

绿僵菌油悬浮剂与减量化学农药联用对冬玉米草地贪夜蛾的防控效果

徐翔¹, 杨淞杰¹, 李维强², 衡晓蓉³, 尹勇^{1*}

(1. 四川省农业农村厅植物保护站, 成都 610041; 2. 攀枝花市农业农村局植物保护站, 攀枝花 617000; 3. 米易县农业农村局植保站, 米易 617200)

摘要: 杀虫真菌农药安全性高, 不易产生抗药性但速效性不足, 而化学农药速效性好, 大量使用会导致抗性产生。按照化学农药减量原则, 采用绿僵菌制剂与噻虫嗪或氯虫苯甲酰胺减量联用方法进行田间防控试验。试验结果显示金龟子绿僵菌对草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 的速效性虽然低于化学药剂组, 但持续防控明显优于化学药剂效果。在施用化学农药参考用量的 50% 时, 联用药剂在 5、15 d 时, 草地贪夜蛾幼虫防效得以保持甚至更优。25 d 后, 防效可分别达到 82.60%、77.20%。金龟子绿僵菌与减量化学农药联用, 防效优于单独使用金龟子绿僵菌的 67.40%。冬玉米茎秆基部喷洒绿僵菌油悬浮剂可以有效感染草地贪夜蛾老熟幼虫/茧蛹, 使其带菌入土, 助力草地贪夜蛾的绿色防控, 降低越冬繁殖地田间虫口基数。

关键词: 金龟子绿僵菌; 持续防控; 草地贪夜蛾

中图分类号: S473 文献标识码: A 文章编号: 1005-9261(2020)04-0530-04

Control *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in Winter Corn Using the Combination of *Metarhizium anisopliae* Oil Suspension and Reduced Chemical Pesticide

XU Xiang¹, YANG Songjie¹, LI Weiqiang², HENG Xiaorong³, YIN Yong^{1*}

(1. Plant Protection Station of Sichuan Provincial Department of Agriculture and Rural Affairs, Chengdu 610041, China;

2. Plant Protection Station, Panzhihua Agriculture and Rural Bureau, Panzhihua 617000, China; 3. Plant Protection

Station of Miyi County Agriculture and Rural Bureau, Miyi 617200, China)

Abstract: Fungal microbial pesticides are characterized by high safety, low possibility of resistance and slow action. The chemical pesticides are of quick action and high possibility of resistance. Field trails for control of fall armyworm were conducted with combination of oil suspension *Metarhizium anisopliae* and reduced dosages of thiamethonxam and chlorantraniliprole. *Metarhizium anisopliae* showed slower action against fall armyworm than the chemical pesticides, but showed higher sustainable control than the chemical pesticides. In field trails with combined application of *M. anisopliae* and the two chemical pesticides under a reduced dosage of 50%, the control was maintained or even better at 5 day post application (dpa) and 15 dpa. The control was 82.6% and 77.2%, respectively, at 25 dpa for combination of *M. anisopliae* with thiamethonxam and chlorantraniliprole, which was higher than 67.4% obtained with *M. anisopliae* alone. Reduced dosage of chemicals in the combination can reduce resistance development and improve persistence. Application of *M. anisopliae* oil suspension at the base of winter corn can improve the infection rate of fall armyworm mature larvae, thus contributing to reduce overwintering population size and the green management of fall armyworm.

Key words: *Metarhizium anisopliae*; continuous control; *Spodoptera frugiperda*

收稿日期: 2019-02-15

基金项目: 国家公益性行业科研专项 (201203036)

作者简介: 徐翔, 高级农艺师, E-mail: xuxiangmail@163.com; *通信作者, 推广研究员, E-mail: 2842566082@qq.com。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2020.04.002

