

冯 翠,衣政伟,谢吉先,等. 昆虫病原线虫对花生田蛱螬防治效果评价[J]. 江苏农业科学,2021,49(8):108-111.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.08.019

昆虫病原线虫对花生田蛱螬防治效果评价

冯 翠¹,衣政伟¹,谢吉先¹,钱 巍¹,常 蕾¹,李成忠²

(1. 江苏省农业科学院泰州农科所,江苏泰州 225300; 2. 江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300)

摘要:通过生物防治与化学药剂防治花生蛱螬效果对比,明确小卷蛾斯氏线虫防治花生蛱螬的效果和最佳剂量。在田间分别测定不同倍数的昆虫病原线虫(entomopathogenic nematode,简称EPN)、40%辛硫磷乳油和2亿个/g绿僵菌对蛱螬的防治效果,并通过田间蛱螬不同虫龄存活数量、死虫数量及花生总果数、虫果数和洞果数对不同药剂防治效果进行综合评价。结果表明,EPN不同用水量对蛱螬数量、花生虫果率和洞果率的影响均有一定差异,随着EPN用水量的增加蛱螬数量逐渐降低,EPN 12 000 L/hm²在施用后35 d,防虫效果最好,防虫效果为60.4%,蛱螬数量比辛硫磷、绿僵菌和空白对照处理分别少21.6%、24.5%、60.4%,且虫果率及洞果率最小。调查施药后15、35 d的虫龄情况发现,EPN用水量为1 500~9 000 L/hm²与辛硫磷处理时的蛱螬总虫数均呈降低趋势,EPN用水量为12 000 L/hm²时虽然虫数没有降低,但总虫数最少。说明EPN用水量为12 000 L/hm²时对花生蛱螬防治效果较好,既环保又经济;EPN用水量为9 000 L/hm²时与绿僵菌防治效果相当。

关键词:昆虫病原线虫;生物防治;花生田;蛱螬;小卷蛾斯氏线虫

中图分类号:S433.8⁺3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)08-0108-04

蛱螬是花生生产中一种主要的地下害虫,一般1年1代或2年1代,以3龄幼虫危害最为严重,啃食花生荚果及主、支根,导致植株枯萎死亡^[1-3]。防治花生蛱螬的方法有许多,多数以化学防治为主^[4-5]。化学药剂常常出现防效差且不稳定的现象,长期使用还会带来药物残留高、抗药性增加、土壤理化性质恶化、环境污染等一系列负面问题^[3,6-8],而生物防治不仅具有选择性高、安全性好、对生态系统影响小、不易产生抗药性等诸多优点,同时,天敌昆虫还有主动搜寻害虫的特性,在一定程度上能避免害虫对化学药剂的躲避^[9]。

昆虫病原线虫作为昆虫的专化性寄生天敌,是一种很有潜力的害虫生防因子,能主动搜索寄主,携带强致病力共生细菌,并通过释放其共生菌在24~48 h杀死寄主,对人畜、天敌和环境安全,成为目前最具潜力的生物杀虫剂之一^[10],已被广泛地应

用于多种害虫的生物防治^[11-14]。蛱螬是昆虫病原线虫(entomopathogenic nematode,简称EPN)首次应用于害虫防治的目标害虫^[1],在蛱螬的绿色防控中EPN也最为广泛^[15]。但EPN在实际应用中易受温度、湿度、紫外线等影响,速效性差、生产成本低、储存困难等局限性也制约了其普及应用^[16-18],因此,在我国农民利用EPN防治蛱螬的还不多。为此,本试验设置EPN不同用水量处理,研究其对花生蛱螬的防治效果,并与生产上常用的化学和生物药剂对比,旨在明确较为理想的EPN用量及施用方法,为利用EPN防治花生蛱螬提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

昆虫病原线虫:小卷蛾斯氏线虫,浙江绿神天敌生物技术有限公司研发生产,4℃冰箱保存;40%辛硫磷乳油,山东埃森化学有限公司生产;2亿个/g绿僵菌,重庆聚立信生物工程有限公司生产;花生:泰花10号,江苏省农业科学院泰州农科所提供。

