

文章编号:1001-7380(2017)05-0035-03

Bt+灭幼脲混剂对美国白蛾防治效果

贺 军¹,徐 明^{2,3*},汪立三³,章如阳³,杨运具⁴,徐福元²

(1. 南京市溧水区农业局,江苏 南京 211200;2. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153;
3. 江苏省沭阳县林果中心,江苏 沭阳 223600;4. 伊犁州新源国有林管理局,新疆 新源 835800)

摘要:用 Bt+灭幼脲混剂对美国白蛾的喷雾和飞机防治试验结果发现,混剂对美国白蛾 3,4 龄幼虫的防治效果略高于其单剂,速效性要略快于其单剂,而且持效性均较好。混剂飞机防治后第 2 d,防治效果达 69.0%,且网幕中 3 龄虫均出现中毒症状,即不活跃;药后 4 d,开始出现一定量美国白蛾 3,4 龄幼虫的死亡,杀虫效果在 90.0%以上;药后 6 d,防治效果有大幅提高,3,4 龄幼虫出现大量死亡,防治效果达到 100%。因此,Bt+灭幼脲混剂系集速效、长效于一体的胃毒性杀虫剂,且系仿生或生物制剂,对环境安全,可以大面积推广应用,有效防控美国白蛾的发生。

关键词:Bt+灭幼脲混剂;美国白蛾;喷雾防治;飞机防治;防治效果

中图分类号:S763.42

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.05.008

美国白蛾(*Hyphantria cunea* Drury)是一种危险性的食叶害虫,具有食性杂、危害大、繁殖快、易传播等特点,属世界性检疫对象。2010年起该虫在江苏连云港、徐州、宿迁和盐城等地爆发。目前,向周边地区扩散蔓延的势头仍在加剧,严重威胁当地的绿化、林果业和养蚕业的发展。针对当地杨树病虫害发生严重,农户桑蚕、水产养殖等现状,使用有机磷和菊酯类等农药对家蚕^[1]、鱼虾^[2]毒性高,迫切需要开展选择高效安全、可持续、无污染的新型防治方法^[3]和利用生物控制虫害等研究。

苏云金芽孢杆菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt)和灭幼脲(Chlorbenzuron)单剂在美国白蛾发生区已有一定量的使用,在防治中发挥了较大的作用^[4]。但是,Bt和灭幼脲单剂对美国白蛾幼虫感染及致死速率较慢,且对环境及气候有一定的要求,一旦美国白蛾大爆发,它们尚不能高效迅速被杀死,仍会对发生区农林作物造成巨大的环境和经济损失^[5-6]。许多研究利用添加各种增效剂来改良 Bt 制剂的杀虫活性^[7-9];灭幼脲是新发现的昆虫生长发育抑制剂,主要作用是抑制昆虫表皮的几丁质合成,使昆虫因蜕皮变态受阻,或形成畸形以致死

亡^[10-11]。上述 2 种制剂均要在昆虫取食后才能发挥毒杀作用。在生物防治实践中,有很多生物杀虫剂与农药混配,或与不同生物杀虫剂的混配使用,增强了杀虫效果,降低了害虫的抗药性,保护了生态环境。相关研究用苏云金杆菌 Bt 与灭幼脲混剂防治美国白蛾幼虫有显著防效和增效作用^[12],为美国白蛾生物、无公害防控提供了新的研究方向。本试验于 2016 年用 Bt+灭幼脲混剂进行了大规模的喷雾和飞机防治美国白蛾,取得了更好的防治效果。

1 材料和方法

1.1 供试昆虫

美国白蛾(简称白蛾)3—4 龄幼虫,并在 326 省道沭阳县彰集镇段沿线的 72 杨(*Populus euramericana* cv I-72)和法国梧桐(*Platanus orientalis*)林内设置样株,喷雾和飞机防治试验于 2016 年 7 月 21 日作业,防治效果进行调查于 7 月 22—27 日。

1.2 供试药剂

Bt(苏云金杆菌)悬浮剂,毒力效价为 8 000 IU/ μ L(扬州绿源生物化工有限公司生产);25%灭

收稿日期:2017-06-17;修回日期:2017-08-15

基金项目:江苏省林业三项工程项目“美国白蛾为主食叶害虫可持续防控技术集成与示范”(lysx[2016]02)

