

# 几种技术措施防治辣椒根结线虫病效果评价

王三勇 黄伟明 王会芳 肖彤斌 符美英 陈绵才\*

(海南省农业科学院农业环境与植物保护研究所, 海南省植物病虫害防控重点实验室, 海南海口 571100)

**摘要:** 在根结线虫病严重发生的辣椒大田, 采用了 9 种技术措施进行防治试验。结果表明, 非寄主玉米轮作、 $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  PsbA 生防制剂粉剂 (DP) 和  $63 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  淡紫拟青霉微球剂处理 120 d 后对 2 龄幼虫的防治效果分别为 50.66%、67.54% 和 71.47%, 施药后 150 d 对根结线虫病的防治效果分别为 44.31%、70.81% 和 73.99%; 但以化学杀线虫剂  $22.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  10% 噻唑膦颗粒剂 (GR) 处理土壤最有效, 对 2 龄幼虫和根结线虫病的防治效果分别为 83.12% 和 85.73%。

**关键词:** 辣椒; 根结线虫病; 防治效果

中图分类号: S436.418.1\*9 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2012) 02-0075-04

## Evaluation on Effects of Several Technical Measures for Controlling Pepper Root-knot Nematode

WANG San-yong, HUANG Wei-ming, WANG Hui-fang, XIAO Tong-bin, FU Mei-ying, CHEN Mian-cai\*  
(Institute of Environment & Plant Protection, Hainan Academy of Agricultural Sciences, Hainan Key Laboratory for Controlling Plant Diseases and Insect Pests, Haikou 571100, Hainan, China)

**Abstract:** 9 technical measures were tested for controlling pepper (*Capsicum annuum* L.) root-knot nematode in a serious outbreak pepper field. The results showed that the controlling effects of non-host corn rotation,  $90 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  PsbA DP and  $63 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  paecilomyces lilacinus treatments after 120 days on J2 of pepper root-knot nematode were 50.66%, 67.54% and 71.47%, respectively. The root-knot nematode controlling effects were 44.31%, 70.81% and 73.99% after drugs applied, respectively. The chemical insecticide  $22.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  fosthiazate GR treatment was the best with 83.12% of J2 controlling effect and 85.73% of root-knot nematode controlling effect.

**Key words:** Pepper; Root-knot nematode; Controlling effect

根结线虫 (*Meloidogyne* spp.) 是一类对农作物为害极大的土传病原微生物, 一般导致作物产量减少 10% ~ 20%, 重者可达 75% 以上 (Sasser, 1989)。同时根结线虫危害又加重了枯萎病、根腐病等土传性真菌病害和部分细菌病害的发生 (黄耀师 等, 2000)。辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 是海南北运冬季果菜的主要品种之一, 近年来由于连作、漫灌等栽培因子影响, 再加上适

收稿日期: 2011-06-13; 接受日期: 2011-08-15

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103018), 海南省自然科学基金 (309023)

作者简介: 王三勇, 农艺师, 专业方向: 植物保护, E-mail: sywanghk@163.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 陈绵才, 研究员, 硕士生导师, 专业方向: 植物线虫病害及综合防治, E-mail: mcchen@263.net

宜的气候,使根结线虫的为害日趋加剧,产量降低,造成严重的经济损失。目前当地对根结线虫病的防治一般以化学防治为主。据报道,生物防治中淡紫拟青霉(*Paecilomyces lilacinus*)对根结线虫病有良好的防效(姚婷等,2006),农业措施如轮作、套种可降低土壤中的线虫数量并减轻对后茬作物的危害(董道峰等,2007;黄成东等,2010),利用放线菌如除虫链霉菌(*Streptomyces avermitilis*)能够产生具有抗生或杀线虫特性的化合物如大环内酯化合物(Avermectins)来进行根结线虫的防治(祝明亮等,2004),目前该化合物已广泛应用于农业生产当中。

鉴于化学杀线虫剂使用的局限性,笔者针对海南特殊的气候和生物条件,采取农业防治、生物防治、生物源药剂和化学药剂等防治措施,实施辣椒根结线虫病的防治试验,旨在寻求高效、绿色的防控技术组合,为构建辣椒根结线虫病综合防控体系提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地选择