1.2 试验基地概况

试验于2019年在江苏省泰兴市黄桥镇祁巷村丁乐花生示范田进行。前茬油菜,2019年5月23日成熟并机械收获,5月25日耕翻,5月30—31日机械起垄,起垄前施N、P₂O₅、K₂O含量均为15%的复合肥

收稿日期:2020-08-22

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(17)2010];泰州市科技支撑计划(农业)(编号:TN201923);江苏省高校“青蓝工程”优秀教学团队(编号:苏教师函[2020]10号)。

作者简介:冯 翠(1985—),女,山东枣庄人,硕士,助理研究员,主要从事蔬菜育种与栽培技术研究。E-mail:mxq007@163.com。

通信作者:谢吉先,研究员,主要从事花生育种与高效栽培技术研究。E-mail:383306620@qq.com。

9 000 kg/hm²,6 月 1 日播种,每垄播 2 行,穴距为 0.25 m,垄距为 0.9 m。各项栽培管理均按高产要求进行,9 月 27 日成熟并收获。

1.3 试验设计

试验设 8 个处理(表 1),昆虫病原线虫不同倍数、40% 辛硫磷乳油和 2 亿个/g 绿僵菌不同倍数及空白对照。昆虫病原线虫用量为 15 亿条/hm²,辛硫磷和绿僵菌用量为 6 000 L/hm²。试验采用随机区组排列,重复 3 次,小区面积为 6.63 m² (2.65 m × 2.50 m),小区间隔 50 cm,四周设置保护行。

1.4 试验药剂处理和施用方法

7 月底至 8 月初进行基础虫量调查后选择虫害严重且发生较为平衡的区域放样划区,为保证昆虫病原线虫活性,确保防治效果,选择 8 月 4 日阴天用药开展试验。药剂处理:将贮存小卷蛾斯氏线虫的海绵块取出后放入烧杯,用 100 mL 清水分 3 次反复清洗,得到线虫母液,在将线虫母液用清水定容至 1 L,然后再用清水分别稀释成不同倍数。施用方法:将喷雾器喷头去掉,根部点灌。药剂施用剂量见表 1。

表 1 不同药剂用量				
处理	用量	一次稀释水量(L)	二次用水量(L/hm ²)	药剂
1	15 亿条/hm ²	1	1 500	小卷蛾斯氏线虫
2	15 亿条/hm ²	1	3 000	小卷蛾斯氏线虫
3	15 亿条/hm ²	1	6 000	小卷蛾斯氏线虫
4	15 亿条/hm ²	1	9 000	小卷蛾斯氏线虫
5	15 亿条/hm ²	1	12 000	小卷蛾斯氏线虫
6	4 500 mL/hm ²	0	6 000	40% 辛硫磷乳油
7	75 kg/hm ²	0	6 000	2 亿个/g 绿僵菌
CK	0	0	6 000	空白区

1.5 测定项目及方法

各小区随机抽取 3 穴,于喷施药剂后 15、35 d 分别调查各小区不同虫龄的蛱蛱数量、死虫数量及

花生总果数、虫果数(有破损表现,但有经济价值)和洞果数(被咬面积超过 40%,无经济价值)。计算虫果率、洞果率、防虫效果。计算公式如下:虫果率=虫果数/总果数×100%;洞果率=洞果数/总果数×100%;防虫效果=(对照虫数-处理区虫数)/对照虫数×100%。

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 软件分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对花生蛱蛱总虫数及防虫效果比较

