

两种生物农药防治菜心黄曲条跳甲的研究

肖勇¹, 时苏², 包华理¹, 束长龙³, 黄来健⁴, 张杰³, 李振宇^{1*}

(1. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640; 2. 安徽农业大学植物保护学院, 合肥 230036; 3. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193; 4. 广东省惠州市惠阳区农业科学研究所, 惠州 516259)

摘要 黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* 是为害十字花科蔬菜的重大害虫。本文研究了种子丸粒化包衣、拌土撒施和叶面喷雾 3 种施药方式下苏云金杆菌 *Bacillus thuringiensis* G033A 和金龟子绿僵菌 *Metarhizium anisopliae* CQMa421 对为害菜心 *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis* 的黄曲条跳甲的防治效果。结果表明, 采用苏云金杆菌 G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 进行种子丸粒化包衣处理的菜心, 叶片受害指数分别为 6.71 和 9.93, 显著低于对照(31.79); 拌土撒施处理的菜心, 叶片受害指数分别为 19.34 和 24.17, 显著低于对照(65.53); 叶面喷雾处理后第 3、5、7 天的校正防治效果分别为 58.95%/52.37%、69.56%/64.04% 和 81.12%/70.09%。本研究探索了菜心生产中主要害虫的生物防治技术, 研究结果将为菜心生产过程黄曲条跳甲的有效防治提供技术支持。

关键词 黄曲条跳甲; 苏云金杆菌 G033A; 金龟子绿僵菌 CQMa421; 菜心

中图分类号: S 436.35 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020513

Control effect of two biopesticides against *Phyllotreta striolata* on Chinese flowering cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis*)

XIAO Yong¹, SHI Su², BAO Hualil¹, SHU Changlong³, HUANG Laijian⁴, ZHANG Jie³, LI Zhenyu^{1*}

(1. Institute of Plant Protection, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Provincial Key Laboratory of High Technology for Plant Protection, Guangzhou 510640, China; 2. College of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China; 3. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 4. Huizhou Agricultural Sciences Research Institute in Huizhou City, Guangdong Province, Huizhou 516259, China)

Abstract Striped flea beetle, *Phyllotreta striolata* is an important pest of cruciferous vegetables. Here we investigated the application techniques of two biopesticides, *Bacillus thuringiensis* G033A (Bt G033A) and *Metarhizium anisopliae* CQMa421, for the control of *P. striolata* in the whole process of Chinese flowering cabbage production. The results showed that both biopesticides have good control effects with three application methods, seed coating treatment, soil treatment and foliar application. Using seed coating treatment and soil treatment, Bt G033A and *M. anisopliae* CQMa421 could obviously prevent the damage of *P. striolata* in the seedling stage of Chinese flowering cabbage. The leaf damage index (LDI) of Bt G033A and *M. anisopliae* CQMa421 by seed coating treatment was 6.71 and 9.93, respectively, significantly lower than that of the control (31.79). The LDI of Bt G033A and *M. anisopliae* CQMa421 by soil treatment was 19.34 and 24.17, respectively, significantly lower than the control (65.53). The corrected control efficacies on the 3rd, 5th and 7th day after foliar spray treatment were 58.95%/52.37%, 69.56%/64.04% and 81.12%/70.09%, respectively. This research explores the biological control technology of *P. striolata*, which will provide technical support for

收稿日期: 2020-09-27 修订日期: 2020-11-02

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201200, 2018YFD0201200); 广东省重点领域研发计划(2019B020217003-05); 2020年广东省农业科技创新及推广体系建设项目(2020KJ122); 植物病虫害生物学国家重点实验室开放课题(SKL0F202010)

* 通信作者 E-mail: lizhenyu@gdaas.cn

biological control of pests in the production of Chinese flowering cabbage.

