

# 氟吡菌酰胺 SC 防治番茄根结线虫的药效研究

陈香华<sup>1</sup>, 蒋守华<sup>1</sup>, 熊战之<sup>1</sup>, 曹凯歌<sup>1</sup>, 付佑胜<sup>1</sup>, 王宏宝<sup>1</sup>, 周长勇<sup>1</sup>,  
郭小山<sup>1</sup>, 刘伟中<sup>1</sup>, 张 凯<sup>1</sup>, 汪立新<sup>1</sup>, 陈玉军<sup>2</sup>, 赵桂东<sup>1\*</sup>

(1. 江苏徐淮地区淮阴农业科学研究所/江苏省环洪泽湖生态农业生物技术重点实验室, 江苏 淮安 223001;

2. 江苏省淮安市盱眙县黄花塘镇农业技术服务站, 江苏 盱眙 211734)

**摘 要:** 2017年至2018年在江苏徐淮地区的盱眙县仇集镇与沐阳县华冲镇进行了田间药效试验, 明确了氟吡菌酰胺 500SC 对番茄根结线虫病的防治效果及其安全性。使用氟吡菌酰胺 500SC 防治番茄根结线虫病适宜剂量为  $300\sim 360\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 使用方法为移栽后当天进行灌根, 防治效果达 76.52%, 能较好地控制番茄根结线虫的危害, 对番茄生产安全, 宜在生产中使用和推广。

**关键词:** 氟吡菌酰胺; 番茄根结线虫; 生物测定; 防治效果; 安全性

**中图分类号:** S436.41

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-755X(2019)01-0084-04

## Study Efficacy of Fluopyram SC against *Meloidogyne incognita*

CHEN Xiang-hua<sup>1</sup>, JIANG Shou-hua<sup>1</sup>, XIONG Zhan-zhi<sup>1</sup>, CAO Kai-ge<sup>1</sup>, FU You-sheng<sup>1</sup>,  
WANG Hong-bao<sup>1</sup>, ZHOU Chang-yong<sup>1</sup>, GUO Xiao-shan<sup>1</sup>, LIU Wei-zhong<sup>1</sup>, ZHANG Kai<sup>1</sup>,  
WANG Li-xin<sup>1</sup>, CHEN Yu-jun<sup>2</sup>, ZHAO Gui-dong<sup>1\*</sup>

(1. Huaiyin Institute of Agricultural Sciences of Xuhuai Region in Jiangsu/Jiangsu Key Laboratory of

Eco-Agricultural Biotechnology around Hongze Lake, Huaian 223001, China; 2. Agricultural Technical

Service Station of Huanghuatang Town, Xuyi 211734, China)

**Abstract:** Field trials were conducted in Qiuji Town, Xuyi County, Jiangsu Province, and Huachong Town, Shuyang County, from 2017 to 2018. The efficacy and safety of fluopyram 500SC for the control of *Meloidogyne incognita* were determined. The appropriate dosage of fluopyram 500SC to control *Meloidogyne incognita* disease was  $300\sim 360\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ , and the control effect was 76.52% on the day after transplantation. It could control the harm of tomato root-knot nematode better, and was safe for tomato production. It was suitable for use and promotion in tomato production.

**Key words:** fluopyram; *Meloidogyne incognita*; bioassay; control effect; safety

近年来, 由于番茄的连作和集约化种植等因素, 番茄根结线虫(*Meloidogyne incognita*)的危害日趋加重, 严重影响番茄的安全生产。番茄根结线虫病原的寄主非常广泛, 并且可以通过病菌、病土及灌溉等农事操作而进行传播和扩展, 造成作物的大面积减产和品质的下降, 已成为制约番茄实践生产的重要因素。