作者简介:贺 军(1983-),男,江苏溧水人,硕士。从事林业技术研究工作。

* 通信作者:徐 明(1982-),男,江苏苏州人,博士。主要从事林业有害生物防治技术研究工作。

幼豚(安阳市瑞泽农药有限公司生产)。

1.3 Bt+灭幼豚混剂对美国白蛾 4 龄幼虫的防治试验方法

1.3.1 喷雾防治试验 单剂:将供试 Bt、灭幼豚分别配成 8 IU/μL、2.5 μL/L 2 种配比度的药液供试。混剂:将供试 Bt 与灭幼豚分别配成 4 IU/μL、1.25 μL/L 并混合成混剂;喷雾和供试对象:在法国梧桐树大苗圃,按苗床每处理设标准株 5 株,每标准株接 3—4 龄幼虫 50—100 头,以无菌水为对照,设重复 3 次,喷药后每日调查记录标准株的幼虫死亡数。

1.3.2 飞机防治试验

(1)用量分别设单剂 Bt 为 8 000 IU/μL 悬浮液 750 g/hm²,25%灭幼豚为 750 g/hm²;Bt+灭幼豚混剂:用量为(375+375) g/hm²。

(2)标准株设立和飞机防治主要技术参数测定。沿飞机喷幅带按每种用药量设标准株 6 株,并编株号;起飞前每标准株接 3—4 龄幼虫 50—100 头,以无菌水为对照,设重复 3 次,防治后每日调查记录死亡虫数,防治效果评价方法同喷雾防治评价方法;用风速仪测定风速(m/s),用测高仪和目测相结合测定每架次飞行高度(m)和用秒表记录飞机经过与雾滴着落叶面的时间(s);每个架次按喷幅带从标准株抽取 4 片树叶,并计数、记录其上的雾滴密度(滴/cm²)。

1.4 飞机机型、喷雾工具及天气情况

机型:直升机 AS350 B3e(小松鼠);载药量:400—450 kg/架次,每架次加入沉降剂:尿素 16 kg。飞机防治面积:200 hm²/架次;地面林苗圃地喷雾试验采用长江-10 型喷雾器(细喷雾);气象情况:试验于 2016 年 7 月 22 日进行,当日天气少云,平均气温 31.0 ℃,最高气温 36 ℃,最低气温为 26 ℃,湿度 68%,微风。

1.5 防治效果调查计算及统计分析方法

试验过程中,要防止药液漂移,确保各药剂试验数据的准确性。喷药前和喷药后 2、4、6 d,每小区设 3 个点取样,每点调查样株 6 株,共计调查 18 株样株上美国白蛾虫口数,以对照区美国白蛾自然虫口增减率计算防治效果。喷药后 2、4、6 d 调查死、活虫数,计算防治效果方法如下:

虫口减退率(%)=[(药前虫口数-药后虫口数)/药前虫口数]×100;

杀虫效果(%)=[(防治区虫口减退率-对照区虫口减退率)/(1-对照区虫口减退率)]×100。

各项试验所得结果均采用 SPSS19.0 中文版统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 Bt+灭幼豚混剂对美国白蛾防治效果

试验结果表明,药后 2 d,开始出现一定量美国白蛾 3、4 龄幼虫的死亡,Bt、灭幼豚和 Bt+灭幼豚混剂对 3、4 龄幼虫的防治效果分别为 61.0%、57.3%、68.7%,其中混剂的防治效果略高于单剂,与单剂的防治效果的差异较显著。药后 4 d,美国白蛾 3、4 龄幼虫出现大量死亡,Bt、灭幼豚和 Bt+灭幼豚混剂对 3、4 龄幼虫的防治效果分别为 89.1%、80.7%和 94.9%,其中混剂的防治效果仍略高于单剂,与单剂的防治效果的差异较显著。药后 6 d,美国白蛾 3、4 龄幼虫基本全部中毒死亡,Bt、灭幼豚和 Bt+灭幼豚混剂对 3、4 龄幼虫的防治效果依次为 100%、98.7%和 100%,其中 Bt+灭幼豚混剂和 Bt 单剂的防治效果略高于灭幼豚单剂,与单剂的防治效果无显著性差异。从药剂对美国白蛾的生物、无公害防控要求和从防治成本及防治效果考虑,林间防治用 Bt+灭幼豚混剂防治美国白蛾 3、4 龄幼虫的用药配比度以 4 IU/μL+ 1.25 μL/L 为适宜(见表 1)。