Key words *Phyllotreta striolata*; *Bacillus thuringiensis* G033A; *Metarhizium anisopliae* CQMa421; *Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *utilis*

黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* (Fabricius) 属叶甲科 Chrysomelidae, 是一种重要的十字花科蔬菜害虫。该虫除以幼虫蛀食植物根部、成虫取食叶片外, 还可传播细菌性病害^[1-2]。近年来, 黄曲条跳甲为害日趋严重, 在我国南方诸多地区暴发成灾, 且在部分地区有超越小菜蛾 *Plutella xylostella* 成为十字花科蔬菜生产上第一大害虫的趋势^[3]。长期以来, 黄曲条跳甲的田间防治主要依赖化学杀虫剂。化学杀虫剂长期不合理使用导致了害虫抗药性水平升高、防效下降等问题^[4-5], 同时也影响了天敌种群的数量, 造成一系列的环境和生态问题^[6]。鉴于黄曲条跳甲成虫鞘翅革质、善于跳跃, 不利于杀虫剂的附着和渗透, 且叶面施药难以兼顾地下幼虫、蛹和卵, 药剂持效期过后, 成虫持续羽化出土, 造成“打不尽”的现象, 需不断增加喷药次数和加大药量。通过对黄曲条跳甲生物学研究发现, 其成虫、幼虫具有不同的生物学特性, 且未成熟期(幼虫、蛹和卵)种群数量庞大, 接近总量的 90%^[7-8], 因此, 利用低毒、高效、无残留的生物农药来控制其地下幼虫、蛹和卵的数量成为防治黄曲条跳甲的关键所在。

生物农药是指利用真菌、细菌、转基因生物等活体生物或其代谢产物防治农业有害生物的农药, 具有低毒、低残留、环境友好等特点, 是减少化学农药使用量和对害虫实施绿色防控的重要手段^[9-10]。苏云金芽胞杆菌 *Bacillus thuringiensis* (Bt) 是一种具有杀虫活性的革兰氏阳性产芽胞细菌, 是目前应用最广泛的微生物杀虫剂^[11]。绿僵菌 *Metarhizium* 是一类重要的生防真菌, 在自然界分布广泛, 使用安全, 是最早用于害虫防治的微生物之一^[12]。已有研究表明, Bt G033A(中国农业科学院植物保护研究所研制)和金龟子绿僵菌 CQMa421(重庆大学研制)在室内对黄曲条跳甲具有一定的杀虫效果^[13-14]。Bt G033A 可湿性粉剂是我国第一个登记用于防治鞘翅目害虫的转基因工程菌, 同时对鳞翅目害虫高效^[15]。金龟子绿僵菌 CQMa421 可分散油悬浮剂和颗粒剂分别已在多种蔬菜上登记用于防治鳞翅目、鞘翅目和半翅目等害虫(<http://www.chinapesticide.org.cn/>)。本文选用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 这两种生物农药开展菜心生产全过程

防治黄曲条跳甲的试验, 旨在有效防治黄曲条跳甲, 降低化学农药使用量, 提高蔬菜产品质量。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试作物

供试菜心品种为‘广良 49’, 购自广东省良种引进服务公司。

1.1.2 供试药剂

32 000 IU/mg 苏云金杆菌 G033A 可湿性粉剂(WP), 武汉科诺生物科技股份有限公司; 80 亿孢子/mL 金龟子绿僵菌 CQMa421 可分散油悬浮剂(OF)和 2 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 CQMa421 颗粒剂(GR), 重庆聚立信生物工程有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 种子包衣处理

试验方法参照《农药田间药效试验准则(一)第 18 部分: 杀虫剂防治十字花科蔬菜黄条跳甲》(GB/T 17980.18—2000), 于 2019 年 5 月在广州市白云区广东省农业科学院钟落潭试验基地进行生物农药对黄曲条跳甲的田间药效试验。本试验选用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421, 采用种子丸粒化法进行菜心种子包衣处理。设置处理组(G033A 包衣: 55.0 g/150 g 和 CQMa421 包衣: 88.0 g/150 g)和对照组(填充助剂包衣和空白对照 CK), 每处理设 4 个重复, 共 16 个小区。供试小区覆盖有纱网, 离地高度为 15 cm, 用于防止外来虫源的影响。

播种后第 16 天, 菜心生长至叶片生长期, 4~5 片叶。上午 9:00—11:00, 调查各处理小区菜心上黄曲条跳甲的虫口数量, 每小区随机选取 5 个点, 每点调查面积为 0.11 m²。同时, 调查菜心叶片的受害情况, 每小区随机选取 30 株菜心, 每株菜心选 3 片叶调查受害情况, 计算叶片受害指数。分级标准为, 0 级: 无受害; 1 级: 叶片零星受害; 3 级: 叶片有 1/3 以下面积受害; 5 级: 叶片有 1/3 至 1/2 以下面积受害; 7 级: 叶片有 1/2 至 2/3 面积受害; 9 级: 叶片有 2/3 以上面积受害, 各级数据含最小值不含最大值。