2019年10月草地贪夜蛾已蔓延至全国26省(区、市)的1578个县,玉米发生受害面积106.5 hm²[1]。研究初步证实入侵我国的草地贪夜蛾主要为玉米型;具有寄主广泛、迁飞性强、为害迅速的特点,将对我国玉米、小麦、马铃薯、高粱等作物构成严重威胁,今后可能需要常态化防治[2,3]。目前草地贪夜蛾的应急防治主要以化学农药防控为主,同时生物农药和天敌昆虫的室内防控作用已有报道[4,5]。开放环境中,世代重叠、各种虫态同时发生,化学农药一旦失去药效,新的虫体便接踵而至,需要多次重复施药,加大了防治成本的同时,还易导致草地贪夜蛾对防治药剂产生抗药性。天敌昆虫防控具有长效性,但草地贪夜蛾具备强大的迁徙能力(每晚可迁飞100 km),很难迅速同步跟随。以夜蛾科害虫为靶标寄主的微生物农药,持续存在于根围叶围环境中,具有安全、可持续防控、不易产生抗药性等优点[6]。

本研究在冬玉米种植田块,测试金龟子绿僵菌对冬玉米草贪夜蛾的持续防控效果,同时将金龟子绿僵菌与部分化学农药联用使用,以期降低了化学农药用量的同时,达到了速效性与持效性兼顾的效果,为虫源地繁殖区草贪种群数量的长效绿色防控提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

1.1.1 金龟子绿僵菌 100亿孢子/mL金龟子绿僵菌油悬浮剂(重庆重大生物技术发展有限公司)。

1.1.2 化学农药 35%氯虫苯甲酰胺水分散剂(美国富美实公司);50%噻虫嗪水分散剂(陕西康禾立丰生物科技药业有限公司);23%茚虫威悬浮剂(江西中迅农化有限公司)。

1.2 供试作物

冬玉米,品种:科白糯8号。

1.3 试验田地

试验地选在四川省攀枝花市米易县丙谷镇小河村草地贪夜蛾发生严重的一块田地,进行,试验田块地势平坦,土层深厚,中上等肥力,土壤肥力较均等,有机质含量一般,面积约1 hm²。试验示范地历年种植玉米,2019年草地贪夜蛾发生较重,玉米苗11月1日移栽大田,每667 m²定植4000株。田间小区移栽规格、品种及肥水管理等条件一致,符合当地农业生产实践。

1.4 金龟子绿僵菌与化学农药持效性对比试验

试验共设4个处理。每个处理设A、B、C、D、E5个重复试验小区,每个小区100株,面积约20 m²,药剂用量见表1。

表1 金龟子绿僵菌油悬浮剂与化学农药用量

Table 1 Dosage of dispersion oil preparation *M. anisopliae* and chemical pesticides

农药种类 Specification	处理编号 Numbers	药剂名称 Pesticide	药剂用量 Dosage of pesticide
金龟子绿僵菌 <i>M. anisopliae</i>	CK	100亿孢子/g 金龟子绿僵菌	300 mL/hm ²
化学农药 Chemical pesticides	A	35%氯虫苯甲酰胺	80 g/hm ²
	B	50%噻虫嗪	40 g/hm ²
	C	23%茚虫威	150 mL/hm ²

1.5 金龟子绿僵菌联用化学农药试验

试验分为6个处理。每个处理设A、B、C、D、E5个重复试验小区,每个小区100株,面积约20 m²。6个处理的药剂用量见表2。

1.6 施药方法

持效性对比试验施药于2019年12月5日,草地贪夜蛾发生虫态为卵、1~3龄幼虫;试验前未施用任何农药,为害率50%~70%;金龟子绿僵菌联用化学农药试验于2019年12月6日施药,药剂加水稀释后施用量为400 kg/hm²。采用背负式电动喷雾器,对准叶心重点喷施,

1.7 调查方法

自施药开始计算,在每个处理随机取20株玉米,施药前调查为害株数,标记植株上草地贪夜蛾的数

表 2 金龟子绿僵菌与化学农药联用配方表
Table 2 Compound formula of *M. anisopliae* and chemical pesticides

处理 Treatment	联合用药量 Combined dosage	化学农药参考用量 (减药量) Reference dosage (Dosage reduction)
A1	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +35% 氯虫苯甲酰胺 (80 g/hm ²)	100% (0)
A2	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +35% 氯虫苯甲酰胺 (40 g/hm ²)	50% (50%)
A3	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +35% 氯虫苯甲酰胺 (20 g/hm ²)	25% (75%)
B1	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +50% 噻虫嗪 (40 g/hm ²)	100% (0)
B2	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +50% 噻虫嗪 (20 g/hm ²)	50% (50%)
B3	100 亿孢子/g 金龟子绿僵菌 (300 mL/hm ²) +50% 噻虫嗪 (10 g/hm ²)	25% (75%)