试验设在海南省定安县城郊多校村,地块严重感染根结线虫。地势平坦,土壤肥力中等,沙壤土,pH值为5.5,采用滴灌模式灌溉。本试验于2009年9月25日开始,10月12日移栽辣椒苗。

### 1.2 处理设置

1.2.1 轮作 在发病地块播种非寄主作物玉米,春季和秋季播种品种分别为华珍1号和千玉糯2号;翌年种植辣椒,品种为珍星104。

1.2.2 生物熏蒸 于发病地块开沟,按 $200\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 埋入切碎的新鲜飞机草茎秆,再按 $15\text{ kg}\cdot(667\text{ m}^2)^{-1}$ 撒施生石灰,覆土踏实后盖地膜,14 d后重新整地,移栽辣椒。

1.2.3 阳光消毒 夏季高温季节,深度翻犁耕作土层30 cm,不灌水,也不覆盖塑料薄膜,利用阳光暴晒土壤,持续14 d。

1.2.4 药剂防治 供试药剂共5种:PsbA生防制剂粉剂(DP)(光合细菌A,浓度为 $5\times 10^9\text{ pfu}\cdot\text{mL}^{-1}$ ,湖南省农业科学院植物保护研究所提供);淡紫拟青霉微球剂(活孢子数 $10^9\text{ 个}\cdot\text{g}^{-1}$ ,中国科学院微生物研究所提供);10%噻唑膦颗粒剂(GR)(日本石原产业株式会社产品);2.5%二硫氰基甲烷可湿性粉剂(WP)(浙江绍兴天诺农化有限公司产品);5%丁硫克百威GR(美国富美实公司产品)。

2.5%二硫氰基甲烷WP 3 500倍液兑水,在辣椒苗移栽后按每株200 mL药液浇灌施于根际周围,每隔7 d使用1次,连续使用3次。其他药剂进行拌土撒施处理,整地前先将药剂均匀撒施到畦面,然后将其混入土层,覆盖地膜,3 d后移栽辣椒苗。

### 1.3 试验设计

试验共设11个处理:PsbA生防制剂DP 45、60、90  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,淡紫拟青霉微球剂63  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,10%噻唑膦GR 22.5  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,2.5%二硫氰基甲烷WP 3 500倍液,5%丁硫克百威GR 60  $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,非寄主玉米轮作一年,阳光消毒,生物熏蒸,空白对照。每个处理3次重复,共33个小区。每小区面积150  $\text{m}^2$ ,随机区组排列。

### 1.4 调查方法

取样调查5次,分别于处理前和处理后30、60、90、120 d,按五点取样法在每个小区植株根围10~20 cm、土层深约10 cm范围取样。将采集土样混匀后,用量杯量取200 mL土,采用贝尔曼漏斗法分离线虫24 h,然后在体视显微镜下观察计数2龄幼虫(J2)数量,计算对2龄幼虫的防效;150 d后挖取整个辣椒根系,记载根结数量,计算根结线虫病防效。用SAS 8.0软

件对防治效果进行方差分析, 比较各处理间的差异显著性。

病情指数按照肖炎农等(2000)制定的标准分级。0级: 根系健康, 无根结; 1级: 根系上有少量根结, 占全根系的1%~25%; 2级: 根结占全根系的26%~50%; 3级: 根系根结数量很多, 占全根系的51%~75%; 4级: 根系根结数量特多, 占全根系的76%~100%。

根结线虫病防效(%) = (对照区根结指数 - 处理区根结指数) / 对照区根结指数 × 100%

2龄幼虫防效(%) = (对照区幼虫数 - 处理区幼虫数) / 对照区幼虫数 × 100%

## 2 结果与分析

### 2.1 农业措施对 J2 的防治效果

由表1可见, 非寄主玉米轮作、生物熏蒸和阳光消毒3种农业措施对辣椒田根结线虫J2数量均有一定的控制作用。随着时间的推移, 非寄主玉米轮作处理对J2的防效有上升趋势, 其防效由30 d的26.49%上升至120 d的50.66%; 阳光消毒处理则随处理后时间延长而下降, 对J2防效由42.38%渐降为36.39%; 生物熏蒸处理在处理60 d防效最高, 达48.38%。