成虫数=所有调查点的成虫总数/调查点数;

叶片受害指数 = $\Sigma(\text{各级受害叶片数} \times \text{相对级别值}) / (\text{调查总叶片数} \times 9) \times 100$ 。

1.2.2 拌土撒施处理

试验于 2019 年 11 月在惠州市惠阳区良井镇矮光绿安菜场进行。在播种前一天下午,分别选用苏云金杆菌粉剂 G033A 和金龟子绿僵菌颗粒剂 CQMa421, 和农田土混匀,均匀撒施,并用旋耕机混匀后起垄播种。设置处理组和对照组,处理组包括 Bt G033A(150 g/667m²)和 CQMa421(5 kg/667m²),每 667 m² 用土约 5 kg,另设空白对照(CK),不作处理。

播种后第 16 天,调查各组菜心上黄曲条跳甲的虫口数量和菜心植株受害率,方法参照 1.2.1。

1.2.3 叶面喷雾处理

试验于 2019 年 11 月在惠州市惠阳区良井镇矮光绿安菜场进行。选择生长至幼苗期的菜心试验,施药当日天气晴朗,为保证生物农药活性,选择傍晚施药。试验过程中均未使用其他杀虫剂。

施药当天调查药前虫口基数,施药后第 3 天、第 5 天和第 7 天分别调查各组菜心的虫口数量,方法参照 1.2.1。依据调查结果计算虫口减退率和校正防治效果。公式如下:

$$\text{虫口减退率} = (\text{药前虫口基数} - \text{药后虫口数}) /$$

$$\text{药前虫口基数} \times 100\%$$

$$\text{校正防治效果} = (\text{处理区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率}) / (1 - \text{对照区虫口减退率}) \times 100\%$$

1.3 统计方法

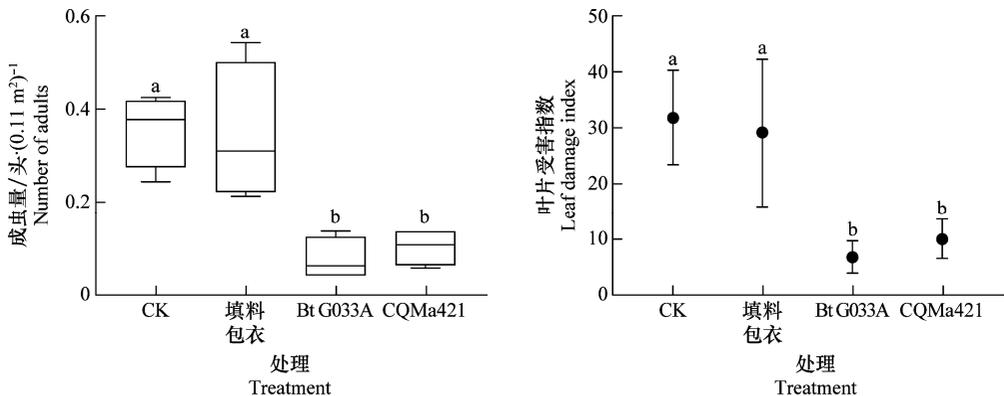
使用 SPSS 17.0 软件(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)进行数据分析,所有数据使用方差分析(ANOVA)进行差异显著性分析($P < 0.05$),使用 GraphPad Prism 8.0.2 软件作图。

2 结果与分析

2.1 种子包衣对黄曲条跳甲的防治效果

播种后 16 d,菜心生长至幼苗期。调查结果表明,用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 进行种子包衣的菜心上,每 0.11 m² 的虫口数量(0.08 头和 0.10 头)显著低于未包衣(0.36 头)和填料包衣(0.34 头)的菜心,而两种生物农药种子包衣处理之间并没有显著差异,单独填料种子包衣处理和空白对照之间也无显著差异(图 1)。

用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 进行种子包衣处理的菜心叶片受害指数分别为 6.71 和 9.93,显著低于未包衣(31.79)和填料包衣(29.12)的菜心,两种生物农药种子包衣处理之间没有显著差异(图 1)。



试验数据统计使用单因素方差分析(ANOVA),不同小写字母表示不同处理间差异显著性($P < 0.05$, Tukey's HSD test),下同
 Statistics data were analyzed using One-way ANOVA. Different lowercase letters indicate significant difference among different treatments ($P < 0.05$, Tukey's HSD test). The same below

