

蔬菜害虫黄曲条跳甲综合防治研究进展

贺华良, 宾淑英, 林进添, 陈颖, 廖泓之
(仲恺农业工程学院农学院, 广东 广州 510225)

摘 要:黄曲条跳甲是十字花科蔬菜的重要害虫。近年来,黄曲条跳甲在广东省危害发生较为严重。阐述了黄曲条跳甲的生物学、生态学特征,综述了近年来黄曲条跳甲的危害特点、预测预报模型及综合防治研究进展,并探讨了黄曲条跳甲防治新策略及今后研究的内容和重点。

关键词:黄曲条跳甲; 十字花科; 危害; 综合防治

中图分类号:S436.341.2⁹

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2012)12-0080-03

黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* (Fabricius) 隶属鞘翅目(Coleoptera)叶甲科(Chrysomelidae)。黄曲条跳甲英文名常用 Striped flea beetle, 在我国俗称狗虱虫、菜蚤子、跳虱、土跳蚤、黄跳蚤等。黄曲条跳甲可危害多种植物,尤其喜食十字花科植物,主要危害十字花科蔬菜中的芥菜、菜心、萝卜、白菜、芥蓝、油菜、花椰菜、甘蓝等^[1]。黄曲条跳甲分布范围广,在亚洲、欧洲、北美洲、南非等 50 多个国家和地区均有分布,已成为十字花科蔬菜生产中最难控制的世界性害虫之一^[2]。近几年来,我国黄曲条跳甲的危害越来越严重。科研人员曾报道黄曲条跳甲在广东、福建两省部分地区的危害甚至已超过小菜蛾^[3-4]。据广东省农作物病虫预测预报站报道,广东省 2011 年上半年接近有 40 万 hm² 次菜地发生黄曲条跳甲的危害,约占全省蔬菜种植面积的 1/3。目前,黄曲条跳甲的综合防治研究已成为政府管理及推广人员、科研工作者和农户三方都高度关注的重大农业生产问题。

1 生物学、生态学特征

黄曲条跳甲成虫常群集在叶背取食,体小,会飞,善跳,性极活泼;啃食叶片,造成被害叶面布满稠密的椭圆形小孔洞,光合作用降低,使叶片枯萎。成虫产卵多产于植株根部周围的土缝中或细根上,初孵幼虫沿须根食向主根,剥食根的表皮,形成不规则条状疤痕,也可咬断须根,使植株叶片发黄萎蔫死亡,甚至引起腐烂导致软腐病传播。

黄曲条跳甲发生代数因地而异,我国由北向南逐渐增加,总体趋势为:华北地区 1 年发生 4~5 代,华东 4~6 代,华中 5~7 代,华南 7~8 代。在广东省,黄曲条跳甲的发生危害每年有春夏和冬季两个高峰期,第 1 个高峰期发生在 4 月上旬至 5 月下旬。6 月至 8 月下旬,因雨季和高湿种群数量迅速减少,9 月中旬以后种群数量再次升高,成为第 2 个发生高峰期。12 月下旬到翌年 3 月下旬,种群数量维持在较低的水平。深圳市调查区的结果表明,黄曲

条跳甲秋季危害比春季危害严重,秋季发生高峰的虫口数量是春季的 2.4~2.5 倍^[5]。

2 发生危害特征

黄曲条跳甲适温范围为 21~30℃。近几年受全球气候变暖的影响,我国部分地区出现气温、地温升高,有利于黄曲条跳甲各虫态发育和成虫的活动^[6]。黄曲条跳甲发生世代比较严重的广东、广西和福建等地地处亚热带或南亚热带海洋性季风气候,夏长无酷热,冬短无严寒,气候温暖潮湿,最适宜黄曲条跳甲活动,因此使得黄曲条跳甲在当地的越冬现象不明显,易造成严重危害^[7]。

