

# 卵孢白僵菌与农药的复配剂对甜菜夜蛾的毒力测定

李 春 香<sup>1</sup>, 崔 也 平<sup>2</sup>, 张 英 英<sup>1</sup>

(1. 唐山师范学院 生命科学系 河北 唐山 063000; 2. 华北煤炭医学院 临床医学系 河北 唐山 063000)

**摘 要:**比较 6 种杀虫剂和 3 种杀菌剂与卵孢白僵菌的相容性,筛选出 4 种杀虫剂甲维盐、除尽、铁沙掌和康夫,用这 4 种杀虫剂的亚致死剂量和次亚致死剂量分别与  $1\times 10^7$  个孢子/mL 的菌悬液复配后对甜菜夜蛾进行室内毒力测定。结果表明:第 2 天,含甲维盐和除尽的亚致死剂量的复配剂校正防效分别达到了 59.9%和 90.7%,到第 10 天均达到了 97%以上;含甲维盐和除尽次亚致死剂量的复配剂的校正防效在第 2 天时分别为 49.9%和 67.8%,第 10 天时均达到 95%以上。

**关键词:**卵孢白僵菌;化学杀虫剂;生物相容性;复配

**中图分类号:**S 433.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2009)07—0075—04

甜菜夜蛾[*Spodoptera exigua* (Hübner)] 隶属于鳞翅目、夜蛾科,是一种世界性分布、间歇性大发生的以危害蔬菜为主的杂食性害虫,现已成为制约我国农业发展的一种重要害虫。目前,我国对甜菜夜蛾的防治仍以化学防治为主,但甜菜夜蛾对常规农药如有机磷及除虫菊酯类农药已经产生较强的抗性<sup>[1]</sup>。随着环境意识的增强,人们越来越关注生物农药的使用,其中对白僵菌的研究最为广泛。已有报道白僵菌可用于防治松毛虫<sup>[2]</sup>、玉米螟<sup>[3]</sup>、桃蚜<sup>[4]</sup>、舞毒蛾<sup>[5]</sup>等,并取得较好的经济效益和环境效益。而有关使用常用农药与白僵菌复配对甜菜夜蛾进行防治的报道不多。

**第一作者简介:**李春香(1968-),女,河北乐亭人,理学硕士,副教授,研究方向为植物生物防治。  
**基金项目:**唐山市重点实验室资助项目(04360701B-4)。  
**收稿日期:**2009-02-15

该试验应用浓度为  $1.0\times 10^7$  个/mL 的卵孢白僵菌孢悬液与农药的亚致死量和次亚致死量进行复配,对甜菜夜蛾进行室内毒力测定,初步测评其毒性特点及效果,以确定能与卵孢白僵菌复配并达到较好杀伤效果的农药的种类及剂量,制备出高效、低毒生物制剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 卵孢白僵菌 ACCC30290 由中国农业菌种保藏中心提供,甜菜夜蛾由中国农业科学院植保所提供。

1.1.2 供试农药 康夫 4 000~6 000 倍,250  $\mu$ L/100mL,日本佳田化学(株)中国有限公司;除尽:500~750 mL/hm<sup>2</sup>,2 mL/100mL,巴斯夫(中国)有限公司;甲维盐:2 000~4 000 倍,330  $\mu$ L/100mL,河北维可特益农化工有限公司;农地乐:30~60 mL/667m<sup>2</sup>,2 mL/100mL,美国陶氏益农公司;强棒 41~55 g/667m<sup>2</sup>,400  $\mu$ L/100mL,台湾圣丰科技(河南)有限公司;铁沙掌

# Characterization of Ligninolytic Enzymes Production of a White-rot Fungus F-9

DAI Shen, LIN Shu-xin, LIU Hong-tao, SUO Fan, ZHU Qi-zhong, ZHANG Xiao-kui  
(Shandong University at Weihai, Weihai, Shandong 264209, China)

**Abstract:** White-rot fungus F-9 was the fungus isolated newly. Used the PDA culture medium, the natural culture medium on liquid and the artificial culture medium on liquid carries on the raise on F-9 separately, and studied the production of enzyme. The study illustrated that its growth rate in PDA culture medium was quick, may reach 8 mm/d; and its growth rate and production of enzyme in natural culture medium on liquid quit to be also ideal, LiP was 341 U/L, MnP was 264 U/L; the peak activities of LiP and MnP produced by F-9 in the artificial culture medium on liquid appear later than the fungus in natural culture medium on liquid about 2~3 d, but the activities of the two enzyme were both greatly improved, LiP was 619 U/L, MnP was 443 U/L. Judging from the result, if optimize the train condition of F-9 further, it ought to get much better lignin degradation effect.