由表 2 可知,施药 15 d 后,各处理间总果数、虫果率与防虫效果呈显著或极显著差异,12 000 L/hm² 处理虫果率最低,防虫效果最好。施药 15 d 后,仅在辛硫磷处理时发现了死虫,绿僵菌与 EPN 处理均未发现死虫,也可能是绿僵菌对死虫进行了溶解或 EPN 处理后对死虫进行了消化。随着 EPN、绿僵菌和辛硫磷施用时间的延长,花生虫果逐渐增多,洞果也逐渐出现。施药 35 d 后,各处理间总果数、虫果率、洞果率与防虫效果呈显著或极显著差异,12 000 L/hm² 处理虫果率最低,防虫效果最好。从施药 15、35 d 后防治效果来看,1 500 ~ 12 000 L/hm² 处理时,防虫效果整体逐渐增加,用药 35 d 后 EPN 用水量为 12 000 L/hm² 时的防虫效果最好,为 60.4%;9 000 L/hm² 时与辛硫磷和绿僵菌的防虫效果无显著性差异,1 500 L/hm² 时防虫效果最差,这可能与田间含水量不同,蛱蛱在田间不断移动有关,辛硫磷处理对花生蛱蛱的防治效果好于绿僵菌。

2.2 不同处理花生总虫数和虫果率变化

由图 1 可知,不同药剂处理 35 d 后,总虫数均呈降低趋势,而 CK 总虫数未有明显变化。EPN 在施用 15 d 后,蛱蛱总数随着 EPN 施用浓度的增加呈先增加后降低趋势,在 EPN 用量为 12 000 L/hm² 时

表 2 不同处理天数花生虫果率及防虫效果比较

处理	15 d				35 d				
	死虫数(条)	总果数(个)	虫果率(%)	防虫效果(%)	死虫数(条)	总果数(个)	虫果率(%)	洞果率(%)	防虫效果(%)
1 500 L/hm ²	0bB	43dD	11.6cdCD	6.8fF	0	45.8eE	28.9abAB	19.9bB	33.0dD
3 000 L/hm ²	0bB	46cdCD	13.0bcBC	4.2fF	0	48.1cC	24.9bcBC	16.6cC	41.6cC
6 000 L/hm ²	0bB	55aA	16.4aA	15.3eE	0	46.6dD	26.0bcBC	17.7cC	36.3dD
9 000 L/hm ²	0bB	42dD	10.3dD	23.7dD	0	50.7bB	20.2cdCD	13.6dD	48.2bB
12 000 L/hm ²	0bB	47bcBC	6.4eE	74.6bB	0	52.0aA	17.4dD	11.6dD	60.4aA
辛硫磷	2aA	51abAB	17.6aA	57.6cC	0	47.9cC	23.0bcBC	12.8dD	49.5bB
绿僵菌	0bB	53aA	13.2bcBC	83.1aA	0	46.6dD	24.1bcBC	16.3cC	47.2bB
CK	0bB	48bcBC	14.6bB		0	44.3fF	33.6aA	23.8aA	—

注:同列数据后不同大、小写字母分别表示在 0.01、0.05 水平上差异显著,下表同。

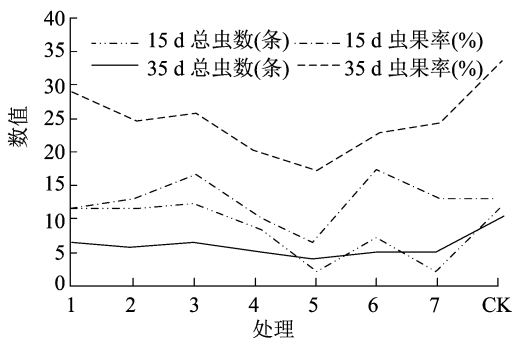


图1 不同处理花生总虫数和虫果率变化

蛱蝶总虫数最少,与绿僵菌处理效果的总虫数一样。施药 35 d 后,除 CK 外,各处理间总虫数趋于平稳,其中 EPN 用量为 12 000 L/hm² 时蛱蝶总虫数最少,其虫果率也是最低。而绿僵菌处理随着时间延长,虫果率增加。说明 EPN 在施用初期,用水量在 9 000 ~ 12 000 L/hm² 时有助于降低虫害发生,即 EPN 在湿润的环境下有较好的防治效果。