**收稿日期:** 2019-03-05

**基金项目:** 公益性行业(农业)科研专项(201303023); 江苏省环洪泽湖生态农业生物技术重点实验室自主研发项目(17HZHL025); 淮安市农业科学研究院院长科研基金(HNY201609)

**作者简介:** 陈香华(1975—), 男, 江苏高淳人, 副研究员, 硕士, 主要从事农业植保技术研究和推广工作。

**通信作者:** 赵桂东(1964—), 男, 江苏涟水人, 研究员, 主要从事植物病理方面的研究。

子<sup>[1]</sup>,生产上防治根结线虫长年使用单一的化学药剂为主,防治效果不断下降而且残留加重,对环境的污染及抗药性问题较为严重<sup>[2]</sup>。为了筛选合适的替代药剂,最近几年来,氟吡菌酰胺逐渐被农户接受和使用,其低毒性和环境友好的剂型 SC 等,已成为一种无公害防治根结线虫的新型药剂。氟吡菌酰胺是为吡啶乙基苯酰胺类杀菌剂(杀线虫剂),作用于线粒体呼吸链,抑制琥珀酸脱氢酶的活性从而阻断电子传递,导致不能提供机体组织的能量需求,进而杀死防治对象或抑制其生长发育,是目前用于番茄上为数不多的低毒低残留的新型杀线虫剂之一,可以用于无公害和绿色蔬菜的生产<sup>[3]</sup>。为明确氟吡菌酰胺 500SC 对番茄根结线虫的田间防治效果和最佳使用剂量及安全性,在实验室内生物测定的基础上,分别在江苏徐淮地区的盱眙县仇集镇与沭阳县华冲镇进行了田间药效试验。

1 材料与方法

1.1 试验材料与药剂

供试材料为“好维斯特”番茄品种,供试药剂为氟吡菌酰胺<sup>[4]</sup>500SC(由拜耳作物科学(中国)有限公司生产)和噻唑膦 10%GR(市售)。

1.2 试验设计

试验点分别设在江苏徐淮地区的盱眙县仇集镇与沭阳县华冲镇农户番茄大棚内。盱眙县仇集镇农户番茄大棚,大棚 90 m×4.5 m,大棚连续种植番茄多年。番茄移栽期为 2017 年 10 月 3 日,3 叶 1 心,番茄结 3~4 苔果后摘心。此大棚内土壤为黄泥土,pH=7 左右,有机质含量中等。宿迁市沭阳县华冲镇农户承包大棚内,旱地大棚 70 m×4.5 m。番茄移栽期为 2017 年 11 月 2 日,土壤为壤土,土壤墒情良好,肥力中等。

试验药剂氟吡菌酰胺 500SC 定植时分 3 个浓度梯度进行施药,药剂噻唑膦 10%GR 整地前撒施。噻唑膦 10%GR 按 2 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>的用量将药剂拌细土混合后,撒于拖拉机旋耕过 2 次的土表,然后手工翻耕 15~20 cm 深,耙平,使药剂和土壤充分混匀,空白对照不施药。药剂用量及处理编号见表 1,试验药剂、对照药剂以及空白对照处理采用随机区组排列。

表 1 药剂用量与处理编号

处理编号	药剂	施药剂量	施药量/(g·hm <sup>-2</sup> )
1	氟吡菌酰胺 500SC	0.018 mL·株 <sup>-1</sup>	240
2	氟吡菌酰胺 500SC	0.024 mL·株 <sup>-1</sup>	300
3	氟吡菌酰胺 500SC	0.030 mL·株 <sup>-1</sup>	360
4	噻唑膦 10%GR	2 kg·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup>	3 000
5	CK	—	—

1.3 试验测定方法

1.3.1 实验室幼虫悬浮液的准备 卵囊和二龄幼虫的获取:从江苏徐淮地区的盱眙县仇集镇与沭阳县华冲镇采集番茄病根,用清水冲洗干净,用挑针在显微镜下挑取根结线虫的卵块,再将褐色卵囊放置于(22±1)℃的恒温培养箱中孵化,获得二龄幼虫,保证收集的二龄幼虫龄期和活力一致,制备成的二龄幼虫悬浮液≥100 头·mL<sup>-1</sup>。

1.3.2 实验室毒力测定及计算方法 根据农药室内生物测定试验准则杀线虫剂第 1 部分。抑制植物病原线虫试验浸虫法<sup>[5]</sup>,用丙酮分别定量配制成 1%的氟吡菌酰胺母液和 1%噻唑膦母液,同时配制成 0.1%吐温-80 水溶液,按照等差的方法,采用 0.1%吐温-80 水溶液分别设置氟吡菌酰胺母液和噻唑膦母液 5 个系列质量浓度,每个药剂的质量浓度的药液量为 15 mL,备用。

用针刺法<sup>[5]</sup>来判断番茄根结线虫是否死亡,分别从各处理中吸取 1 mL 混合液在体视解剖镜下观测线虫死亡情况,并记录调查总线虫数和死亡线虫数(每重复调查的总线虫数≥100 头)。根据调查数据,计算各处理的死亡率和校正死亡率<sup>[5]</sup>(%),计算各药剂的 LC<sub>50</sub>。

$$\text{死亡率}/\% = \frac{\text{死亡线虫数}}{\text{处理总线虫数}} \times 100$$
$$\text{校正死亡率}/\% = \frac{\text{处理线虫死亡率} - \text{对照线虫死亡率}}{1 - \text{对照线虫死亡率}} \times 100$$