**Key words:** White-rot fungus F-9; Growth; Enzyme; Lignin

3 000 倍, 2 mL/100mL, 台湾圣丰科技(河南)有限公司; 美生: 400~600 倍, 1.7 g/100mL, 美国默赛技术公司; 甲霜灵 150~200 g/667m<sup>2</sup>, 8 g/100mL, 重庆化学工业(集团)公司; 百菌清 90~120 g/667m<sup>2</sup>, 4 g/100mL, 重庆圣通生化厂。其中康夫、甲维盐、除尽、铁沙掌、强棒和农地乐为杀虫剂; 美生、甲霜灵和百菌清为杀菌剂。

1.2 试验方法

1.2.1 含毒平板的制备<sup>[6]</sup> 配制 10×田间常规浓度的农药各 100 mL, 放入冰箱中待用。在超净台中, 取灭菌的培养皿, 倒入已灭菌的 PDA 培养基 9 mL, 再移入 10×致死剂量的农药 1 mL, 混匀, 静置待冷却后制成含毒的 PDA 平板。每种农药重复 3 次。对照组加入无菌水。

1.2.2 饼法复配试验<sup>[7]</sup> 取培养 4~5 d 无孢子产生菌丝分布均匀的球孢白僵菌 1 皿, 在超净台中, 使用直径 5 mm 的打孔器打菌饼, 将菌饼转接到含毒平板上, 每皿接 3 饼。27.6℃恒温生化培养箱中倒置培养。3 d 后, 用十字交叉法每天定时测量所接菌饼直径, 单位为 mm。取 5 个重复共 10 次测量的平均值。计算抑制率; 抑制

率=[(对照培养皿菌落直径-加药培养皿菌落直径)/对照培养皿菌落直径]×100%。通过抑制率的大小来筛选出复配较好的 4 种农药康夫、除尽、甲维盐和铁沙掌。

1.2.3 菌药复配剂杀虫试验 使用卵孢白僵菌孢悬液与 4 种杀虫剂进行复配, 菌药复配剂中白僵菌孢悬液浓度为 1.0×10<sup>7</sup> 个孢子/mL, 农药含量分别为亚致死剂量(1/5)和次亚致死剂量(1/10)。设置致死剂量农药对照、菌液对照和空白对照。采用浸虫法, 每处理 50 头。在 27℃下用新鲜油菜叶饲养, 每天定时检查甜菜夜蛾幼虫死亡情况, 统计记录幼虫死亡数。

计算幼虫的校正死亡率: 校正死亡率=[(处理组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率)]×100%。

比较校正死亡率, 分析各处理间的差异性。

2 结果与分析

2.1 菌饼法农药与白僵菌复配结果

供试农药与白僵菌复配后对白僵菌菌落生长的抑制率见表 1。

表 1		供试农药对卵孢白僵菌菌落生长的抑制率			
Table 1		Effects of the testing pesticides on the colonial growth of <i>B. bassiana</i>			
农药种类 Pesticide variety	第 5 天 5 days after treatment		第 10 天 10 days after treatment		
	菌落直径 Colonial diameter/ mm	抑制率 Inhibiting effect/ %	菌落直径 Colonial diameter/ mm	抑制率 Inhibiting effect/ %	
铁沙掌 Tie shazhang	20.4	8.9	41.3	9.4	
农地乐 Di nongle	12.4	44.6	30.2	33.8	
康夫 Kangfu	19.6	12.5	43.4	4.8	
除尽 Chujin	20.6	8.0	42.4	7.0	
甲维盐 Jia weiyao	19.2	14.3	39.7	12.9	
强棒 Qiangbang	13.2	44.1	20.1	55.9	
甲霜灵 Jia shuangling	14.0	37.5	28.3	37.9	
百菌清 Bai junqing	19.4	13.4	43.5	4.6	
美生 Meisheng	5.2	76.8	8.1	82.2	
对照 CK	22.4	—	45.6	—	

表 1 可见, 使用无菌水作为对照, 在第 5 天时抑制作用最小的是除尽, 抑制率为 8.0%。铁沙掌、康夫和甲维盐的抑制率相对较小, 分别为 8.9%、12.5%和 14.3%, 农地乐和强棒的抑制率较高分别为 44.6%和 44.1%。使用 LSD 法进行比较显示, 除尽、铁沙掌、康夫、甲维盐对农地乐和强棒差异性显著。

