.29% - 7.52%, 相对防效为 26.50% - 45.46%, 达差异极显著或差异显著水平。(广东遂溪 $t = -4.202$, $P < 0.01$; 广东翁源 $t = -3.317$, $P = 0.011$; 广西扶绥 $t = -2.998$, $P = 0.017$)。相对防效由高至低次序与螟害株防效次序相同, 没有释放赤眼蜂的翁源示范区最低。

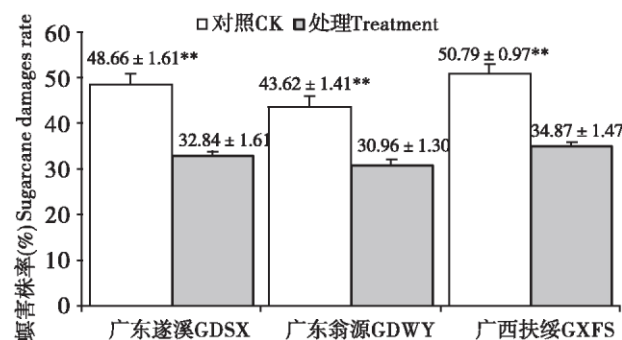


图 1 不同示范点螟害株率比较

Fig. 1 The sugarcane damages rate of treatment in different locations

注: 数据为平均值 ± 标准误。柱形图上的 “*” 和 “**” 分别表示技术集成处理与对照区螟害株率差异显著 ($P < 0.05$) 和差异极显著 ($P < 0.01$), 下同。Note: The data showed in the figures are Mean ± SE. The sign “*” indicated that Treatment and CK are significantly different at $P < 0.05$, and the sign “**” indicated that Treatment and CK are significantly different at $P < 0.01$. The same below.

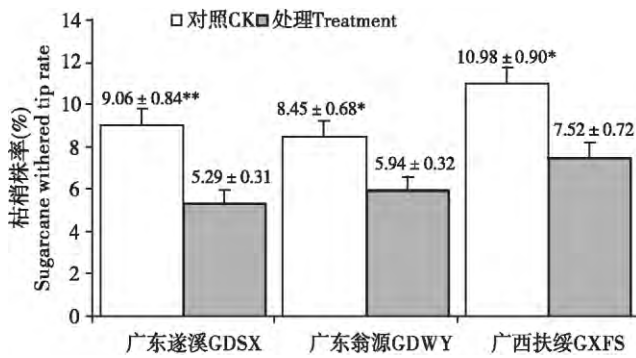


图2 不同示范点枯梢株率比较

Fig. 2 The sugarcane withered tip rate of treatment in different locations

2.1.3 螟害节率

由图3可见,各技术集成处理的螟害节率均低于对照处理,平均螟害节率为8.56%–13.00%,相对防效为20.07%–31.83%,均达差异极显著水平(广东遂溪 $t = -16.061$, $P < 0.01$; 广东翁源 $t = -21.669$, $P < 0.01$; 广西扶绥 $t = -16.484$, $P < 0.01$)。相对防效由高至低依次为遂溪(处理I) > 翁源(处理II) > 扶绥(处理I)。