表 1 Bt+灭幼豚混剂对美国白蛾 3、4 龄幼虫的喷雾防治效果

供试药剂	用药配比度	药前虫量/头	防治效果/%		
			2 d	4 d	6 d
Bt	8 IU/μL	263	61.0 Ab	89.1 Ab	100 Aa
灭幼豚	2.5 μL/L	348	57.3 Bb	80.7 Bb	98.7 Ab
Bt+灭幼豚混剂	4 IU/μL+1.25 μL/L	305	68.7 Aa	94.9 Aa	100 Aa
对照	-	280			

同列数据后不同大、小写字母,分别表示在 1%、5%水平上存在显著性差异

2.2 飞机防治技术参数与 Bt+灭幼脲混剂对美国白蛾杀虫效果的关系

据测定飞机防治时风速为(1.08±0.23) — (1.78±0.36) m/s,飞机防治天气良好;飞机飞行高度为(14.99±3.22) — (16.33±2.34) m;喷雾的雾滴沉降速度为(2.87±0.47) — (3.13±0.29) s;雾滴密度为(2.33±0.13) — (3.01±0.37) 滴/cm, Bt+灭幼脲混剂飞机防治美国白蛾3,4龄幼虫的主要技术参数测定结果均较好(见表2),并为混剂飞机防治美国白蛾幼虫发挥最佳效果创造了有利条件。

飞机防治试验效果调查表明,药后2 d,开始出现一定量美国白蛾3,4龄幼虫的死亡,3样地用的Bt、灭幼脲和 Bt+灭幼脲混剂对3,4龄幼虫的飞机防治效果分别为62.3%,59.7%,69.0%,其中混剂

的防治效果略高于单剂,与单剂的防治效果的差异较显著。药后4 d,美国白蛾3,4龄幼虫出现大量死亡,3样地均用 Bt、灭幼脲和 Bt+灭幼脲混剂对3,4龄幼虫的飞机防治效果分别为88.9%,80.8%,91.3%,其中混剂的防治效果略高于单剂,与单剂防治效果差异较显著。药后6 d,美国白蛾3,4龄幼虫基本全部中毒死亡,其3样地用 Bt、灭幼脲和 Bt+灭幼脲混剂对3,4龄幼虫的飞机防治效果分别为100%,99.8%和100%,其中 Bt+灭幼脲混剂和 Bt 单剂的防治效果略高于灭幼脲单剂,与单剂的防治效果无显著性差异,从药剂对美国白蛾的生物、无公害防控要求和从防治成本及防治效果考虑,飞机防治用 Bt+灭幼脲混剂防治美国白蛾3,4龄幼虫的用药量以(375+375) g/hm²为适宜(见表3)。

表2 Bt+灭幼脲混剂飞机防治美国白蛾幼虫主要技术参数的测定结果

供试药剂	风速/(m/s)	飞行高度/m	雾滴沉降速度/s	雾滴密度/(滴/cm ²)
Bt	1.22±0.17	15.87±2.56	2.99±0.33	2.33±0.13
灭幼脲	1.08±0.23	16.33±2.34	3.13±0.29	2.67±0.23
Bt+灭幼脲混剂	1.78±0.36	14.99±3.22	2.87±0.47	3.01±0.37
对照				

表3 Bt+灭幼脲混剂对美国白蛾3,4龄幼虫的飞机防治效果

供试药剂	用药量/(g/hm ²)	药前虫量/头	防治效果/%		
			2 d	4 d	6 d
Bt	750	346	62.3 Bb	88.9 Ba	100 Aa
灭幼脲	750	404	59.7 Bc	80.8 Bc	99.8 Aa
Bt+灭幼脲混剂	375+375	420	69.0 Aa	91.3 Aa	100 Aa
对照	—	378			