2.3 不同处理花生田蛱蝶不同虫龄及总虫数比较

由表 3 可知,除对照外,3 种药剂处理条件下均未发现 1 龄蛱蝶存在。从 2 龄蛱蝶存活情况来看,3 种药剂处理对蛱蝶数量影响差异不显著,但 EPN 用水量在 3 000 ~ 12 000 L/hm² 时,未发现 2 龄蛱蝶的存在,说明处理达到一定时间后 EPN 对低龄期蛱蝶有较好的防治效果。调查 3 龄蛱蝶数量发现 EPN 不同用水量与其他 2 种不同药剂处理条件下蛱蝶数量存在显著或极显著差异,随着 EPN 用水量的增加蛱蝶数量基本呈逐渐降低趋势,在 EPN 用水量为 12 000 L/hm² 时数量最少,分别比辛硫磷、绿僵菌和对照处理下的蛱蝶数量减少 18.4%、23.1%、50.6%。从蛱蝶总虫数来看,EPN 处理与其他不同药剂处理间呈显著或极显著差异,且 EPN 不同用水量处理间存在显著或极显著差异;EPN 用水量为 12 000 L/hm² 时蛱蝶总数最少,其次是用水量为 9 000 L/hm² 时,用量 1 500 L/hm² 时最多。

2.4 不同处理对蛱蝶不同虫龄幼虫数量的影响

由图 2、图 3 可知,不同药剂处理后 15、35 d,蛱蝶不同虫龄期数量变化较大。处理 15 d 后,蛱蝶各虫龄期均有发现,在辛硫磷处理时发现了死虫。药剂处理 35 d 后,1 龄蛱蝶仅在对照处理中发现,其他处理均未发现;EPN 用水量为 3 000 ~ 12 000 L/hm² 时均未发现 2 龄期蛱蝶;各处理 3 龄期蛱蝶最多,说明药剂对低龄蛱蝶有较好的防治效果,EPN 随着用水量增多,3 龄蛱蝶逐渐减少。

表 3 不同处理花生田蛱蝶不同虫龄总虫数(用药后 35 d 调查)

处理	卵(粒)	虫数(条)			
		1 龄	2 龄	3 龄	合计
1 500 L/hm ²	0	0aA	0.2bB	6.6bB	6.8bB
3 000 L/hm ²	0	0aA	0bB	5.9dD	5.9dD
6 000 L/hm ²	0	0aA	0bB	6.2cC	6.4cC
9 000 L/hm ²	0	0aA	0bB	5.2eE	5.2eEF
12 000 L/hm ²	0	0aA	0bB	4.0gG	4.0gG
辛硫磷	0	0aA	0.2bB	4.9fF	5.1fF
绿僵菌	0	0aA	0.1bB	5.2eE	5.3eE
CK	0	0.7aA	1.3aA	8.1aA	10.1aA

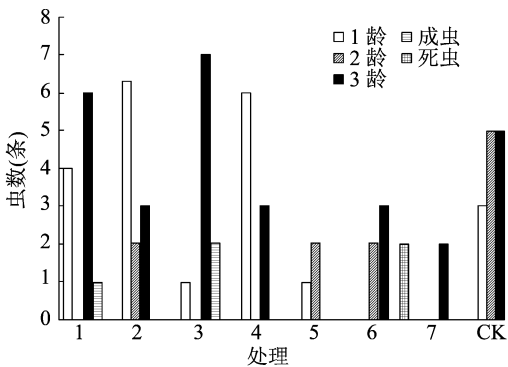


图2 各处理对蛱蝶不同虫龄幼虫数量的影响(施药后 15 d 调查)