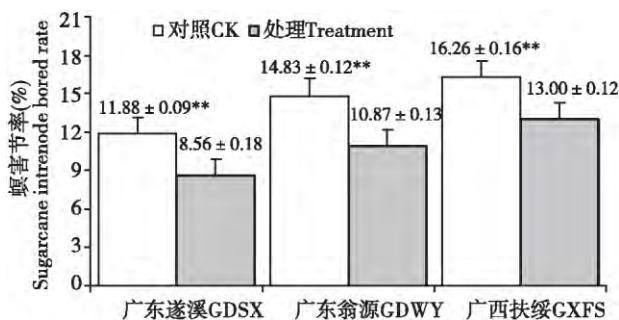


图3 不同示范点螟害节率比较

Fig. 3 The sugarcane internode bored rate of treatment in different locations

2.2 蔗产量和糖分测产结果

2.2.1 蔗产量

收获期测产结果表明,各技术集成处理与对照均表现出一定的增产、增糖效果。由图4可知,各技术集成处理的667 m²平均甘蔗产量为5.14 t至5.33 t,增产6.20%至8.56%,均达差异显著水平(广东遂溪 $t = 2.821$, $P = 0.022$; 广东翁源 $t = 2.327$, $P = 0.048$; 广西扶绥 $t = 2.376$, $P = 0.045$)。增产幅度由高至低依次为遂溪(处理I) > 扶绥(处理I) > 翁源(处理II)。

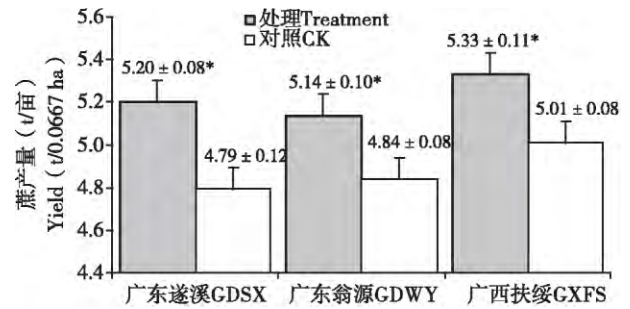


图4 不同示范点与对照测产产量比较

Fig. 4 The yield of sugarcane of treatment in different locations

2.2.2 蔗糖分

由图5可知,各技术集成处理测产的平均蔗糖分为11.61%至12.67%,增幅2.36%至2.96%,均达差异显著水平(广东遂溪 $t = 2.540$, $P = 0.035$; 广东翁源 $t = 2.340$, $P = 0.047$; 广西扶绥 $t = 2.335$, $P = 0.048$)。增糖幅度由高至低次序与增产次序相同。

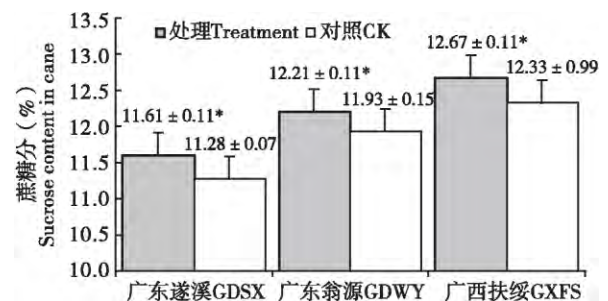


图5 不同示范点测产蔗糖分比较

Fig. 5 The sucrose content in cane of treatment in different locations

2.3 蔗田优势天敌比较

2.3.1 蠼螋数量

收获期调查发现,蔗田的主要天敌种类有赤眼蜂、螟黄足盘绒茧蜂等寄生性天敌和蠼螋、瓢虫、蜘蛛等捕食性天敌。针对占优势的蠼螋和赤眼蜂两种天敌进行调查分析。由图6可见,各技术集成处理蔗田的蠼螋数量明显多于对照区的,增加32.81%到48.21%,均达差异极显著水平(广东遂溪 $t = 12.442$, $P < 0.01$; 广东翁源 $t = 8.552$, $P < 0.01$; 广西扶绥 $t = 21.066$, $P < 0.01$)。田间蠼螋数量由高至低依次为扶绥(处理I) > 遂溪(处理I) > 翁源(处理II)。