表1 3种农业措施对辣椒田 J2 数量的影响

处理	处理后 30 d		处理后 60 d		处理后 90 d		处理后 120 d	
	J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%
非寄主玉米轮作	37.00	26.49	52.67	35.77	58.00	43.69	100.33	50.66
生物熏蒸	39.67	21.18	42.33	48.38	55.33	46.28	140.00	31.15
阳光消毒	29.00	42.38	63.33	22.77	60.67	41.10	129.33	36.39
CK	50.33	—	82.00	—	103.00	—	203.33	—

### 2.2 杀线虫剂对 J2 的防治效果

表2结果表明, 供试的5种杀线虫剂中, PsbA生防制剂DP随着使用剂量的加大, 其对辣椒根结线虫J2的防效也有所提高。其中以90 kg·hm<sup>-2</sup>处理的效果最好, 施药后90 d和120 d的防效可达64.08%和67.54%。淡紫拟青霉微球剂施用30 d后对J2的防效为21.18%, 随后防效表现为增长趋势, 药后90 d和120 d的J2防效分别为61.49%和71.47%。化学杀线虫剂10%噻唑膦GR、1.5%二硫氰基甲烷WP和5%丁硫克百威GR均表现出理想的防病控害效果, 各处理对J2的防效均呈现持续增长态势, 施药后120 d的J2防效均在68.85%以上, 其中防效最好的为10%噻唑膦GR, 最高防效达到了83.12%。

表2 5种药剂处理对辣椒田 J2 数量的影响

药剂名称	施用量 kg·hm <sup>-2</sup>	处理后 30 d		处理后 60 d		处理后 90 d		处理后 120 d	
		J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%	J2 数量	防效/%
PsbA 生防制剂 DP	45	31.67	37.08	61.33	25.21	52.67	48.86	126.67	37.70
PsbA 生防制剂 DP	60	29.00	42.38	50.00	39.02	42.33	58.90	68.67	66.23
PsbA 生防制剂 DP	90	21.33	57.62	42.33	48.38	37.00	64.08	66.00	67.54
淡紫拟青霉微球剂	63	39.67	21.18	34.33	58.13	39.67	61.49	58.00	71.47
10%噻唑膦 GR	22.5	18.67	62.90	21.00	74.39	21.33	79.29	34.33	83.12
2.5%二硫氰基甲烷 WP	12	21.33	57.62	26.67	67.48	31.67	69.25	63.33	68.85
5%丁硫克百威 GR	60	29.00	42.38	34.33	58.13	34.33	66.67	50.33	75.25
CK	—	50.33	—	82.00	—	103.00	—	203.33	—

### 2.3 各处理对根结线虫病的防治效果

处理后150 d, 挖取辣椒根系调查。从表3可以看出, 非寄主玉米轮作、生物熏蒸和阳光消毒3种农业措施处理对根结线虫病的防效中, 非寄主玉米轮作处理为44.31%, 防治效果好于其

他两项农业防治措施,差异达到极显著水平。

PsbA 生防制剂 DP 90 kg·hm<sup>-2</sup> 处理 150 d 后的根结指数仅为 7.16, 防效达到了 70.81%, 极显著高于 PsbA 生防制剂 DP 45、60 kg·hm<sup>-2</sup> 处理的防效。但显著低于 63 kg·hm<sup>-2</sup> 淡紫拟青霉微球剂处理。淡紫拟青霉微球剂处理 150 d 后的根结指数为 6.38, 防治效果达到 73.99%, 与 5% 丁硫克百威 GR 60 kg·hm<sup>-2</sup> 处理的防效相当, 差异不显著。

化学杀线虫剂中, 10% 噻唑膦 GR 施用 150 d 后的根结指数仅为 3.5, 最终防效达 85.73%, 与其他两种药剂 1.5% 二硫氰基甲烷 WP、5% 丁硫克百威 GR 差异达极显著水平; 1.5% 二硫氰基甲烷 WP 处理的防效显著高于 5% 丁硫克百威 GR 处理。

