



张涛涛,董丹,赵娟,等.两种微生物杀线剂联合噻唑膦对西瓜根结线虫病的防治效果[J].黑龙江农业科学,2022(5):50-53.

# 两种微生物杀线剂联合噻唑膦对西瓜根结线虫病的防治效果

张涛涛<sup>1</sup>,董 丹<sup>1</sup>,赵 娟<sup>1</sup>,张桂娟<sup>2</sup>,李永达<sup>2</sup>,刘 霆<sup>1</sup>

(1.北京市农林科学院 植物保护研究所,北京 100097;2.北京市大兴区植保植检站,北京 102609)

**摘要:**为减少化学杀线虫剂用量,有效控制温室西瓜根结线虫病害的发生,本试验开展黑曲霉 Y61 菌剂、产紫青霉 MH111 菌剂与噻唑膦混合使用对西瓜根结线虫的温室防治效果试验。结果表明:处理 1(黑曲霉 Y61 菌剂+噻唑膦颗粒剂)、处理 2(黑曲霉 Y61 菌剂+噻唑膦颗粒剂+地牛)、处理 3(产紫青霉 MH111 菌剂+噻唑膦颗粒剂)、处理 4(产紫青霉 MH111 菌剂+噻唑膦颗粒剂+地牛)、处理 5(噻唑膦颗粒剂)和处理 6(清水对照)6 个处理,药后 90 d 土壤中根结线虫 2 龄幼虫数量与施药前线虫数的增长率为 122.0%~415.0%。药后 90 d 各处理防治效果分别为 67.8%、73.1%、55.5%、61.6%和 70.9%。药后 90 d 各处理增产率分别为 25.5%、31.2%、19.7%、22.1%和 23.5%。将噻唑膦与生物菌剂混合使用对西瓜根结线虫病害具有良好防效,可作为西瓜根结线虫病害防治的方法进行推广。

**关键词:**西瓜;根结线虫病;噻唑膦;生物菌剂;防治效果

根结线虫病是设施蔬菜的主要土传病害之一<sup>[1]</sup>。北京地区设施蔬菜的种植环境非常适合根结线虫的生存,因此随着农业产业结构调整、种植面积的逐年增加,根结线虫病危害也越来越严重,其中南方根结线虫是危害北京地区大棚蔬菜的主要线虫类型。蔬菜根结线虫可以危害瓜类、茄果类等几十种蔬菜,直接影响经济作物的生产和农民增收。作为西瓜种植中的常发病害,在北京市郊区温室西瓜生产中呈上升发展趋势。当前,防治温室西瓜根结线虫病的药剂主要以化学药剂为主,化学农药因高效价廉和施用简单等优点而备受农户青睐,但同时化学农药的高毒又不可避免地危害着食品安全,随着绿色安全高效农业的发展需要,加快农药减量增效是促进农业绿色发展的重要措施。开发安全高效的生物资源及应用生物防治技术成为根结线虫防治的重要策略。近几年,生防菌剂与化学农药的混合使用成为研究热点<sup>[2-4]</sup>。生防菌剂具有选择性强和对环境安全性

高等优点,但是生防菌剂不具有高效性和成本较高等缺点限制了它取代化学农药的进程。因此将两者联合使用就是期望能够实现病害防治的高效和低残留的目标。

本实验室前期从北京京郊根结线虫发生严重地块土壤中筛选获得一株高效杀线虫生防菌筛选 Y-61,经鉴定为黑曲霉。其发酵液对南方根结线虫 2 龄幼虫的致死率为 100%,对卵孵化的抑制率在 95%以上。盆栽试验表明其对番茄根结线虫的防治效果在 80%以上,具有很好的生防潜力。从自漠河冷冻层极端环境筛选获得一株高效杀线虫生防菌筛选 MHZ111,经鉴定为产紫青霉。其对南方根结线虫二龄幼虫致死率达 100%,对卵孵化抑制率达 90%以上。盆栽试验表明其对番茄根结线虫的防治效果在 65%以上,田间试验对番茄根结线虫防治效果在 50%以上,生防应用潜力良好。基于根结线虫病化学农药防治和生物菌剂防治各自存在优缺点,本研究利用黑曲霉 Y-61 和产紫青霉 MHZ111 联合噻唑膦共同防治西瓜根结线虫病害,通过测定两者的施用对土壤中线虫 2 龄幼虫的数量和药物对病害的防治效果及对西瓜产量等指标的影响,探究这两种生防菌剂与噻唑膦的联合使用是否可以实现化学农药噻唑膦的减量增效,以期实现化学农药与生物

收稿日期:2022-01-21

基金项目:北京市农林科学院科技创新能力专项(KJCX 20200426,KJCX20200110)。

第一作者:张涛涛(1973—),女,学士,助理研究员,从事植物线虫病生物防治研究。E-mail:124297976@qq.com。

通信作者:刘霆(1975—),男,博士,副研究员,从事植物线虫病生物防治研究。E-mail:ltting11@163.com。

制剂混合使用防治根结线虫提供科学依据和技术指导,为本地区防治西瓜根结线虫病绿色防控提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