2.3.2 赤眼蜂寄生率

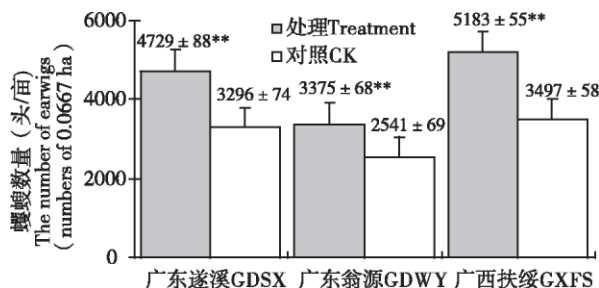


图6 不同示范点田间蔗螟数量比较

Fig. 6 The number of earwigs of Treatment in different locations

由图7可见,各技术集成处理螟虫卵块的赤眼蜂寄生率均高于对照区的,卵块寄生率分别比对照提高36.56%至58.35%,且差异显著或差异极显著水平(广东遂溪 $t = 21.534$, $P < 0.01$; 广东翁源 $t = 3.263$, $P = 0.011$; 广西扶绥 $t = 7.275$, $P < 0.01$)。赤眼蜂寄生率由高至低依次为遂溪(处理I) > 扶绥(处理I) > 翁源(处理II)。

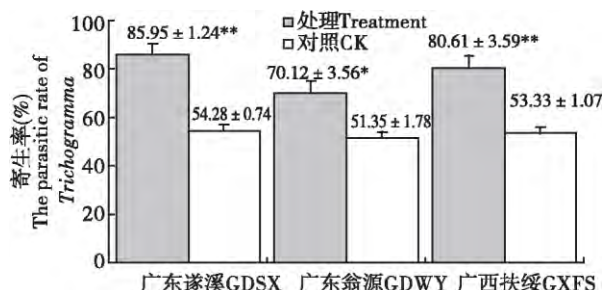


图7 不同示范点赤眼蜂寄生率比较

Fig. 7 The parasitic rate of *Trichogramma* of treatment in different locations

2.4 螟害防效与经济指标分析

在广东、广西两省三地实施技术集成处理I和处理II的示范结果表明,甘蔗产量和蔗糖分经济指标的增加次序(图4、图5)与螟害株、枯梢株的防控效果(图1、图2)及赤眼蜂卵块寄生率(图7)高低次序一致,即螟害防控效果好,蔗产量和蔗糖分则增幅大。螟害株和枯梢株的防效最好的是广东遂溪,广西扶绥次之,产量和蔗糖分提高也如此。遂溪和扶绥示范区均实施技术集成处理I;而翁源示范区则实施技术集成处理II,没有释放赤眼蜂,表现出最终的经济指标增长幅度最低。

3 结论与讨论

本课题组在总结多年的研究经验及结合前人研究成果的基础上,对甘蔗螟虫的多项绿色防控技术措施进行了集成和优化。根据甘蔗螟虫的发生与为害特点,在甘蔗生长前期使用高效安全农药控制越冬代(条螟、二点螟等)幼虫,控制虫口基数,减轻中后期螟虫防控压力。进入前中期和中后期,使用螟虫性诱剂干扰控制技术,对螟虫成虫进行迷向或诱杀防治,并结合释放赤眼蜂寄生螟虫卵等天敌昆虫利用技术。通过优化各关键技术的协调应用,在不同时期对螟虫不同虫态进行协同控制,构建了以高效低毒农药、性诱剂、赤眼蜂相结合为核心的甘蔗螟虫绿色防控技术体系。在广东、广西两省三地的应用示范结果表明,螟虫绿色防控集成技术对螟害株、枯梢株和螟害节等螟害指标的控制效果明显优于以化学农药为主的常规防控,且均表现出一定的增产、增糖效果。此外,生态效益也明显,如广东翁源示范区,虽然没有释放赤眼蜂,却有较高的螟虫卵块寄生率,这可能是由于减少了化学农药的使用,蔗田生态环境得到一定改善,有利于自然天敌繁殖的缘故。