量, 对比试验药后 5、15、25 d 各调查一次, 联合用药试验 5、15、25 d 各调查一次, 计算虫口减退率, 并对试验数据采用 SPSS 21.0 进行差异显著性分析。

虫口减退率 (%) = (药前虫口基数 - 药后虫口基数) / 药前虫口基数 × 100。

2 结果与分析

2.1 金龟子绿僵菌与化学农药对草地贪夜蛾的绿色防控效果

用药 5 d 后所有药剂对草地贪夜蛾均有明显的防治效果, 除金龟子绿僵菌以外防治效果均达到 78% 以上。用药 15 d 后 35% 氯虫苯甲酰胺效果最好达到 94.20%, 金龟子绿僵菌防治效果上升至 75.20%, 其余药剂防治效果均有不同程度的下降。用药 25 d 后化学药剂防效明显下降, 金龟子绿僵菌仍能保持 67.40% 的防治效果, 长效优于化学农药 (表 3)。

表 3 金龟子绿僵菌与化学农药对草地贪夜蛾防治效果的比较
Table 3 Comparative sustained effects of *M. anisopliae* and chemical pesticides on *S. frugiperda*

农药种类 Specification	处理编号 Numbers	药剂 Pesticide	5 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 5 days (%)	15 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 15 days (%)	25 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 25 days (%)
金龟子绿僵菌 <i>M. anisopliae</i>	CK	100 亿孢子/mL 金龟子绿僵菌	68.60 ± 2.57 d	75.20 ± 4.35 b	67.40 ± 5.68 a
	A	35% 氯虫苯甲酰胺	87.60 ± 5.08 a	94.20 ± 4.58 a	40.40 ± 9.50 b
	B	50% 噻虫嗪	82.60 ± 5.92 b	71.20 ± 5.19 bc	23.40 ± 7.76 c
对照化学药剂 Pesticide control	C	23% 茚虫威	78.40 ± 4.63 b	67.40 ± 2.06 c	16.00 ± 5.25 d

注: 图中数据 (平均值 ± 标准误), 不同小写字母者表示 0.05 水平差异显著。

Note: Data (mean ± SE) with the different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level.

2.2 金龟子绿僵菌与化学农药联用对草地贪夜蛾的防治效果。

在 5、15 和 25 d 时, 金龟子绿僵菌联用参考用量 50% 的化学农药与金龟子绿僵菌联用参考用量 100% 的化学农药比较, 虫口减退率差异不显著; 在 5、15 d 时, 金龟子绿僵菌联合使用参考用量 100%、50% 的化学农药与单独使用金龟子绿僵菌和单独使用化学药剂比较, 虫口减退率更优或差异不显著; 在 25 d 时, 金龟子绿僵菌联合使用参考用量 100%、50% 的化学农药与单独使用金龟子绿僵菌和单独使用化学药剂比较, 虫口减退率更优 (表 4)。

初步判断, 金龟子绿僵菌联合使用参考用量 50% 的化学农药, 在减少化学农药用量的基础上, 兼顾了速效性和持效性。

3 讨论

在开放田间环境中, 化学农药药效一旦降低, 草地贪夜蛾便接踵而至, 以至于需要反复施药, 加大了防控成本的同时, 也容易导致草地贪夜蛾产生抗药性。而天敌昆虫防控虽具有明显防控作用, 但草地贪夜蛾具备远距离迁飞能力, 天敌很难同步跟随。金龟子绿僵菌具有在根围长期存活, 不易产生抗药性, 环境

表4 金龟子绿僵菌与化学农药联用对冬玉米草地贪夜蛾防治效果
Table 4 Control effect of *M. anisopliae* and chemical pesticides on *S. frugiperda*