10%噻唑膦颗粒剂由日本石原产业株式会社生产;黑曲霉 Y61 菌剂、产紫青霉菌剂由北京市农林科学院植物保护研究所生产;氨基寡糖由华植河北生物科技有限公司生产。

供试作物为生产上广泛应用的西瓜品种“京颖”,由北京市农林科学院蔬菜研究中心生产。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验在北京市大兴区庞各庄镇丁村的日光温室进行,根结线虫为害严重。设空白对照,每处理 4 次重复。小区面积 20 m<sup>2</sup>,随机排列。试验共设以下 8 个处理。

处理 1:黑曲霉 Y-61 菌剂 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 10%噻唑膦颗粒剂 1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;

处理 2:黑曲霉 Y-61 菌剂 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 10%噻唑膦颗粒剂 1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 氨基寡糖 2 L·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;

处理 3:产紫青霉 MH-111 菌剂 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 10%噻唑膦颗粒剂 1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;

处理 4:产紫青霉 MH-111 菌剂 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 10%噻唑膦颗粒剂 1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> + 氨基寡糖 2 L·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;

处理 5:10%噻唑膦颗粒剂 2 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>;

处理 6:清水对照。

1.2.2 调查项目及方法 在西瓜种植前将药剂与潮干土混合,比例 1:10,均匀撒施到试验小区内,定植。施药前和施药后 90 d 分别调查线虫密度,每小区取 5 个点的 5~20 cm 土层样品,混匀后取 100 g 作为调查土样。用改良的贝曼漏斗法(托盘法)分离土壤中的线虫。热法杀死线虫后,用 4%福尔马林固定,在倒置显微镜下计数,调查土壤中根结线虫 2 龄幼虫的数量。

在西瓜收获时采取对角线 5 点取样,每点取 2 株,按照根结线虫分级标准,调查西瓜根结线虫病的发生程度,进行病情分级,并计算病情指数和

防效<sup>[5-7]</sup>。每小区实收 100 颗西瓜,统计各小区的产量记录,并折合成 667 m<sup>2</sup>产量。

病株分级标准:0 级,根系无虫瘿;1 级,根系有少量虫瘿;3 级,2/3 根系布满小虫瘿;5 级,根系布满小虫瘿并有次生虫瘿;7 级,根系形成虫瘿团。

病情指数(%)=[ $\sum$ (各级病株数×该病级值)]/(调查总株数×最高级值)×100

防治效果(%)=[(清水对照区病情指数-药剂处理区病情指数)/清水对照区病情指数]×100

1.2.3 数据分析 利用 SPSS 22.0 软件进行 Duncan 新复极差法测验差异显著性( $P<0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同药剂处理对土壤线虫量的影响

由表 1 可知,施药前各处理土壤中 2 龄线虫量并不相同,个别处理间存在显著性差异,可见该试验田土壤线虫量分布不均匀。通过测定采收时土壤线虫量与施药前土壤线虫量的增长比率,各处理土壤线虫量增长比率均低于空白对照,说明各处理对土壤中根结线虫 2 龄幼虫数量都有一定的抑制作用。除了处理 1 和处理 2 之间差异不显著外,其他处理的根结线虫 2 龄幼虫增长比率均存在显著差异,且都显著低于对照。

表 1 不同药剂对温室西瓜土壤中根结线虫 2 龄幼虫数量的影响

处理	施药前线虫数/头	采收时线虫数/头	增长率/%
1	345.6 b	967.7 c	180.0 d
2	273.0 c	726.2 d	166.0 d
3	412.0 a	1565.6 a	280.0 b
4	366.8 b	1244.4 b	239.3 c
5	356.4 b	791.2 d	122.0 e
6(CK)	286.3 c	1474.4 a	415.0 a

### 2.2 不同药剂处理对西瓜根结线虫的防效

比较不同处理的防治效果可以看出,处理 1~5 病情指数比清水对照均有不同的降低(表 2)。5 个处理的病情指数分别为 25.8、21.5、35.6、30.7 和 23.3,防治效果分别为 67.8%、73.1%、55.5%、61.6%和 70.9%。各处理的病情指数均与清水对照差异显著,处理 2、5 的病情指数显著低于处理 1、3、4 的病情指数。

处理 2 的防效为 73.1%，效果最好，其次是处理 5 和处理 1，防效分别为 70.9%和 67.8%，处理 4、处理 3 防效较低，分别为 61.6%和 55.5%。各处理中，以处理 2 效果最好，说明在与微生物杀线虫菌剂混合使用时，可以降低噻唑膦使用量的 50%，Y-61 菌剂与噻唑膦、氨基寡糖混合使用防治效果与单独使用噻唑膦防治效果相当。MH-111 菌剂与噻唑膦混合使用，效果明显低于单独使用噻唑膦。