当前黄曲条跳甲猖獗危害的发生与对该害虫的防治措施不当有密切关系。防治措施不当表现在单一依赖化学农药、选择农药不当、用药时期不当、喷药操作方法不当。各蔬菜主产区对黄曲条跳甲的防治仍以化学防治为主,且只关注成虫,而忽视地下的幼虫和蛹,使得幼虫和蛹防治容易失控。防治过程中高毒、高残留农药的使用不仅大量杀伤害虫天敌,导致防治效果下降,而且使该虫的抗药性逐年增强,防治难度不断加大。用药时期不当主要是未抓住一年中最佳防治时机和不同季节一天中的最佳防治时间。姚士桐等人对黄曲条跳甲幼虫灾变规律的研究表明,黄曲条跳甲幼虫的防治适期为成虫高峰后 13~16 d^[8]。喷药操作方法不当表现在单一叶面喷雾、喷液量不足等方面^[9-10]。另外,大部分菜农对农业基础知识和病虫害防治知识知之甚少,使用药剂只凭经验或盲目跟随,形成病虫监测、农药经销商和菜农三者脱节的局面,致使黄曲条跳甲的用药不对口,防治不及时^[9]。上述各种综合因素导致了黄曲条跳甲危害发生越来越严重的后果。

3 综合防治措施

鉴于近年来黄曲条跳甲种群发生危害越来越严重,各省市农业部门及科研工作者都积极探讨有效的防治措施,从合理轮作间作、清园晒土、防虫网及黄板应用、土壤处理、种子处理、叶面喷药、建立蔬菜生产专业合作社等多方面制定综合防治措施。但是,目前化学防治在黄曲条跳甲防治中仍占很大的比重。

3.1 化学防治

在十字花科蔬菜播种前,翻地后整畦前一般选用化学农药拌细沙土均匀撒施,整畦时使药剂没入土中 3~10 cm。

收稿日期:2012-04-15

基金项目:国家自然科学基金(31101500);仲恺农业工程学院科研基金(G310005)

作者简介:贺华良(1977-),男,博士,讲师,E-mail:hhl_1234@126.com

通讯作者:林进添(1963-),男,博士,教授,E-mail:linjtian@163.com

目前文献中推荐或提及的拌种及土壤处理时常用的化学农药主要有 40% 辛硫磷 1 000~1 200 倍液、48% 毒死蜱 1 500 倍液、90% 晶体敌百虫 800 倍液、18% 杀虫双 400 倍液、或 3% 毒死蜱、5% 氟虫腈、35% 丁硫克百威等颗粒剂^[7,11,18]。灌根时要注意先淋湿土壤,然后再淋药液。在十字花科蔬菜间苗后,黄曲条跳甲成虫成为主要的防治对象。一般可在成虫盛发期选用农药进行叶面喷雾处理,田间发生严重的隔 5~7 d 再施药 1 次,蔬菜收获前 14 d 左右再施药 1 次。常用的化学农药或其稀释液主要有 10% 氯氰菊酯 1 000~2 000 倍液、5% 高效氯氰菊酯乳油 1 500 倍液、20% 氰戊菊酯乳油或 2.5% 溴氰菊酯乳油 2 500 倍液、50% 辛硫磷乳油 1 000~1 500 倍、50% 马拉硫磷乳油 1 000 倍液、80% 敌敌畏乳油 800 倍液、48% 毒死蜱乳油 1 000 倍液、90% 晶体敌百虫 800~1 000 倍液、1.3% 鱼藤酮乳油 800 倍液、10% 吡虫啉 1 500 倍液、5% 啉虫脲乳油、5% 锐劲特悬浮剂、甲萘威、6% 乙基多杀菌素等药剂^[7,11,20]。防治时还可根据兼治其他害虫合理选药,比如兼防蛀虫可用复配杀虫比、啉虫脲一类的药剂;防蛾蝶类害虫,可选用阿维菌素、苏云金杆菌、多角体病毒类制剂^[16]。科研人员还在防治药剂增效配方面有探索研究,如刘晓亮等发现丙溴磷与啉虫脲按 30:70 比例时对黄曲条跳甲成虫的联合毒力最强^[21];而杀甲单与辛硫磷按 15:14 时增效作用最大^[22]。另外,部分新农药如氟虱虫脲也发现对黄曲条跳甲有很好的防治效果,并且该新农药对小白菜表现安全,可以作为轮换品种用于黄曲条跳甲的防治^[23]。