图 1 生物农药种子包衣对黄曲条跳甲的防治效果

Fig. 1 Control effect of biopesticides seed coating on *Phyllotreta striolata*

2.2 生物农药土壤处理对黄曲条跳甲的防治效果

用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 拌土撒施处理组中每 0.11 m² 的虫口数量(0.12 头和 0.28 头)显著低于空白对照组(0.93 头),而两种生

物农药处理之间无显著差异(图 2)。Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 拌土撒施处理的菜心叶片受害指数分别为 19.34 和 24.17,显著低于空白对照组(65.53)(图 2)。

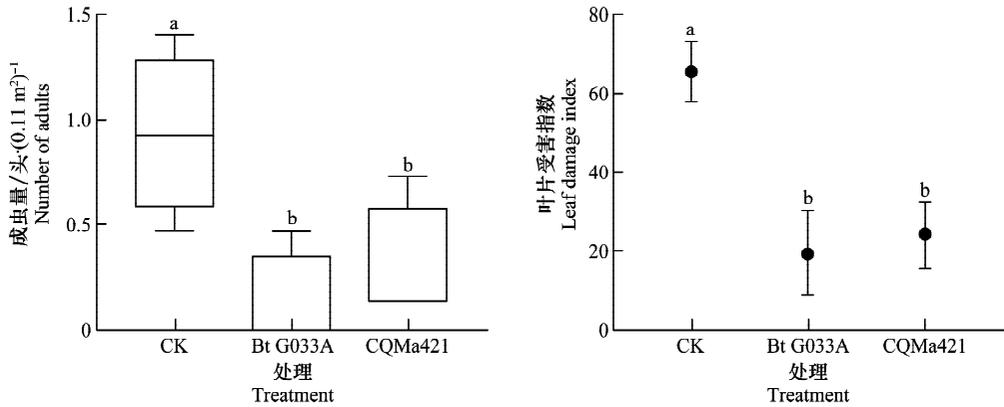


图 2 生物农药土壤处理对黄曲条跳甲的防治效果

Fig. 2 Control effect of soil treatment with two biopesticides on *Phyllotreta striolata*

2.3 生物农药叶面喷雾对黄曲条跳甲的防治效果

Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 叶面喷雾后第 3、5、7 天的虫口减退率分别为 83.25%/81.21%、64.91%/58.73% 和 84.68%/75.74%；第 3、5、7 天的校正防治效果分别为 58.95%/52.37%、

69.56%/64.04% 和 81.12%/70.09% (图 3)。其中,第 5 天虫口减退率不升反降,原因可能是由于第 5 天试验田整体虫口基数突然增多导致,第 5 天对照组虫口数量远高于施药前虫口数量,但是校正防治效果不受影响。

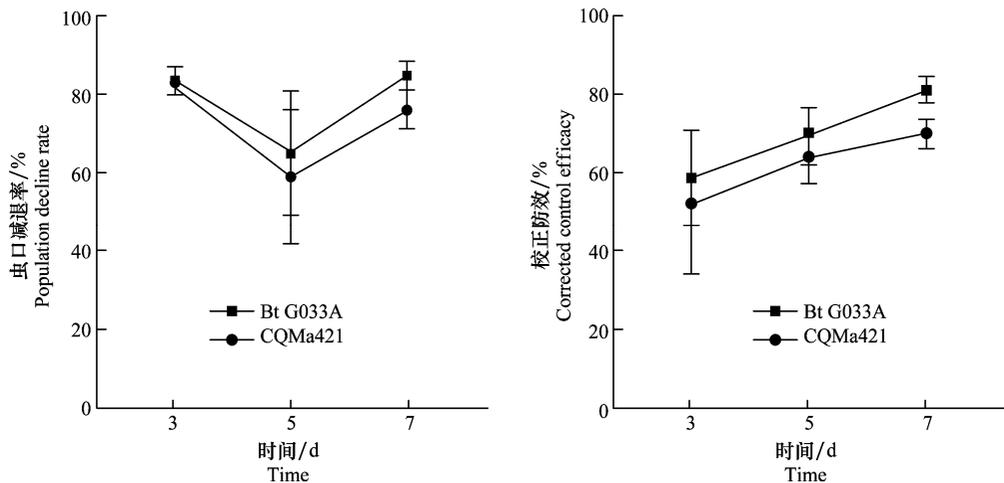


图 3 生物农药叶面喷施对黄曲条跳甲的防治效果

Fig. 3 Control effect of biopesticides with foliar application on *Phyllotreta striolata*