### 3 结论与讨论

农业措施非寄主玉米轮作、生物熏蒸和阳光消毒对辣椒根结线虫病均具有一定的防治效果, 其中以非寄主玉米轮作较好。但本试验中轮作年限仅一年, 多年轮作的防治效果还有待进一步试验。在生物熏蒸处理中, 本试验将当地用来做绿肥压青的飞机草与石灰一起放入开好的沟中, 用土覆盖后加上塑料薄膜, 能使飞机草在地下充分发酵, 所产生的热量可提高熏蒸的作用, 同时也有利于土壤基质的改善。在阳光消毒处理中, 试验充分利用海南高温高湿和阳光充足的热带气候特点, 发现对线虫种群数量增长也具有一定的控制作用, 如果结合石灰氮加以利用, 可能会有更好的防治效果(李宝聚等, 2005)。

PsbA 生防制剂是从光合细菌培养液中提取的一种活性物质, 浓度为  $5 \times 10^9$  pfu·mL<sup>-1</sup>, 其 90 kg·hm<sup>-2</sup> 处理的根结线虫病防治效果可达 70.81%, 且对 J2 数量具有明显的控制作用, 用于替代高毒杀线虫剂具有广阔的应用前景。本试验中淡紫拟青霉微球剂(活孢子数  $10^9$  个·g<sup>-1</sup>) 与 5% 丁硫克百威 GR 对辣椒根结形成的控制效果相当, 但前者可减少化学农药的使用量, 符合产业发展的安全和环保需求, 在改进施用技术的基础上, 具有良好的推广应用潜力。

基于本试验结果和高效可持续防控的需要, 对热带地区辣椒根结线虫病的防治应当施以综合防治, 即以轮作、阳光消毒、生物熏蒸和施用生防制剂为主, 辅以施用化学杀线虫剂, 尽可能减少化学农药的使用, 从而构建辣椒根结线虫的绿色防控技术体系, 达到高效而安全地控制病害的目的。

#### 参考文献

- 董道峰, 韩利芳, 王秀徽, 曹志平. 2007. 番茄抗性品种与黄瓜轮作对根结线虫的防治作用. 植物保护, 33(1): 51-54.
- 黄成东, 任涛, 董林林, 陈清, 李晓林. 2010. 设施菜田土壤根结线虫综合防治技术的应用效果. 中国蔬菜, (21): 23-25.
- 黄耀师, 梁震, 李丽. 2000. 我国植物线虫研究和防治进展. 农药, 39(2): 11-13.
- 李宝聚, 姜鹏, 张慎璞, 石延霞, 崔国庆. 2005. 日本石灰氮日光消毒防治温室土传病害技术简介. 中国蔬菜, (4): 38-39.
- 肖炎农, 王明祖, 付艳平, 曾凡涛. 2000. 蔬菜根结线虫病情分级方法比较. 华中农业大学学报, 19(4): 336-338.
- 姚婷, 梁宗琦, 莫明和, 王春燕. 2006. 拟青霉云南菌株的杀线虫作用. 中国生物防治, 22(3): 226-229.
- 祝明亮, 李天飞, 张克勤, 夏振远. 2004. 根结线虫生防资源概况及进展. 微生物学通报, 31(1): 100-104.
- Sasser J N. 1989. Plant-parasitic nematodes: the farmer's hidden enemy. North Carolina State University Graphics, Raleigh, North Carolina: 11-15.

表 3 8 种处理对辣椒根结线虫病的防治效果

处理	施用量	施药后 150 d	
	kg·hm <sup>-2</sup>	根结指数	防效/%
非寄主玉米轮作	—	13.66	44.31 gG
生物熏蒸	—	16.69	31.96 iI
阳光消毒	—	15.53	36.69 hH
PsbA 生防制剂 DP	45	12.06	50.84 fF
PsbA 生防制剂 DP	60	9.50	61.27 eE
PsbA 生防制剂 DP	90	7.16	70.81 dD
淡紫拟青霉微球剂	63	6.38	73.99 cCD
10% 噻唑膦 GR	22.5	3.50	85.73 aA
1.5% 二硫氰基甲烷 WP	12	5.30	78.39 bB
5% 丁硫克百威 GR	60	6.11	75.09 cBC
CK	—	24.53	—

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ( $\alpha=0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $\alpha=0.01$ )。