3.2 农业防治、物理防治和生物防治

农业防治主要包括:播前耕翻,破坏成虫栖息场所;清洁田园,减少虫源;轮作倒茬,减少食料的延续性,减轻黄曲条跳甲的发生危害。物理防治主要是应用黄板及黑光灯诱杀^[24]。另外,国外已在信息素应用方面取得了一定进展。2011 年,德国、台湾及瑞士科学家合作成功鉴定了由黄曲条跳甲雄虫分泌的一种聚集信息素 [(+)-(6R,7S)-himachala-9,11-diene], 而且这种性外激素可以通过 α -雪松烯 [α -himachalene (1R,7S)] 为前体进行化学合成^[25]。几乎同时,美国科学家也报道了一种在化学结构上稍有不同的聚集信息素^[26]。生物防治主要是探讨如何利用昆虫病原线虫、细菌、真菌、天敌昆虫防治黄曲条跳甲。在我国,早在 20 世纪 90 年代就开展了斯氏线虫及其他病原线虫对黄曲条跳甲幼虫的侵染能力的研究^[27-29]。在天敌研究方面,张茂新等曾观察到有步甲、蚂蚁等捕食跳甲幼虫和蛹的现象,但带回实验室内观察后并没有发现有捕食防治效果^[29]。另外,在成虫的寄生性天敌如黄条跳甲食甲茧蜂和捕食性天敌长蟾科的泡大眼长蟾进行了初步研究,但尚未进入应用阶段^[30]。

另外,在生物防治策略中所利用的各种替代药剂中,植物源杀虫剂对黄曲条跳甲的控制作用尤其引人瞩目。目前,已有不少报道利用植物提取物开展对黄曲条跳甲生物活性^[31]、种群控制作用^[32-34]、成虫嗅觉、取食及产卵行为干扰^[35-36]、成虫的忌避作用^[37]、毒杀作用^[38]、拒食作用^[39-41]等科学研究。多数楝科植物提取物对黄曲条跳甲具有较

强的杀虫活性^[39],楝素是第一个从印楝种子中获得的活性物质,其产品印楝素乳油是一种高效低毒的新型植物源杀虫剂,对黄曲条跳甲种群的控制作用主要与其对成虫的显著忌避作用有关^[37]。张茂新等曾报道一种黄曲条跳甲成虫取食抑制剂(专利号:200810026195.1),由马鞭草科(马鞭草科)提取物溶液、水和表面活性剂组成。有学者认为,单纯应用植物源杀虫剂似乎难以达到生产实践对黄曲条跳甲的控制要求。因此,需要探讨生物农药与化学农药混配的增效作用。利用酶抑制剂如磷酸三苯酯与甲胺磷、氯氰菊酯、氟虫腈和阿维菌素等杀虫剂进行混配,结果表明对黄曲条跳甲的控制作用具有显著的增效作用^[42];利用鱼藤酮与氟虫腈混用对成虫防治具有增效作用^[43]。因此,在生产实践中将植物源杀虫剂与高效安全的化学杀虫剂混用,使两者的优势互补,将是一种有效的黄曲条跳甲控制途径。

3.3 防治新策略的探索

目前由于黄曲条跳甲的转录组学和基因组学研究的滞后,对于黄曲条跳甲的抗药性靶标基因,还是与其发育、行为等相关的关键性基因的研究还非常少,在一定程度上也限制了在分子水平研发防治黄曲条跳甲的新策略。赵伊英等首次鉴定了黄曲条跳甲精氨酸激酶基因 *PsAK* 和特殊气味受体基因 *PsOr1*, 并通过 RNA 干扰技术抑制黄曲条跳甲体内精氨酸激酶基因 *PsAK* 的功能发挥,结果表明 *PsAK* 基因功能的受损可导致害虫死亡及生育力显著下降^[44-45]。赵伊英等还发现 *PsOr1* 与黄曲条跳甲对寄主植物的选择性有一定相关性^[46]。最近,贺华良等开展了黄曲条跳甲的转录组学研究,成功鉴定了一批与抗药性发生、产卵行为发生等相关基因的 cDNA 序列^[46]。上述研究结果及相关基因的鉴定有助于黄曲条跳甲综合防治的新策略研发。