同列数据后不同小写、大写字母分别表示5%,1%水平差异显著

3 小结与讨论

在试验期间,供试混剂对美国白蛾3,4龄幼虫的防治效果略高于单剂,速效性要略快于单剂,而且持效性均较好。具体分析如下:防治后6 d,用 Bt+灭幼脲混剂对美国白蛾3,4龄幼虫的喷雾杀虫效果达100%,表现出较强的防治效果,防治效果明显好于单剂,速效性要略快于单剂,而且持效性均较好。飞机防治试验后第2 d的防治效果达69.0%,且网幕中3龄虫均有出现中毒症状,即不活跃;防治后4 d,开始出现一定量美国白蛾3,4龄幼虫的死亡,混剂对3,4龄幼虫的防治效果在90.0%以上;防治后6 d,防治效果有大幅提高,3,4龄幼虫出现大

量死亡,混剂的防治效果达到100%。因此,Bt+灭幼脲混剂系集速效、长效于一体的胃毒性杀虫剂,且系仿生或生物制剂,对环境安全^[13-17]。试验结果显示 Bt+灭幼脲混剂防治美国白蛾具有适用范围广、高效低毒,对作物、天敌、环境以及生态安全等特点^[18-21]。Bt+灭幼脲混剂中的 Bt 是天敌微生物,大规模飞机防治后 Bt 残留在林间可以自行复制和流行^[3,6],同时这也为可持续防控美国白蛾起到了一定作用。

参考文献:

[1] 马惠,姜辉,陶传江,等.27种农药对家蚕的毒性评价研究[J].农药学学报,2005,7(2):156-159.

(下转第47页)

- kaline soil amelioration [J]. International Journal of Mining Reclamation & Environment, 2015, 29 (3): 169-177.
- [26] SHARMA B M, YADAV J S P, et al. Removal during leaching and availability of iron and manganese in pyrite and farmyard-manure-treated alkali soil [J]. Soil Science, 1989, 147 (1): 17-22.
- [27] 上海市农业科学院. 盐碱土壤改良专用缓释肥料及其制备方法; 中国, CN201310078882.9 [P]. 2014-09-17.
- [28] 刘海崇. 一种盐碱土壤改良剂; 中国, CN 201310080579.2 [P]. 2014-12-03.
- [29] 赵亚彬, 臧青旺. 盐碱土壤改良方法; 中国, CN201310359499.0 [P]. 2015-03-04.
- [30] IDRIS E E, BOCHOW H, ROSS H, et al. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. VI. Phytohormone-like action of culture filtrates prepared from plant growth-promoting *Bacillus amyloliquefaciens* FZB24, FZB42, FZB45 and *Bacillus subtilis* FZB37 [J]. Journal of Plant Diseases and Protection-New Series, 2004, 111 (6): 583-597.
- [31] 龙明杰, 张宏伟, 曾繁森. 高聚物土壤结构改良剂的研究 I. 淀粉接枝共聚物改良赤红壤的研究 [J]. 土壤学报, 2001, 38 (4): 584-589.
- [32] 王 雪. 土壤结构改良剂的研究利用现状综述 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2009 (9): 199.
- [33] 卢玉献. 一种盐碱土壤改良剂; 中国, CN201210297471.4 [P]. 2014-03-12.
- [34] 武 玉, 徐 刚, 吕迎春, 等. 生物炭对土壤理化性质影响的研究进展 [J]. 地球科学进展, 2014, 29 (1): 68-79.
- [35] 天津吉天环境科技发展有限公司. 一种盐碱土壤改良剂及其制备方法; 中国, CN201310300314.9 [P]. 2015-01-21.
- [36] 杨德志. 盐碱土壤改良剂及其制备方法与应用; 中国, CN201210203263 [P]. 2012-11-07.
- [37] 江苏东珠景观股份有限公司. 一种华北地区盐碱土壤改良方法; 中国, CN201410287425.5 [P]. 2014-10-15.
- [38] 天津市北方绿业生态科技有限公司. 一种盐碱土改良增肥调理剂及制备方法; 中国, CN200710059730.9 [P]. 2008-04-09.
- [39] 天津泰达绿化集团有限公司. 一种由园林废弃物制成的土壤改良基质及其制备方法; 中国, CN201210008115 [P]. 2012-07-18.
- [40] 田俊杰. 一种盐碱土壤改良剂及其制备方法; 中国, CN201210286131 [P]. 2012-12-05.
- [41] 王晓洋, 陈效民, 李孝良, 等. 不同改良剂对滨海盐渍土水盐特性的影响 [J]. 水土保持通报, 2013, 33 (1): 261-264.
- [42] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望 [J]. 土壤学报, 2008, 45 (5): 837-845.