在第 9 天时, 6 种杀虫剂对卵孢白僵菌的抑制作用各不相同, 其中除尽、铁沙掌、康夫和甲维盐的抑制率较

低, 分别为 7.0%、9.4%、4.8%和 12.9%。而农地乐和强棒的抑制率分别为 33.8%和 55.9%。

3 种杀菌剂中, 白菌清对卵孢白僵菌的抑制率在第 5 天时为 13.4%, 到第 9 天时仅为 4.6%; 而另外 2 种有较强的抑制作用。美生的抑制率第 5 天是 76.8%, 到第 9 d 时高达 82.2%。甲霜灵的抑制率第 5 天为 37.5%, 到第 9 天时达到 37.9%。随着时间的推移, 抑制作用增强。

表 2		4 种杀虫剂致死剂量对甜菜夜蛾的毒力测定结果					
Table 2		Effects of the four pesticides on <i>Spodoptera exigua</i>					
药剂 Phamacon	药前虫量/ 头 Insect number before treatment	药后第 2 天 2 days after treatment		药后第 5 天 5 days after treatment		药后第 10 天 10 days after treatment	
		活虫数 live number/ 头	校正防效 Calibration effect/ %	活虫数 live number/ 头	校正防效 Calibration effect/ %	活虫数 live number/ 头	校正防效 Calibration effect/ %
除尽 Chujin	60	0	100	—	—	—	—
甲维盐 Jia weiyao	51	0	100	—	—	—	—
康夫 Kangfu	53	11	73.1	6	88.0	2	95.7
铁沙掌 Tie shazhang	57	37	33.8	31	42.1	8	84.1
空白对照 CK	50	49	—	47	—	44	—

选出与卵孢白僵菌有较好的相容性的 4 种常用杀虫剂: 铁沙掌、康夫、除尽和甲维盐, 与卵孢白僵菌复配后对甜菜夜蛾进行杀伤试验。

2.2 菌药复配剂杀虫试验结果

2.2.1 致死剂量杀虫剂对甜菜夜蛾的毒力测定结果  
由表 2 可见, 杀虫剂除尽和甲维盐在第 2 天时对甜菜夜蛾的防效均达到了 100%, 康夫和铁沙掌对甜菜夜蛾的防效在第 2 天时分别为 73.1%和 33.8%, 到药后第 10 天达到 95.7%和 84.1%, 基本达到防治效果, 但远远不如除尽和甲维盐对甜菜夜蛾的防效高。

2.2.2 亚致死剂量菌药复配剂对甜菜夜蛾的毒力测定结果  
由表 3 可见, 亚致死剂量菌药复配剂对甜菜夜蛾杀伤效果较好的是含除尽和甲维盐的复配剂。除尽在第 2 天的防效为 90.7%, 第 10 天达到 97.9%; 甲维盐在第 2 天的防效为 59.9%, 第 10 天的防效提高到 90.7%, 防效较好。含康夫的复配剂在第 2、5、10 天防效分别为 52.9%、62.5%和 82.5%, 高于菌液对照防效。含铁沙掌

的复配剂防效最差, 药后第 2、第 5 天的防效分别为 15.0%和 38.9%, 低于菌液对照的防效, 防治效果明显不好。

2.2.3 次亚致死剂量菌药复配剂对甜菜夜蛾的毒力测定结果  
由表 4 可见, 含除尽和甲维盐的次亚致死剂量菌药复配剂对甜菜夜蛾的杀伤效果较好, 除尽防效稍高于甲维盐。药后第 2 天室内校正防效分别达到 67.8%和 49.9%, 药后第 5~10 天的校正防效率均在 90%~96%之间, 远远高于菌液对照对甜菜夜蛾的校正防效。含康夫的复配剂对甜菜夜蛾的防效不高, 在药后第 2、5、10 天的室内校正防效分别为 27.1%、60.1%、93.9%, 略高于菌液对照的室内校正防效。含铁沙掌的复配剂对甜菜夜蛾的防效不高, 在药后第 2、5 天的室内校正防效分别为 17.6%和 46.8%, 均低于菌液对照第 2 天和第 5 天的防效率 21.2%和 54.9%。药后第 10 天含铁沙掌复配剂的防效达到 84.7%, 高于菌液对照的防效率 74.2%。