处理编号 Numbers	5 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 5 d (%)	15 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 15 d (%)	25 d 虫口减退率 Pest reduction rate after 25 d (%)
A	87.60±5.08 b	94.20±4.58 a	40.40±9.50 d
A1	91.80±2.32 a	95.80±2.79 a	85.40±2.94 a
A2	92.40±2.87 a	94.00±2.37 a	82.60±3.98 a
A3	89.60±4.41 b	83.60±6.53 b	73.60±7.12 b
CK	68.60±2.57 c	75.20±4.35 c	67.40±5.68 c
B1	86.60±3.77 a	82.60±5.92 a	79.20±5.02 a
B2	84.20±3.12 a	80.40±4.84 a	77.20±6.43 a
B3	77.60±3.93 b	74.20±5.67 bc	66.60±3.24 b
B	82.60±5.92 b	71.20±5.19 c	23.40±7.76 c
CK	68.60±2.57 d	75.20±4.35 b	67.40±5.68 b

注: CK、A、B 数据来自于表3。图中数据(平均值±标准误),不同小写字母者表示0.05水平差异显著。

Note: The data of CK, A and B are from table 3. Data (mean±SE) with the different lowercase letters indicated significant difference at 0.05 level.

友好等优点^[7],可以有效侵染入土化蛹的老熟幼虫,而且金龟子绿僵菌孢子可以粘附入土幼虫体表,即使其入土也可带菌感病致死从而降低成虫羽化率^[8]。这种再次产孢重复感染,持续控害的特点是其他生物农药所不具备的优势。

研究表明,虽然速效性不如化学农药,绿僵菌生物农药相对于化学农药具有更长的防控时长;绿僵菌与化学农药联用处理对草地贪夜蛾防治效果,在5、15 d时,与单独使用绿僵菌相比,绿僵菌联用减量50%的化学农药,虫口减退率更优或差异不显著。在25 d时,金龟子绿僵菌联用减量50%的化学农药,与单独使用金龟子绿僵菌比较,虫口减退率更大。已有研究表明绿僵菌、白僵菌与低毒化学农药混合使用,具有显著的协同增效作用,究其原因可能是化学农药能降低虫体抵抗力,提高真菌孢子的入侵速率^[6]。草地贪夜蛾室内浸泡接种试验利用金龟子绿僵菌与2种化学农药按不同剂量联用使用,可在减少化学农药用量的同时,兼顾速效性和持久性。今后还需要测试更多的化学农药和金龟子绿僵菌的联用效果,同时在联用剂型和联用比例上进行优化,以期达到最佳的效果。此外室内试验证实金龟子绿僵菌孢子可以在草地贪夜蛾老熟幼虫入土化蛹时进行侵染,从而降低成虫羽化率。

综上所述,研究金龟子绿僵菌与化学农药减量联用,可以提速增效和持续控害以及延缓抗药性。特别对草地贪夜蛾周年繁殖省区和迁飞扩散省区而言,是一种重要的降低草贪种群数量的绿色防控方法。

参 考 文 献

- [1] 杨普云,朱晓明,郭井菲,等.我国草地贪夜蛾的防控对策与建议[J].植物保护,2019,45(4):1-6.
- [2] 王磊,陈科伟,钟国华,等.中国重大入侵害虫草地贪夜蛾发生危害、防控研究进展及防控策略探讨[J].环境昆虫学报,2019,41(3):479-487.
- [3] Jing D P, Guo J F, Jiang Y Y, et al. Initial detection and spread of invasive *Spodoptera frugiperda* in China and comparisons with other noctuid larvae in cornfields using molecular techniques[J]. Insect Science, 2019, 27(4): 1-11.
- [4] 彭国雄,张淑玲,张维,等.杀虫真菌与苏云金芽孢杆菌对草地贪夜蛾的联合室内杀虫活性研究[J].中国生物防治学报,2019,35(5):735-740.
- [5] 陈斌,冯明光.两种杀虫真菌制剂与低用量吡虫啉对温室粉虱的协同防效评价[J].应用生态学报,2003,14(11):1934-1938.
- [6] 王中康,张兴,张礼生,等编著.真菌农药[M]//《现代生物农药100问》第三章.北京:中国农业科学技术出版社,2014,30-31.
- [7] 申剑飞,王中康,张建伟,等.两株绿僵菌菌株的分离鉴定及其对花生蛴螬的致病力[J].中国生物防治学报,2012,28(3):334-340.
- [8] 崔元英,张安盛,李丽莉,等.金龟子绿僵菌乳粉剂防治甘蓝菜青虫和小菜蛾田间药效试验[J].山东农业科学,2012,44(9):102-103.