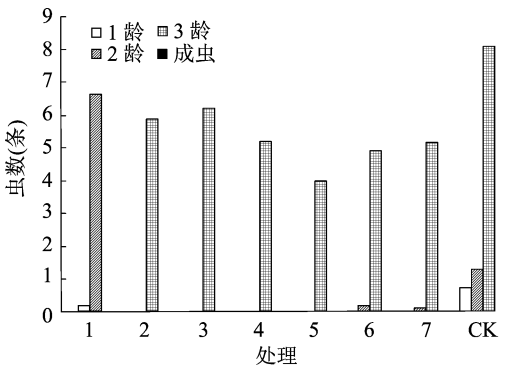


图3 各处理对蛱蝶不同虫龄幼虫数量的影响(施药后 35 d 调查)

2.5 不同处理对花生虫果率及洞果率的影响

由图 4 可知,不同药剂处理对花生虫果率和洞果率的影响有一定差异,但整体来看花生虫果率和洞果率趋势相同,对照处理条件下的虫果率和洞果率最高。EPN 不同用水量处理条件下花生虫果率和洞果率也有一定的差异,即随着 EPN 用水量的增加,虫果率和洞果率整体逐渐降低,在 3 000 ~ 6 000 L/hm² 之间呈递增趋势,但随着用水量进一步增加,虫果率和洞果率又逐渐降低,EPN 用水量为 12 000 L/hm² 时花生虫果率和洞果率最低。从 EPN 与辛硫磷和绿僵菌处理对花生虫果和洞果的影响来看,辛硫磷处理效果比绿僵菌处理的效果好,与

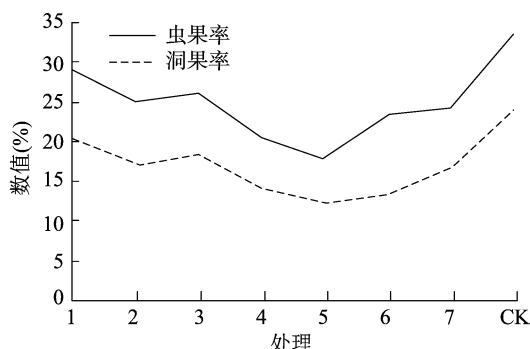


图4 不同处理对花生虫果率及洞果率的影响

EPN 用水量为 $9\,000\text{ L/hm}^2$ 及以下的效果相当。

3 结论与讨论

不同环境因子(紫外线、温度、湿度等)对昆虫病原线虫有很大的影响^[19]。土壤含水量是影响线虫运动、寻找寄主的另一因素。线虫在土壤中的运动是通过土壤间隙中连续的水膜实现的,因此,土壤间隙保有合适厚度的水层会增强线虫的运动能力,但当土壤中水分过多时,会挤压间隙中的空气,又造成有氧呼吸的线虫供氧不足,限制了昆虫病原线虫的运动^[20]。因此,合适的含水量对 EPN 防治效果有着重要的作用。本研究发现,在 EPN 为 $1\,500\sim 9\,000\text{ L/hm}^2$ 时,用药 15、35 d 后,防虫效果整体逐渐增加,而 EPN 为 $12\,000\text{ L/hm}^2$ 、辛硫磷和绿僵菌处理时,随着时间延长防虫效果逐渐降低。这可能与田间含水量不同,蛭螭在田间不断移动有关。

研究结果表明,EPN 不同用水量对蛭螭总虫数、虫果率及防治效果等均存在差异,适宜用水量处理对花生蛭螭的防治效果较好。随着 EPN 用水量的增加,花生虫果数整体不断减少,用水量为 $12\,000\text{ L/hm}^2$ 时,防治蛭螭效果最好,总果数高于对照 17.4%,虫果率少于对照 48.2%,其次是 EPN 用水量为 $9\,000\text{ L/hm}^2$ 。EPN 用水量为 $1\,500\text{ L/hm}^2$ 时,防治效果一般,虫果率仅比对照低 13.99%。辛硫磷和绿僵菌对 1 龄、2 龄蛭螭和总虫数基本无差异,3 龄期幼虫数量和总虫数呈极显著差异,经过比较分析,辛硫磷处理效果好于绿僵菌。综上所述,建议生产上选用 EPN 用水量 $9\,000\sim 12\,000\text{ L/hm}^2$ 进行防治花生蛭螭,该方法既环保又经济,对农业绿色生产具有较好的意义。

参考文献:

[1] Glaser R W, Fox H. A nematode parasite of the Japanese beetle

(*Popillia japonica* Newm.) [J]. Science, 1930, 71 (1827): 16–17.