在以往的研究中,赤眼蜂防治和性诱剂等单项防治技术基本是分开的。但由于甘蔗螟虫种类多且有世代重叠现象,加大了防控难度,尤其到了甘蔗生长中后期,通过根施化学农药或单一的防控措施难以得到理想效果。因此,林明江(2007)提出了利用性诱剂和赤眼蜂的互补性,将性诱剂诱杀、迷向防治蔗螟成虫与赤眼蜂寄生螟卵的两种不同防控技术相结合应用的策略。实施性诱剂与赤眼蜂相结合对螟虫进行协同控制,解决了中后期条螟的防控难的关键技术问题(许汉亮等,2012)。本研究根据螟虫的发生与为害特点,在甘蔗生长前期使用高效低毒杀虫剂,在中期及中后期以性诱剂、赤眼蜂相结合,在不同时段对螟虫幼虫、成虫及卵各虫态的各薄弱环节进行控制,实现甘蔗生长全程螟虫绿色防控,显著提高防控效果。

此外,通过间套种生态调控,如甘蔗与大豆间种后,可促进甘蔗生长,并能减轻甘蔗螟虫为害,提高甘蔗种植收益(敖俊华等,2012)。其它农业措施,种植抗性品种、加强田间管理等均有

助于减少螟虫的危害。随着病虫害科学防控技术要求越来越高的要求, 需要加强螟虫绿色防控技术及技术集成创新, 优化配套各种高效绿色防控关键技术, 将会有更多新的、简便而高效的技术元素添加到病虫害绿色防控技术体系中。以性诱剂、赤眼蜂为核心的螟虫绿色防控技术在甘蔗病虫害防控中的应用前景也更广阔。

参考文献 (References)