3 讨论

生物农药的快速发展对于农业的可持续发展和农产品质量安全都具有重要意义。生物农药独特的作用机理决定了其较强的针对性和广泛的适应性。苏云金芽孢杆菌作用方式以胃毒为主,主要通过产生伴孢晶体即内毒素,在中肠肠液碱性条件下破坏肠道内膜,导致昆虫因败血症死亡^[16]。伴孢晶体蛋白具有杀虫特异性,Bt G033A 菌株携带的 cry3Aa7 蛋白对鞘翅目叶甲科害虫有很好的毒力^[17]。金龟

子绿僵菌主要通过分生孢子附着并穿透昆虫表皮进入体内,产生并分泌毒素,攻破昆虫自身免疫系统,破坏昆虫的组织结构导致其死亡^[18]。金龟子绿僵菌 CQMa421 是一种广谱杀虫真菌,对鳞翅目、鞘翅目中 20 多种害虫有较好的杀虫效果^[19]。

本试验证明利用生物农药进行种子丸粒化包衣、拌土撒施以及叶面喷施 3 种措施对黄曲条跳甲具有较好的防治效果。同时,Bt G033A 和绿僵菌对小菜蛾、菜青虫等其他十字花科蔬菜害虫也有一定的防效^[20-21],可以确保菜心生产全过程免受害虫为

害。生产实践表明,防治黄曲条跳甲不能只重视防治成虫,在其幼虫为害初期,控制幼虫不使其出土为害,压低种群基数是防治该虫的关键^[22]。

利用种子丸粒化包衣技术可以使种子播种前带药、带肥下田,达到保苗、壮苗的效果,同时,包衣中的缓释材料对农药具有缓释作用,可以延长药效,有效减少了前期植保和人工投入^[23-24]。用 Bt G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 进行种子丸粒化包衣处理,在播种后 16 d,均可以显著降低虫口数量,达到了保护菜心的效果。与传统的化学农药相比,使用 Bt 进行种子丸粒化包衣处理对植株生长发育无不良影响,对出苗、株高和鲜重等指标也无显著影响^[25]。同时,使用 Bt 进行种子丸粒化包衣还可以提高菜心种子发芽势、发芽率和出苗率^[26]。

药剂土壤处理同样可以防治地下幼虫为害^[27-28]。用苏云金杆菌 G033A 和金龟子绿僵菌 CQMa421 进行撒施拌土预处理可以显著降低跳甲虫口数量和菜心叶片受害指数,这一结果与萝卜田防治黄曲条跳甲的研究结果一致^[29],并且金龟子绿僵菌 CQMa421 土壤处理不仅可以防治跳甲幼虫,而且对萝卜有增产效果^[14]。Bt 土壤处理还可以显著降低菜心整个生长期的落卵量和幼虫数量,并且效果优于氯虫苯甲酰胺和啉虫脒等化学农药^[30]。

目前,化学杀虫剂依然是菜心生产过程中黄曲条跳甲的主要防治手段,长期不合理使用将导致农药残留超标、生态恶化等恶性循环,并加速跳甲抗药性的发生发展^[31]。随着人们对蔬菜生产的安全与品质要求的日益提高,生物农药的低毒低残留、环境友好等优点使其得到了大面积推广和应用^[32]。但生物农药由于自身特点原因,防治效果受到环境、温湿度、施药方式及时间等多种因素影响,导致防治效果不稳定,不能很好地发挥生物农药应有的能力特点,接受程度不高。依据黄曲条跳甲成虫善跳跃的活动特点,喷药应从四周向中心进行,防止跳甲逃逸。施药时间一般选择傍晚或阴天,以达到最佳防治效果^[29]。

参考文献

[1] 刘芸, 尤民生. 黄曲条跳甲对十字花科蔬菜的选择性[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2007, 36(4): 365-368.
[2] KNODEL J J. Integrated management of insect pests on *Canola*

and other *Brassica* oilseed crops [M]. CAB International: Oxfordshire, 2017.