[2] 王玉东,肖春,尹姣,等. 三种化学杀虫剂对病原线虫侵染暗黑鳃金龟能力的影响[J]. 中国生物防治学报, 2012, 28 (1): 67–73.

[3] 张美翠,尹姣,李克斌,等. 地下害虫蛭螭的发生与防治研究进展[J]. 中国植保导刊, 2014, 34 (10): 20–28.

[4] 李而涛,曹雅忠,张帅,等. 昆虫病原线虫 *Heterorhabditis beicherriana* LF 品系与 Bt HBF-18 菌株混用对华北大黑鳃金龟幼虫的防治效果[J]. 昆虫学报, 2019, 62 (5): 602–614.

[5] 李进军. 祁连山自然保护区苗圃地下害虫及防治技术[J]. 东北林业大学学报, 2006, 34 (1): 43–44.

[6] 刘树森. 昆虫病原线虫的筛选鉴定及其对蛭螭的致病性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2009.

[7] 任广伟,张连涛,梁俊峰. 烟田地下害虫的发生与防治[J]. 烟草科技, 2002 (7): 43–45.

[8] 张瑞平,李斌,胡建新,等. 四川省攀枝花市烟区烟田金龟子种群动态初步研究[J]. 西南农业学报, 2015, 28 (3): 1119–1123.

[9] 刘树森,李克斌,尹姣,等. 蛭螭生物防治研究进展[J]. 中国生物防治, 2008, 24 (2): 168–173.

[10] Ehlers R U. Current and future use of nematodes in biocontrol: practice and commercial aspects with regards to regulatory policy issues[J]. Biocontrol Science and Technology, 1996, 6 (3): 303–316.

[11] Georgis R, Gaugler R. Predictability in biological control using entomopathogenic nematodes[J]. Entomol, 1991, 84 (3): 713–720.

[12] Samish M, Glazer I. Entomopathogenic nematodes for the biocontrol of ticks[J]. Trends in Parasitology, 2001, 17 (8): 368–371.

[13] Grewal P S, Power K T, Grewal S K, et al. Enhanced consistency in biological control of white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) with new strains of entomopathogenic nematodes[J]. Biological Control, 2004, 30 (1): 73–82.

[14] Koppenhöfer A M, Fuzy E M. *Steinernema scarabaei* for the control of white grubs[J]. Biological Control, 2003, 28 (1): 47–59.

[15] 颜珣,郭文秀,赵国玉,等. 昆虫病原线虫防治地下害虫的研究进展[J]. 环境昆虫学报, 2014, 36 (6): 1018–1024.

[16] 余向阳,王冬兰,刘济宁,等. 昆虫病原线虫的室内感染活性及其所受湿度的影响[J]. 江苏农业学报, 2003, 19 (1): 13–17.

[17] Shapiro-Ilan D I, Gough D H, Piggott S J, et al. Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control[J]. Biol Control, 2006, 38 (1): 124–133.

[18] 范芳芳. 高寒地区利用昆虫病原线虫防治草坪蛭螭的研究[D]. 西宁: 青海大学 2015.

[19] Shapiro-Ilan D, Stuart R J, McCoy C W. A comparison of entomopathogenic nematode longevity in soil under laboratory conditions[J]. Journal of Nematology, 2006, 38 (1): 119–129.

[20] Koppenhöfer A M, Kaya H K. Density-dependent effects on *Steinernema glaseri* (Nematoda: Steinernematidae) within an insect host[J]. The Journal of Parasitology, 1995, 81 (5): 797–799.