- An YX, Zheng XW, Yang JX, *et al.* Survey of cane borers in Zhanjiang sugarcane area and proposal of healthy industrial development [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2013, 4: 36–40. 安玉兴, 郑学文, 杨俊贤, 等. 湛江蔗区甘蔗虫害调研及产业健康发展建议 [J]. *甘蔗糖业*, 2013, 4: 36–40]
- Ao JH, Jiang Yong, Lu YL, *et al.* The economic efficiency analysis of different soybean varieties Intercropped with sugarcane [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2012, 4: 13–16. 敖俊华, 江永, 卢颖林, 等. 湛江市甘蔗与大豆间种效益分析 [J]. *甘蔗糖业*, 2012, 4: 13–16]
- Gong HL, An YX, Guan CX, *et al.* Study on Neonicotinoid insecticides against sugarcane borers [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2012, 4: 27–32. 龚恒亮, 安玉兴, 管楚雄, 等. 新烟碱类杀虫剂防治甘蔗螟虫的研究 [J]. *甘蔗糖业*, 2012, 4: 27–32]
- Gong HL, Guan CX, Lin MJ. Report on controls of main sugarcane insects using Furadan 3G [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2005, 2: 11–14. 龚恒亮, 管楚雄, 林明江. 呋喃丹 3G 防治甘蔗主要害虫研究报告 [J]. *甘蔗糖业*, 2005, 2: 11–14]
- Guan CX. The study and application prospects of sex attractants of sugarcane borers in china [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2001, 6: 8–12. 管楚雄. 我国蔗螟性诱剂研究及其应用前景 [J]. *甘蔗糖业*, 2001, 6: 8–12]
- Guan CX, Xu HL, Lin MJ, *et al.* Prediction and forecasting of sugarcane stem borer and integrated control measures [J]. *Chinese Journal of Tropical Agriculture*, 2012, 32 (2): 42–46, 60. 管楚雄, 许汉亮, 林明江, 等. 甘蔗条螟的预测预报及其综合防治技术研究 [J]. *热带农业科学*, 2012, 32 (2): 42–46, 60]
- Li QW, Chen ZY, Liang H. Modern Thchnology for Sugarcane Improvement [M]. Guangzhou: South China University of Technology Press, 2000, 249–253. 李奇伟, 陈子云, 梁洪. 现代甘蔗改良技术 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2000, 249–253]
- Lin MJ. Discussion of study and application of sugarcane borer enemy and sex pheromone [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2007, 4: 19–24. 林明江. 浅论甘蔗螟虫天敌与性诱剂的研究与应用 [J]. *甘蔗糖业*, 2007, 4: 19–24]
- Long ML, Li JS, Lin ZX, *et al.* Guangxi sugarcane borers occurrence and prevention countermeasures [J]. *Guangxi Plant Protection*, 2013, 26 (4): 32–33. 龙梦玲, 李劲松, 林作晓, 等. 广西甘蔗螟虫发生概况及防治对策 [J]. 广西植保, 2013, 26 (4): 32–33]
- Ou WX, Chen MZ, Yang LH, *et al.* Application of *Trichogramma* for controlling sugarcane borers. In: Green Protection and Friendly Ecology. Sugarcane Plant Protection Technology Papers in the National Conference 2010 [C]. Jiangsu Science and Technology Press, 2011, 230–231. 欧伟兴, 陈梅珠, 杨林洪, 等. 赤眼蜂防治甘蔗螟虫的技术推广应用. 见: 绿色植保·和谐生态. 2010 全国甘蔗植保技术研讨会论文集选编 [C]. 江苏科学技术出版社, 2011, 230–231]
- Wang K, Wang S, Song LF, *et al.* Sublethal effects of Acetamiprid and beta-cypermethrin on reproduction of *Trichogramma chilonis* [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2014, 36 (6): 933–938. 王坤, 王甦, 宋丽芳, 等. 高效氯氟菊酯和啉虫脒对螟黄赤眼蜂繁殖的亚致死效应 [J]. *环境昆虫学报*, 2014, 36 (6): 933–938]
- Wu XM. Application of mating disruption of sex pheromone in sugarcane borers *Proceras venosatus* [J]. *Sugarcane and Canesugar*, 2002, 4: 24–25. 吴小明. 利用性引诱剂迷向法防治甘蔗条螟 [J]. *甘蔗糖业*, 2002, 4: 24–25]
- Xu HL, Lin MJ, Li JH, *et al.* Predictive model of occurrence regularity of *Proceras venosatus* in sugarcane middle and later stage [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2013, 12: 82–85. 许汉亮, 林明江, 李继虎, 等. 甘蔗生长中后期条螟发生高峰期预测模型 [J]. *广东农业科学*, 2013, 12: 82–85]
- Xu HL, Lin MJ, Guan CX, *et al.* Synergetic effects of sex pheromone and *Trichogramma* on *Chilo sacchariphagus* [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2012, 39 (9): 72–74, 79. 许汉亮, 林明江, 管楚雄, 等. 性信息素与赤眼蜂对甘蔗条螟的协同控制 [J]. *广东农业科学*, 2012, 39 (9): 72–74, 79]
- Yi DW, Zheng LY, Xiao R, *et al.* Cold storage of *Coreyra cephalonica* eggs affects the quality of *Trichogramma chilonis* offspring [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2014, 36 (4): 565–571. 易帝玮, 郑灵燕, 肖榕, 等. 冷藏米蛾卵对子代螟黄赤眼蜂质量的影响 [J]. *环境昆虫学报*, 2014, 36 (4): 565–571]
- Yang JY. Cause and countermeasure of aggravating damage of sugarcane by borers [J]. *Sugarcane*, 2003, 10 (2): 36–38. 杨友军. 甘蔗螟虫为害加深原因及防治对策 [J]. *甘蔗*, 2003, 10 (2): 36–38]
- Yuan X, Li DS, ZhaoYL, *et al.* Investigation report on effect of large-area release *Trichogramma* to control sugarcane borers in Guangxi in 2013 [J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2014, 30 (5): 630–634. 袁曦, 李敦松, 赵云龙, 等. 2013 年广西大面积释放赤眼蜂防治甘蔗螟虫效果调查报 [J]. *中国生物防治学报*, 2014, 30 (5): 630–634]
- Zhang WX. Sugarcane pests management in Zhanjiang state farms [J]. *Tropical Agricultural Engineering*, 2004, 2: 29–34. 张伟雄. 湛江农垦甘蔗虫害综合防治技术研究初报 [J]. *热带农业工程*, 2004, 2: 29–34]