4 预测预报和模型研究

黄曲条跳甲防治工作还需要建立完善的蔬菜病虫害预测预报监测体系,并确保防治工作的统一规范。对于田间虫害发生程度或趋势的简易判断,可结合百株成虫数和寄主植物生长发育期进行分析^[24]。另外,结合日平均气温也可初步判断黄曲条跳甲的发生动态,如利用日平均气温稳定通过 10℃ 初日、终日的数据分别可确定黄曲条跳甲成虫活动频繁的初始和结束日(进入越冬期);而以日平均气温稳定通过 26℃ 初日、终日的时点,则可判断成虫进入活动减弱期的起始和结束日^[47]。目前对于成虫及幼虫高峰期的预测预报,较为成熟的方法是黄盆诱测法^[48-49]。卵的密度估计也可作为研究黄曲条跳甲种群变化趋势的重要参数,目前较成熟的预报成虫产卵盛期的方法主要是利用淘土法查发育进度^[48-49]。

近年来,利用计算机信息技术和 GIS 技术对病虫害进行预测预报发展迅速,如基于人工神经网络的农业病虫害预测模型^[50];通过优化和调整适应性函数的遗传算法用来实现病虫害预测预报^[51]。目前对于黄曲条跳甲的预测方法和模型研究工作也取得了一定成果。彭晓琴等建立了

基于半监督学习的黄曲条跳甲预警方法,取得了较好的预警准确率,但目前尚未考虑影响黄曲条跳甲生存、繁殖等环境因素,还需进一步完善^[2]。李亨等也建立了基于最大似然法集成的黄曲条跳甲预警模型,并利用对广东省蔬菜黄曲条跳甲数据进行了验证,结果表明最大似然集成算法的预警准确率比最近邻算法、k-mean 聚类和支持向量机预警准确率都要高^[15]。

5 结语与展望

“黄曲条跳甲真是越来越难防治了”是目前很多菜农的感慨。当前因食用蔬菜发生食物中毒事件和出口蔬菜受阻事件时有发生,都与过度或不当方式防治黄曲条跳甲、小菜蛾 *Plutella xylostella* (Linnaeus) 等重要蔬菜害虫有直接关系。为了提高黄曲条跳甲的防治效果,今后应加强建立黄曲条跳甲防治工作的技物配套服务体系,做好农业技术推广工作,普及农业知识,宣传合理的防治方法,使菜农熟知黄曲条跳甲的危害及生活特性,保障防治工作取得成功。未来的黄曲条跳甲治理,将从生态系统的角度综合考虑。因此,还需要加强黄曲条跳甲与寄主植物、与其他昆虫之间的化学联系研究,以揭示它们之间相互作用的机理;同时,加强黄曲条跳甲发育生物学、行为学的分子水平研究,阐明与黄曲条跳甲生殖、生长发育、行为发生等方面密切相关的靶标分子或调控网络内在机理,将为从黄曲条跳甲的生长调节或行为调控等新策略研发方面奠定扎实的科研基础。

参考文献:

- [1] Tahvanainen J. The relationship between leaf beetle and their cruciferous host plants: The role of plant and habitat characteristics [J]. Oikos, 1983, 40(3):433-437.
- [2] Feeny P, Paaue K L, Demong N J. Flea beetles and mustard oils: Host plant specificity of *Phyllotreta cruciferae* and *P. striolata* adults (Coleoptera: Chrysomelidae) [J]. Ann Ent Soc Am, 1970, 63(3):832-841.
- [3] 高泽正, 吴伟坚, 崔志新. 关于黄曲条跳甲的寄主范围[J]. 生态科学, 2000, 19(2):70-72.
- [4] 梁宏卫, 贤振华, 龙明华. 黄曲条跳甲无公害控制技术的研究进展[J]. 中国蔬菜, 2007(7):36-39.
- [5] 张茂新, 凌冰, 梁广文. 十字花科蔬菜上黄曲条跳甲种群动态调查与分析[J]. 植物保护, 2000, 26(4):1-3.
- [6] 聂河兴. 黄曲条跳甲危害严重原因与防治对策[J]. 湖南农业科学, 2007(5):122-124.
- [7] 杨晓慧. 黄曲条跳甲大发生原因及综合防治技术[J]. 福建农业, 2007(9):24-25.
- [8] 姚士桐, 郑永利, 陈国祥. 黄曲条跳甲幼虫灾变规律研究初报[J]. 浙江农业科学, 2008(3):353-354.
- [9] 王玲, 张恩桥, 余周章. 荆州市黄曲条跳甲偏重发生原因及综合防治技术[J]. 湖北植保, 2009(5):21-22.
- [10] 孙晋, 贤振华, 刘艳斌, 等. 黄曲条跳甲在广西南宁地区大发生原因及防治措施[J]. 广西农业科学, 2010, 41(1):21-23.
- [11] 黄阿兴. 闽南菜田黄曲条跳甲发生与防治[J]. 中国植保导刊, 2005, 25(11):21-22.
- [12] 孙平凡. 浅谈黄曲条跳甲的发生规律及防治方法[J]. 青海农林

科技, 2006(4):74-75.

- [13] 李斌. 蔬菜黄曲条跳甲的发生与综合治理技术[J]. 现代园艺, 2008(6):30-31.
- [14] 周银烟. 黄曲条跳甲的发生及防治技术[J]. 福建农业, 2009(3):23.
- [15] 唐永, 何爱军, 朱新伟. 黄曲条跳甲的发生与防治[J]. 现代农业科技, 2009(4):116.
- [16] 吴德飞. 仙游县黄曲条跳甲的发生特点及综合防治技术[J]. 中国农技推广, 2009, 25(11):43-44.
- [17] 孙晋, 檀志全, 贤振华, 等. 南宁市黄曲条跳甲发生为害情况及防治对策[J]. 现代农业科学, 2009, 16(11):104-105.
- [18] 柴武高. 甘肃河西走廊油菜黄曲条跳甲生活习性及其防治方法[J]. 中国植保导刊, 2010, 30(6):23-24.
- [19] 贤振华, 齐秀玲, 孙晋, 等. 6种药剂对黄曲条跳甲的活性及药效[J]. 农药, 2010, 49(3):223-225.
- [20] Andersen C L, Hazzard R, Van Driesche R, et al. Alternative management tactics for control of *Phyllotreta cruciferae* and *Phyllotreta striolata* (Coleoptera: Chrysomelidae) on Brassica rapa in Massachusetts [J]. J Econ Entomol, 2006, 99(3):803-10.
- [21] 刘晓亮, 黄超福, 曾东强, 等. 丙溴磷与哒螨灵对黄曲条跳甲毒力最佳配比的筛选[J]. 广西植保, 2010, 23(2):31-42.
- [22] 黄周生, 蒲小明, 林壁润, 等. 黄曲条跳甲成虫防治药剂增效配方筛选[J]. 广东农业科学, 2009(8):131-133.
- [23] 王冬生, 袁永达, 滕海媛, 等. 新农药氟虱虫脲防治黄曲条跳甲田间药效试验[J]. 长江蔬菜, 2009(21):44-45.
- [24] 傅建伟, 林泽燕, 李志胜, 等. 黄板对蔬菜害虫的诱集作用及在黄曲条跳甲种群监测中的应用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2004, 33(4):438-440.
- [25] Beran F, Mewis I, Srinivasan R, et al. Male *Phyllotreta striolata* (F.) produce an aggregation pheromone: identification of male-specific compounds and interaction with host plant volatiles [J]. J Chem Ecol, 2011, 37(1):85-97.
- [26] Bartelt R J, Zilkowski B W, Cossé A A, et al. Male-specific sesquiterpenes from *Phyllotreta flea* beetles [J]. Nat Prod, 2011, 74(4):585-95.
- [27] 李高峰, 王国汉. 昆虫病原线虫对黄曲条跳甲幼虫防治的初步研究[J]. 植物保护学报, 1990, 17(3):229-231.
- [28] 魏洪义, 王国汉, 庞雄飞. 斯氏线虫对黄曲条跳甲的侵染能力[J]. 华南农业大学学报, 1992, 13(1):26-29.
- [29] 张茂新. 黄曲条跳甲种群动态及控制的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 1998.
- [30] 王果红, 韩日晴. 黄曲条跳甲的生物防治[J]. 中国生物防治, 2008, 24(1):91-93.
- [31] 郭成林, 曾涛, 覃柳燕, 等. 20种植物提取物对黄曲条跳甲的生物活性研究[J]. 江西植保, 2008, 31(1):11-14.
- [32] 张茂新, 梁广文. 寄主植物对黄曲条跳甲实验种群增长的影响[J]. 华南农业大学学报, 2000, 21(3):25-28.
- [33] 侯有明, 尤民生, 庞雄飞, 等. 印楝素乳油对黄曲条跳甲种群控制作用的模拟[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2002, 31(1):37-40.
- [34] 侯有明, 庞雄飞, 梁广文, 等. 印楝素乳油对黄曲条跳甲种群控制作用评价[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6):959-962.
- [35] 赵辉, 张茂新, 凌冰, 等. 三种植物挥发油对黄曲条跳甲成虫行为的干扰作用[J]. 武夷科学, 2002, 18:65-68.
- [36] 赵辉, 张茂新, 凌冰, 等. 非寄主植物挥发油对黄曲条跳甲成虫嗅觉、取食及产卵行为的影响[J]. 华南农业大学学报, 2002, 24