若对照线虫死亡率 $\leq 5\%$ ,无需校正;若对照线虫死亡率在 $5\% \sim 15\%$ ,应按照校正死亡率公式进行校正;若对照线虫死亡率在 $>15\%$ ,试验需要重做。

1.3.3 田间药效试验调查及计算方法 病级调查时间为盱眙县仇集镇 2018 年 3 月 6 日至 21 日,沭阳县华冲镇 2018 年 4 月 10 日至 25 日各调查 2 次。按 5 点取样法<sup>[6]</sup>,每点取 2 株,每小区随机取 10 株,挖出根部,装入袋内带回室内考查。在室内用清水洗净调查病级,计算根结指数和防效。按以下分级标准分级,并参考病情分级图谱<sup>[7]</sup>。0 级:无病(根系上无根结);1 级:少,根系只有少量根结,占全根系的 $1\% \sim 25\%$ ;3 级:中等,根结数量中等,占全根系的 $26\% \sim 50\%$ ;5 级:多,根系根结数量很多,占全根系的 $51\% \sim 75\%$ ;7 级:很多,根系根结数量特多,占全根系的 $76\% \sim 100\%$ <sup>[8]</sup>。根据田间药效计算根结指数和防治效果。

$$\text{根结指数}/\% = \frac{(\text{各级病株数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总株数} \times 7} \times 100$$
$$\text{防治效果}/\% = \frac{\text{对照区根结指数} - \text{药剂处理区根结指数}}{\text{对照区根结指数}} \times 100$$

1.3.4 作物对非靶标生物影响的测定 试验期间各药剂处理在试验剂量范围内,从施药当天至收获,每隔 2 d 调查对番茄生长是否有明显不良影响,观察调查药剂对非靶标生物是否有影响<sup>[9]</sup>。

1.3.5 试验数据处理 试验数据采用邓肯氏新复极差(DMRT)法进行统计分析,分别在 $5\%$ 和 $1\%$ 水平检验试验药剂各处理间差异显著性<sup>[8]</sup>。

2 结果与分析

2.1 氟吡菌酰胺和噻唑膦对不同地区番茄根结线虫毒力的影响

从表 2 和表 3 可以看出,药剂处理 48 h 后比处理 24 h 的 $LC_{50}$ 值均有所下降,氟吡菌酰胺药剂处理 24 h 对盱眙县仇集镇番茄根结线虫的毒力( $4.758\ 0\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )高于沭阳县华冲镇番茄根结线虫的毒力( $1.702\ 3\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ),地区间番茄根结线虫对氟吡菌酰胺的敏感性差异在 3 倍以内;噻唑膦药剂处理 24 h 对沭阳县华冲镇番茄根结线虫的毒力( $18.623\ 7\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )高于盱眙县仇集镇番茄根结线虫的毒力( $3.589\ 8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ),地区间番茄根结线虫对噻唑膦的敏感性差异小于 6 倍。

表 2 氟吡菌酰胺对不同地区番茄根结线虫毒力的影响

地点	时间/h	毒力回归方程	$R^2$	$LC_{50}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
盱眙县仇集镇	24	$Y=3.675\ 1+1.946\ 3x$	0.976\ 8	4.758\ 0(3.46\ 76~6.527\ 3)
	48	$Y=2.982\ 2+2.853\ 6x$	0.947\ 3	4.649\ 8(2.230\ 5~9.062\ 9)
沭阳县华冲镇	24	$Y=4.359\ 1+2.795\ 6x$	0.970\ 6	1.702\ 3(0.934\ 7~3.173\ 8)
	48	$Y=4.386\ 6+2.803\ 2x$	0.973\ 9	1.650\ 7(0.902\ 8~3.079\ 2)

表 3 噻唑膦对不同地区番茄根结线虫毒力的影响

地点	时间/h	毒力回归方程	$R^2$	$LC_{50}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
盱眙县仇集镇	24	$Y=4.519\ 6+0.856\ 9x$	0.965\ 7	3.589\ 8(2.867\ 2~6.902\ 4)
	48	$Y=4.612\ 8+1.362\ 2x$	0.963\ 0	3.045\ 5(1.305\ 8~5.806\ 3)
沭阳县华冲镇	24	$Y=3.737\ 6+0.976\ 5x$	0.978\ 2	18.623\ 7(10.347\ 9~26.173\ 5)
	48	$Y=3.988\ 0+0.983\ 7x$	0.980\ 3	17.265\ 1(9.908\ 3~23.078\ 6)