- [3] 冯夏, 李振宇, 林庆胜, 等. 蔬菜主要虫害综合治理技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 2018.
[4] 周选治, 吴刚. 福州地区黄曲条跳甲的抗性监测[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2004, 33(2): 158-161.
[5] 黄文枫, 赵海燕, 唐良德. 不同杀虫剂对黄曲条跳甲的室内毒力和田间防效[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(2): 65-69.
[6] 时敏, 唐璞, 王知知, 等. 中国寄生蜂研究及其在害虫生物防治中的应用[J]. 应用昆虫学报, 2020, 57(3): 491-548.
[7] 贺华良, 宾淑英, 林进添. 黄曲条跳甲生物学·生态学特征及发生原因研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(20): 10683-10686.
[8] 李甜, 周小怡, 朱茜, 等. 黄曲条跳甲实验室种群的生命表研究[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(11): 2061-2064.
[9] 徐汉虹, 安玉兴. 生物农药的发展动态与趋势展望[J]. 农药科学与管理, 2001, 22(1): 32-34.
[10] 王果红, 韩日畴. 黄曲条跳甲的生物防治[J]. 中国生物防治, 2008, 24(1): 91-93.
[11] SANAHUJA G, BANAKAR R, TWYMAN R M, et al. *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications [J]. Plant Biotechnology Journal, 2015, 9(3): 283-300.
[12] GREENFIELD B P J, PEACE A, EVANS H, et al. Identification of *Metarhizium* strains highly efficacious against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* larvae [J]. Biocontrol Science & Technology, 2015, 25(5): 487-502.
[13] 方国斌, 王攀, 望勇, 等. 苏云金杆菌 G033A 对萝卜黄曲条跳甲的室内活性及田间药效[J]. 长江蔬菜, 2019(20): 73-75.
[14] 黄亚川, 朱青青, 张鼎. 生物药剂防治白萝卜黄曲条跳甲幼虫试验[J]. 现代农业科技, 2020(10): 73-77.
[15] WANG Guangjun, ZHANG Jie, SONG Fuping, et al. Engineered *Bacillus thuringiensis* G033A with broad insecticidal activity against Lepidopteran and Coleopteran pests [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2006, 72(5): 924-930.
[16] FAUST R M, ABE K, HELD G A, et al. Evidence for plasmid-associated crystal toxin production in *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* [J]. Plasmid, 1983, 9(1): 98-103.
[17] 刘华梅, 许国建. 微生物农药苏云金杆菌 G033A [J]. 农药科学与管理, 2018, 39(4): 59-60.
[18] CLARKSON J M, CHARNLEY A K. New insights into the mechanisms of fungal pathogenesis in insects [J]. Trends in Microbiology, 1996, 4(5): 197-203.
[19] 彭国雄, 谢佳沁, 夏玉先. 金龟子绿僵菌 CQMa421 与杀虫剂、杀菌剂的兼容性[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(6): 747-751.
[20] 顾勇, 张舒. 绿僵菌对菜青虫的毒力及其引起的虫体组织病变[J]. 湖北农业科学, 2007, 46(3): 399-400.
[21] 金小靖, 康晓慧, 周强, 等. 生物农药对油菜主要害虫的防治效果[J]. 贵州农业科学, 2020, 48(4): 57-62.

T1602 可增加 3 种药剂对梨小食心虫防效,但不能增加阿维菌素对梨木虱的防效,这可能是功能助剂性质与梨木虱或梨树叶片和果实的表皮结构及性质不匹配有关^[9]。

本结论是根据试验选择的 3 类、共 6 种助剂的研究结果获得的,市场上每类功能助剂种类较多,是否矿物油类和植物油类中的所有功能助剂对梨树均安全,且对不同农药均有增效作用仍需进一步试验验证。本试验主要在“砀山酥梨”园中进行,矿物油类和植物油类助剂在其他品种梨树上是否安全也需进一步试验证明。

参考文献

[1] 杨军玉,王树桐,刘淑香,等. 2010 年全国苹果园病虫害发生及用药情况调查分析[J]. 北方园艺, 2011(20): 140-143.

[2] 丰青,程勤海. 海宁市梨园用药情况调查分析与对策[J]. 现代农业科技, 2011(7): 196.

[3] 宋继文. 从农药使用现状看零增长——某县果农用药情况调查[J]. 农药市场信息, 2015(26): 37.

[4] 刘英智,于凯,孙亮,等. 果树混栽条件下梨小食心虫种群动态[J]. 中国植保导刊, 2018, 38(9): 42-45.

[5] 岳彬. 果树病虫害防治存在的问题及对策[J]. 江西农业, 2019(12): 32.