表 3 含亚致死剂量(1/5)的菌药复配剂对甜菜夜蛾的室内毒力测定结果

药剂 Phamacon	药前虫量	药后第 2 天 2 days after treatment		药后第 5 天 5 days after treatment		药后第 10 天 10 days after treatment	
	Insect number	活虫数 Live	校正防效	活虫数 Live	校正防效	活虫数 Live	校正防效
	before treatment/ 头	number/ 头	Calibration effect/ %	number/ 头	Calibration effect/ %	number/ 头	Calibration effect/ %
除尽 Chujin	55	5	90.7	2	96.1	1	97.9
甲维盐 Jia weiyao	51	22	59.9	4	92.4	1	97.8
康夫 Kangfu	52	24	52.9	17	62.5	8	82.5
铁沙掌 Tie shazhang	54	45	15.0	31	38.9	8	83.2
菌液对照	66	51	21.2	28	54.9	15	74.2
空白对照 CK	50	49	—	47	—	44	—

表 4 含次亚致死剂量(1/10)的菌药复配剂对甜菜夜蛾的室内毒力测定结果

药剂 Phamacon	药前虫量	药后第 2 天 2 days after treatment		药后第 5 天 5 days after treatment		药后第 10 天 10 days after treatment	
	Insect number	活虫数 Live	校正防效	活虫数 Live	校正防效	活虫数 Live	校正防效
	before treatment/ 头	number/ 头	Calibration effect/ %	number/ 头	Calibration effect/ %	number/ 头	Calibration effect/ %
除尽 Chujin	57	18	67.8	4	92.5	2	96.0
甲维盐 Jia weiyao	53	26	49.9	5	90.0	2	95.7
康夫 Kangfu	56	40	27.1	21	60.1	3	93.9
铁沙掌 Tie shazhang	52	42	17.6	26	46.8	7	84.7
菌液对照	66	51	21.2	28	54.9	15	74.2
空白对照 CK	50	49	—	47	—	44	—

2.2.4 除尽与甲维盐各处理组对甜菜夜蛾的毒力比较结果  
将除尽与甲维盐各处理组对甜菜夜蛾的毒力作用结果进行比较见图 1、2。由图 1、2 均可以看出含农药甲维盐和除尽的各处理组中, 亚致死剂量的菌药复配剂的防效在测定的 3 d 中都高于次亚致死剂量的菌药复配剂和菌液对照的防效, 到第 10 天时防效都与单农药的相接近, 效果较理想。

可见, 在对甜菜夜蛾进行防治时, 为达到低毒高效的目的可选择甲维盐和除尽与球孢白僵菌复配使用。

3 讨论

该试验将农药的田间使用剂量分别稀释 5 倍和 10 倍, 与卵孢白僵菌复配, 降低了农药的使用量, 又提高了白僵菌的杀虫效果, 达到高效、低毒的目的。

从复配结果来看, 杀虫剂与卵孢白僵菌的复配结果要好于杀菌剂。谷祖敏<sup>[4]</sup>、徐永昌<sup>[7]</sup>、许寿涛<sup>[8]</sup>、廖文程<sup>[9]</sup>等在研究相容性时得出结果为杀菌剂的抑制作用较强。该试验中 2 种杀菌剂美生和甲霜灵抑制率比较高, 与前人结果相符。在该试验中, 广谱杀菌剂白菌清