2.2 氟吡菌酰胺对不同地区番茄根结线虫防治效果的影响

在对盱眙县仇集镇和沭阳县华冲镇调查结果表明(表 4 和表 5),氟吡菌酰胺 500SC 在试验剂量范围

内,随着药剂浓度的增加,防治效果也随之增加。仇集镇在 240、300 和 360 g·hm<sup>-2</sup> 的平均防效分别为 27.75%、43.67%和 75.21%,华冲镇在 240、300 和 360 g·hm<sup>-2</sup> 的平均防效分别为 28.72%、42.39%和 76.52%,两地施用氟吡菌酰胺 500SC 防治番茄根结线虫病试验结果表明,处理 2 和处理 3 的差异不显著,而处理 2 和 3 的防治效果显著高于处理 1,同时用药剂处理过的小区根结少而且小。两地初步测定土壤中线虫的变化情况,结果除空白对照相对较多外,其它处理很少。

根据实验室生物测定和田间药效试验结果表明:使用氟吡菌酰胺 500SC 防治番茄根结线虫病适宜剂量为有效成份 300~360 g·hm<sup>-2</sup>,使用方法为移栽后当天进行灌根,防治效果达 75.21%~76.52%,能较好地控制番茄根结线虫的危害,对番茄生产安全,宜在生产中推广和应用。

根据安全性调查结果表明:氟吡菌酰胺 500SC 试验剂量范围内均未发生药害症状,对番茄安全,对其他非靶标生物无影响,对其他病虫害未明显影响。

表 4 氟吡菌酰胺对盱眙县仇集镇番茄根结线虫病防治效果的影响

处理	根结指数/%	平均防效/%	差异显著性	
			5%	1%
1	47.85	27.75	c	C
2	38.57	43.67	ab	AB
3	16.42	75.21	a	A
4	44.16	33.32	ab	AB
5(CK)	66.23	—	—	—

注:5%和 1%水平分别表示显著和极显著差异,下同。

表 5 氟吡菌酰胺对沭阳县华冲镇番茄根结线虫病防治效果的影响

处理	根结指数/%	平均防效/%	差异显著性	
			5%	1%
1	46.83	28.72	c	C
2	35.37	42.39	ab	AB
3	16.02	76.52	a	A
4	42.76	35.49	ab	AB
5(CK)	64.37	—	—	—

3 结 语

本研究明确了氟吡菌酰胺防治番茄根结线虫病的使用方法,在番茄移栽当天进行灌根,有效剂量为 300~360 g·hm<sup>-2</sup>,防治效果达 75.21%~76.52%,能有效防控番茄根结线虫的危害,且对番茄生产安全,对非靶标生物无影响,比使用常规药剂噻唑膦防治番茄根结线虫病的防效高,使用剂量少,符合我国农药“减量增效”的植保方针。所以,氟吡菌酰胺可以作为替代药剂来防治番茄根结线虫病,不同类型药剂的轮换使用也可以减缓或减少番茄根结线虫抗药性的产生,为农业生产实践中使用氟吡菌酰胺防治番茄根结线虫病提供理论支撑。

参考文献:

[1] 刘维志. 植物病原线虫学[M]. 北京:中国农业出版社,2000:236-245

[2] 高旭利,李永腾. 利用生防细菌防治黄瓜根结线虫病研究[J]. 山东农业科学,2018,50(8):116-119

[3] 孔周,秦洪波,张洪峰. 10%噻唑膦颗粒剂对番茄根结线虫的田间药效试验[J]. 农药,2014,53(10):765-766

[4] 路洪宝. 滴灌施用氟吡菌酰胺防治黄瓜根结线虫病应用技术研究[D]. 泰安:山东农业大学,2018

[5] 农业部农药检定所. 农药室内生物测定试验准则杀线虫剂 第 1 部分:抑制植物病原线虫试验浸虫法:NY/T1833.1—2009[S]. 北京:中国农业出版社,2009

[6] 徐雍皋,徐敬友. 农业植物病理学[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1996:37-72

[7] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(一):GB/T17980.20—2000[S]. 北京:中国标准出版社,2000

[8] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 2 版. 上海:上海科学技术出版社,1992:256-260

[9] 艾辉建,刘志明. 几种杀线剂对南方根结线虫的田间药效试验[J]. 南方农业学报,2012,43(7):961-964

(责任编辑:谭彩霞)