一种危害荔枝的新害虫——燧缘音狭长蠹

陆永跃¹, 沈继东¹, 李云昌², 杨万清³, 张小燕³, 李 春²

(1.华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 2.钦州市水果局, 广西 钦州 535000;

3.钦州市钦北区植保植检站, 广西 钦州 535000)

摘 要: 燧缘音狭长蠹(*Phonapate fimbriata* Lesne)是一种新发现的荔枝害虫。该虫主要以成虫钻蛀荔枝枝干, 造成枯枝、生长衰弱, 甚至死亡。调查发现该虫已在我国广西钦州荔枝园发生危害, 介绍了该虫的地理分布、形态特征、危害、防治技术等, 提供了雌雄成虫详细的形态特征图, 为该虫的鉴定、监测和防治等提供了依据。

关键词: 燧缘音狭长蠹; 荔枝; 危害

中图分类号: Q969.496.2; S436.67

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X(2012)12-0083-02

A new pest, *Phonapate fimbriata*, for litchi in China

LU Yong-yue¹, XIAN Ji-dong¹, LI Yun-chang², YANG Wan-qing², ZHANG Xiao-yan³, LI Chun²

(1.College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2.Qinzhou Bureau of Fruits, Qinzhou 535000, China; 3.Plant Protection and Quarantine Station of Qinbei, Qinzhou 535000, China)

Abstract: *Phonapate fimbriata* Lesne was found to be a new pest for litchi in China in April, 2012. It mainly caused damage to the forest, fruit trees and wood. The distribution, morphology, damage and management were reviewed in this paper, and the morphological figures of the male and female beetles were presented in detail. The paper would become the basis of the further identification, surveillance, and management for that beetle in China.