[6] 孟山栋. 黄土高原苹果叶部主要害虫现状与管理标准化[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2017.

[7] 徐策. 海城市东南部地区南果梨用药现状调查与分析[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2019.

[8] 罗东洋,彭昌家,王明文,等. 农药增效助剂“激健”在小麦条

锈病防治中的应用效果[J]. 中国农学通报, 2018, 34(11): 113-117.

[9] 庾琴,张润祥,封云涛,等. 添加 Silwet 408 对 3%阿维菌素微乳剂药液表面张力和接触角及其对两种害虫作用效果的影响[J]. 农药学报, 2015, 17(6): 747-752.

[10] 张忠亮,李相全,王欢,等. 六种有机硅助剂对氟磺胺草醚的增效作用及其增效机理初探[J]. 农药学报, 2015, 17(1): 115-118.

[11] 王振,高越,李光玉,等. 高效氟氯氰菊酯水乳剂配方及其润湿性能研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(27): 250-254.

[12] 刘保友,栾炳辉,王英姿,等. 新型农用有机硅喷雾助剂在苹果上的安全性研究[J]. 北方园艺, 2012(8): 24-26.

[13] 桂婷. 农药助剂对柑橘上典型农药沉积效果研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.

[14] 孟昭礼,刘波,张振芳,等. 中国梨木虱抗药性研究[J]. 农药, 1994(6): 5-7.

[15] 司晋生. 梨木虱的化学防治及抗药性研究[J]. 山西农业科学, 2002, 30(2): 63-65.

[16] 蒋世铮,张文忠,王俊燕. 单植和混植香梨园梨小食心虫的种群动态[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 204-208.

[17] 屈会选,韩文清,屈非,等. 几种药剂对梨木虱的田间药效试验[J]. 山西农业科学, 2016, 44(12): 1827-1829.

[18] 高越,张鹏九,赵劲宇,等. 五种杀虫剂对桃小食心虫和梨小食心虫的防治效果研究[J]. 应用昆虫学报, 2017, 54(6): 1044-1051.

[19] 杜恩强,封云涛,郭晓君,等. 3 种不同药剂及其混配组合对梨园梨木虱的防效[J]. 农药, 2019, 58(12): 932-933.

[20] 李银华,郭伟珍,吕宪松. 亩旺特对梨木虱的防治效果[J]. 河北果树, 2018(S1): 9.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 292 页)

[22] 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.

[23] 高志山,张学峰,刘海涛,等. 新烟碱类杀虫剂种子包衣防治麦蚜的可行性评价[J]. 植物保护学报, 2016, 43(5): 864-872.

[24] ANBARASAN R, SRIMATHI P, VIJAYAKUMAR A. Influence of seed pelleting on seed quality improvement in redgram (*Cajanus cajan* L.) [J]. Legume Research, 2016, 39(4): 584-589.

[25] 尹飞,陈焕瑜,李振宇,等. 7 种包衣剂对菜薹及黄曲条跳甲的影响初报[J]. 植物保护, 2017, 43(4): 224-227.

[26] 胡珍娣,刘明津,李振宇,等. 7 种杀虫剂包衣对菜心种子安全性及保护作用评价[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(6): 1374-1381.

[27] 殷幼平,申剑飞,时玉娟,等. 金龟子绿僵菌 CQMa128 新制剂对花生蛴螬的田间防控效果[J]. 植物保护, 2012, 38(3): 162-167.

[28] 张亚倩,谷静秀,苑士涛,等. 2 亿活孢子/g 金龟子绿僵菌 CQ-Ma421 颗粒剂防治花生地老虎田间药效试验[J]. 农药, 2019, 58(9): 684-686.

[29] 曹春霞,黄大野,姚经武,等. 昆虫病原菌防治萝卜黄曲条跳甲田间应用技术[J]. 中国生物防治学报, 2020, 36(6): 987-991.

[30] 胡珍娣,冯夏,陈焕瑜,等. 药剂土壤处理对菜心田黄曲条跳甲的防治效果[J]. 广东农业科学, 2012, 39(13): 100-101.

[31] 陈秀,张正炜,赵莉,等. 5 种杀虫剂对青菜黄曲条跳甲的毒力测定及田间药效[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 272-275.

[32] 邱德文. 生物农药研究进展与未来展望[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 81-89.

(责任编辑: 田 喆)