(上接第 37 页)

- [2] 冷春梅, 陈家长, 巩俊霞, 等. 溴氰菊酯在水环境中的降解及对三种水生动物的毒性 [J]. 环境保护科学, 2009, 35 (4): 43-45, 53.
- [3] 罗 成, 应盛华, 冯明光. 球孢白僵菌对斜纹夜蛾高毒菌株筛选与制剂的研发 [J]. 中国生物防治学报, 2011, 27 (2): 188-196.
- [4] 张星耀, 骆有庆. 中国森林重大生物灾害 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2003: 140-156.
- [5] 蒲蛰龙. 昆虫病理学 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1992.
- [6] 曹 琼. 苏云金杆菌杀虫增效作用研究进展 [J]. 武汉科技学院学报, 2004, 17 (2): 44-48.
- [7] 赵善欢, 黄炳球, 胡美英. 川楝素与青虫菌等农药混用对菜青虫增效作用 [J]. 昆虫学报, 1989, 32 (2): 158-165.
- [8] 申继忠, 钱传范. 苏云金杆菌杀虫剂增效途径的研究进展 [J]. 生物防治通报, 1994, 10 (3): 135-140.
- [9] 许文耀. 添加物对 Bt 制剂杀灭鳞翅目害虫的增效作用 [J]. 华东昆虫学报, 2002, 11 (2): 99-104.
- [10] 苗建才. 灭幼脉类杀虫剂防治森林害虫的研究进展 [J]. 林业科学, 1989, 25 (6): 536-541.
- [11] 吴秋雁, 仇序佳. 灭幼脉作用机制的研究进展 [J]. 昆虫知识, 1991, 28 (3): 180-181.
- [12] 徐 明, 刘冬梅, 徐福元, 等. Bt 与灭幼脉混剂对美国白蛾第 2, 3 代幼虫的联合毒力及防治效果 [J]. 林业科学, 2013, 49 (12): 171-174.
- [13] 黄芙蓉. 白僵菌与病毒、苏云金杆菌、溴氰菊酯混合防治木毒蛾的研究 [J]. 福建林业科技, 2000, 27 (3): 55-58.
- [14] 丁 珊, 汤 坚, 王成树, 等. 灭幼脉与白僵菌的相容性及增效作用的研究 [J]. 安徽农业大学学报, 1996, 23 (3): 366-370.
- [15] 段彦丽, 陶万强, 曲良建, 等. HcNPV 和 Bt 复配对美国白蛾的致病性 [J]. 中国生物防治, 2008, 24 (3): 223-238.
- [16] BELL M R, RORNINE C L. *Heliothis virescens* and *H. zea* (Lepidoptera: Noctuidae) dosage effects of feeding mixtures of *Bacillus thuringiensis* and a nuclear polyhedrosis virus on mortality and growth [J]. Environmental Entomology, 1986, 15 (6): 1161-1165.
- [17] REED T, BASS M H. Larval and postlarval effects of diflubenzuron on the soybean Looper [J]. 1980, 73 (2): 332-338.
- [18] 殷向东, 徐 健, 刘 琴, 等. Bt 与 PuGV-Ps 复配最佳增效配比筛选方法 [J]. 植物保护学报, 2004, 31 (2): 219-220.
- [19] 陈 立, 徐汉虹, 李云宇, 等. 农药复配最佳增效配方筛选方法的探讨 [J]. 植物保护学报, 2000, 27 (4): 349-354.
- [20] 徐红梅, 陈京元, 江建国, 等. 灭幼脉Ⅲ号与阿维菌素乳油混剂防治马尾松毛虫试验 [J]. 中国森林病虫, 2003, 22 (6): 38-39.
- [21] 林晓安. 飞机超低量喷洒灭幼脉Ⅲ号与阿维菌素混剂防治试验 [J]. 林业科技开发, 2005, 19 (5): 69-70.