Key words: *Phonapate fimbriata*; litchi; damage

燧缘音狭长蠹(*Phonapate fimbriata* Lesne)隶属鞘翅目(Coleoptera)长蠹科(Bostriichidae)音狭长蠹属(*Phonapate*)。陈志舜等^[1]曾在我国云南采集到该虫。2012年3月28日、

4月1日、4月5日我们在广西钦州市钦北区新棠镇南忠村荔枝园连续3次调查、采集到燧缘音狭长蠹标本, 发现该虫对荔枝造成了一定危害。现将燧缘音狭长蠹分布、形态特征、危害等报道如下, 以期为该虫的鉴定、监测和防治等提供依据。

1 地理分布

目前记录到仅分布于中国(云南、广西)、越南、印度、印度尼西亚(苏拉威)、泰国(黎府)等^[1-3]。

收稿日期: 2012-04-17

基金项目: 国家科技部科技基础性工作专项(2006FY111000); 国家荔枝龙眼产业技术体系项目(CARS-33-14); 农业部南亚办热带病虫害监测防治项目(11RZBC-12)

作者简介: 陆永跃(1972-), 男, 博士, 副教授, E-mail: luyongyue@scau.edu.cn

- (2):38-40.
- [37] 赖荣泉, 魏辉, 侯有明, 等. 植物提取物对黄曲条跳甲成虫的忌避作用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2004, 33(1):14-16.
- [38] 赖荣泉, 侯有明, 魏辉, 等. 植物提取物对黄曲条跳甲成虫毒杀作用的研究[J]. 华东昆虫学报, 2004, 13(2):64-65.
- [39] 郭成林, 覃柳燕, 陈海珊, 等. 桉科植物提取物对黄曲条跳甲拒食及毒杀活性研究[J]. 广西科学, 2006, 13(1):71-74.
- [40] 贤振华, 孙晋, 邹啸文. 紫苏提取物对黄曲条跳甲成虫的拒食活性研究[J]. 广东农业科学, 2009(8):126-128.
- [41] 赖荣泉, 尤民生. 非嗜食植物提取物对黄曲条跳甲成虫的拒食作用研究[J]. 植物保护, 2005, 31(4):37-40.
- [42] 周先治, 吴刚. 酶抑制剂与杀虫剂混配对黄曲条跳甲抗药性的抑制作用[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2005, 34(2):200-203.
- [43] 王文祥, 钟国华, 刘红梅, 等. 鱼藤酮与氰虫腈混用增效对黄曲条跳甲的控制作用[J]. 植物保护学报, 2006, 33(3):307-311.
- [44] 赵伊英. 黄曲条跳甲关键功能基因的克隆及利用RNAi技术控制害虫[D]. 福州:福建农林大学, 2008.
- [45] Zhao Y Y, Liu F, Yang G, et al. *P3Or1*, a potential target for

- RNA interference-based pest management [J]. *Insect Mol Biol*, 2011, 20(1):97-104.
- [46] 贺华良, 宾淑英, 吴仲真, 等. 基于Solexa高通量测序的黄曲条跳甲转录组学研究[J]. 昆虫学报, 2012, 55(1):1-11.
- [47] 姚士桐, 姚德宏, 郑永利. 温度对黄曲条跳甲成虫田间自然种群消长影响研究[J]. 中国植保导刊, 2008, 28(1):10-12.
- [48] 秦冲, 石浩, 薛静. 甘蓝上黄曲条跳甲的发生规律和预测技术[J]. 现代园艺, 2009(7):55-56.
- [49] 顾启明, 钱明珠, 潘月华, 等. 上海地区蔬菜害虫研究——黄曲条跳甲生物学特性、预测预报和防治的研究[J]. 上海农学院学报, 1990, 8(4):297-303.
- [50] 李祚泳, 彭嘉红. 基于人工神经网络的农业病虫害预测模型及其效果检验[J]. 生态学报, 1999, 19(5):759-761.
- [51] 任春风, 李森. 基于GP病虫害预测预报中适应性函数的研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(6):197-203.
- [52] 彭晓琴, 杨敬锋, 胡月明, 等. 基于半监督学习的黄曲条跳甲预警方法[J]. 农机化研究, 2008(3):150-154.
- [53] 李亭, 杨敬锋, 彭晓琴, 等. 基于最大似然法集成的黄曲条跳甲预警模型[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(25):10963-10964.