与白僵菌复配结果很好,抑制率低于 12%,与前人所作

结果出入较大。

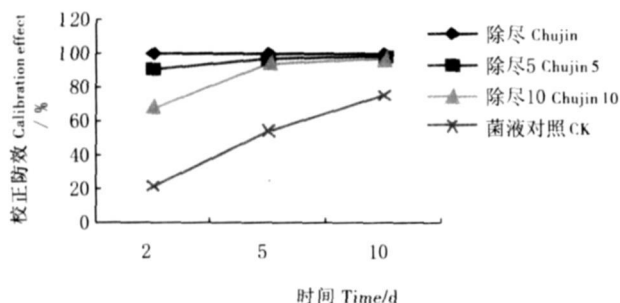


图 1 含农药除尽各处理组对甜菜夜蛾的校正防效

Fig. 1 Effects of Chu jin at different dose against *Spodoptera exigua*

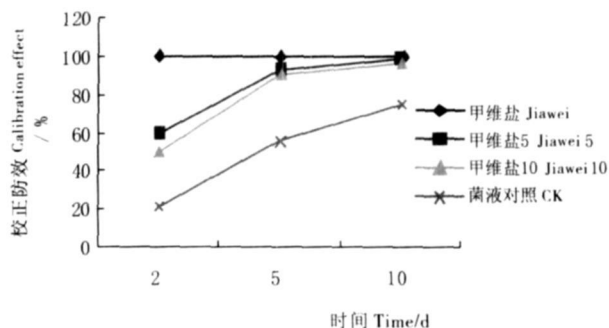


图 2 含农药甲维盐各处理组对甜菜夜蛾的校正防效

Fig. 2 Effects of Jia wei yan at different dose against *Spodoptera exigua*

从杀虫结果来看,卵孢白僵菌与低剂量的杀虫剂复配对甜菜夜蛾具有较好的防治效果,含亚致死剂量农药的复配剂防效高于亚致死剂量的复配剂;杀虫效果好的农药其复配剂的防效也高,含除尽和甲维盐的复配剂防效高于含康夫和铁沙掌的复配剂。廖文程等<sup>[9]</sup>在田间应用虫生真菌与有关化学农药混用来防治病虫害时,发现化学农药是影响生物防治效果的重要因素之一。

生物农药应用于农业生产已有半个世纪的历史,但其发展一直较为缓慢。近年来人们越来越关注农业生产的可持续发展及人与环境的协调。在相当长一段时期内生物农药不可能完全取代化学农药,农业生产中将是生物农药和低毒高效化学农药并存的局面。协调发展生物农药和化学农药,采用混配和复配的途径,将是今后农药发展的重要方向。

## 参考文献

- [1] 钟国军,胡美英,黄杜鹃花提取物对甜菜夜蛾的生物活性[J].西北农业大学学报,2000,28(2):98-102.
- [2] 方志刚,张立钦,赵仁友,等.9个白僵菌菌株对马尾松毛虫的致病性[J].云南农业大学学报,1999,16(4):331-335.
- [3] 杨敏之,李修海,谭云峰,等.不同材质包装3种温度贮存白僵菌粉对玉米螟防治效果的研究[J].吉林农业科学,2005,30(2):37-38.
- [4] 刘银泉,冯光明,刘树生.不同温度下球孢白僵菌对桃蚜的毒力[J].中国生物防治,2000,16(2):56-60.
- [5] 董德军,范春楠.卵孢白僵菌防止舞毒蛾的试验[J].林业科技,2006,31(1):25-26.
- [6] 谷祖敏,李璐,纪明山,等.六种常用农药与球孢白僵菌和蜡蚧轮枝菌的相容性[J].农药,2006,45(5):325-356.
- [7] 徐永昌,陆金元,钱彪,等.7种药剂防治花菜田甜菜夜蛾的效果评价[J].现代农药,2005,4(3):28-29.
- [8] 许寿涛,应盛华,冯光明.十种常用农药与球孢白僵菌的生物学相容性[J].植物保护学报,2001,29(2):158-162.
- [9] 廖文程,叶兰钦,邓建华,等.烟田常用化学农药对白僵菌孢子和菌丝的影响[J].云南农业大学学报,2004,19(1):10-13.

## Effect of the Mixture of Common Pesticides with *Beauveria tenella* Against *Spodoptera exigua*

LI Chun-xiang<sup>1</sup>, CUI Ye-ping<sup>2</sup>, ZHANG Ying-ying<sup>1</sup>

(1. Tangshan Teachers College, Tangshan, Hebei 063000, China; 2. North China Coal Medical University, Tangshan, Hebei 063000, China)

**Abstract:** The effects of 6 insecticides and 3 fungicides on the mycelial growth of *B. tenella* were investigated. Based on the result, four kinds of insecticides including Jiaweiyan, Chujin, Tieshazhang and Kangfu were proved to be more compatible with *B. tenella* than others. The mixtures of the 1/5 or 1/10 conventional of the 4 insecticides respectively with the suspension of *B. tenella* at the concentration of  $1 \times 10^7$  spores/mL were tasted against *Spodoptera exigua*. The result indicated that the virtue of the mixture at 1/5 deadly concentration had better effective than that at 1/10. Besides, the former had a higher defensive effect than the latter. Two days after treatment, the controlling effect of the mixture containing Jia weiyan and Chujin at 1/5 deadly concentration increase to 59.9% and 90.7%, while the mixture at 1/10 deadly concentration increase to 49.9%~67.8%. Ten days after treatment, the former controlling effect was up to 97%, while the latter to 95%.

**Key words:** *B. tenella*; Chemical pesticide; Biotic compatibility; Interfuse