2.3 不同药剂处理对西瓜产量的影响

由表 2 可知，与清水对照比较，处理 1~5 有不同程度的增产，各药剂处理的产量与清水对照的产量有显著差异，处理 2 的产量最高，与其他 4 个处理的产量有显著性差异。

表 2 不同药剂对温室西瓜根结线虫病的防效和产量的影响

处理	调查株数	病情指数	防效/%	产量/[kg·(667 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	增产率/%
1	100	25.8 d	67.8	4280 b	25.5
2	100	21.5 e	73.1	4475 a	31.2
3	100	35.6 b	55.5	4083 c	19.7
4	100	30.7 c	61.6	4165 bc	22.1
5	100	23.3 e	70.9	4210 bc	23.5
6(CK)	100	80.0 a		3410 d	

3 讨论

黑曲霉是一种重要的生防资源，具有适应广、代谢物多样性和环境友好等特点。自从 1903 年 Metcalf 首次描述了小杆线虫上黑色的曲霉属真菌对其有致死作用以来，就不断有曲霉属真菌具有杀线虫作用的报道<sup>[5]</sup>。Mankau<sup>[6]</sup>报道黑曲霉的培养滤液对燕麦真滑刃线虫有活性。Zuckerman 等<sup>[7]</sup>对黑曲霉的杀线虫作用做了大量的室内和温室试验，报道了黑曲霉菌株 PD-42 的发酵液中主要杀线虫物质为柠檬酸和草酸，还有分子量较大的一种未知物质。朱晓峰等<sup>[8]</sup>报道了黑曲霉 Snf009 发酵液对南方根结线虫的室内活性，发现其对线虫卵和幼虫活性仍表现很好的抑制作用，发酵液的 1 倍液以上浓度与 10 g·mL<sup>-1</sup>涕灭威的防效相当。黄福常等<sup>[9]</sup>对黑曲霉发酵滤液杀线虫作用进

行了研究，杀线作用及抑制线虫虫卵孵化均达 100%，在防治蘑菇线虫病试验中，加黑曲霉发酵滤液后既能减少线虫的数量，还具有促进菌丝生长的作用。文才艺等<sup>[10]</sup>报道了 Y-61 发酵液对线虫卵和幼虫具有很强的致死活性，对根结线虫卵囊孵化的抑制率高于对分散卵孵化的抑制率。

近年来，化学农药结合生物农药防治土传病害成为研究热点，众多研究均采取两者混用的方式，在有效控制病害的同时降低化学农药使用量。本研究结果表明，所设的 5 种药剂处理对西瓜根结线虫均具有不同的防治效果。其作用主要表现在两方面，一方面是减少土壤中的根结线虫 2 龄幼虫数量，另一方面是能有效地抑制根结的形成。

目前我国市场推广的杀线虫剂品种较少，且多数杀线虫剂对人畜毒性较高。其中噻唑膦是可以用于西瓜根结线虫病防治的常用杀线虫剂，生产中防治根结线虫时推荐的噻唑膦使用剂量为 1.5~2.0 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> (有效含量为 10%)。

4 结论

本研究中噻唑膦减量 50%与黑曲霉 Y-61 菌剂混合使用，防治后的西瓜地上部分生长情况好于其他处理，且增产效果明显，其对根结线虫的防治效果与噻唑膦正常用量的防治效果相当。根据本研究结果，可以将 1 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> 噻唑膦与 30 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup> 黑曲霉菌剂混合使用防治西瓜根结线虫病。该防治方法操作简单，易于推广。农药减施可以减轻农药对环境的污染，并有望降低杀线虫剂对线虫的选择压力，延缓抗药性发生。同时，在生防菌中添加农药，可以克服生防菌单独使用稳定性不好等缺点。本研究结果可为黑曲霉联合其他化学杀线剂实现减施增效提供参考。

参考文献：

[1] 高丙利. 植物线虫综合治理概论[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社有限公司, 2021.

[2] ANAND T, CHANDRASEKARAN A, KUTTALAM S, et al. Integrated control of fruit rot and powdery mildew of chilli using the biocontrol agent *Pseudomonas fluorescens* and a chemical fungicide[J]. Biological Control, 2010, 52(1): 1-7.

[3] DUFFY B. Combination of pencycuron and *Pseudomonas*

*fluorescens* strain 2-79 for integrated control of rhizoctonia root rot and take-all of spring wheat[J]. Crop Protection, 2000,19(1):21-25.

[4] KISHORE G K, PANDE S, PODILE A R. Management of late leaf spot of groundnut (*Arachis hypogaea*) with chlorothaloniltolerant isolates of *Pseudomonas aeruginosa*[J]. Plant Pathology, 2010,54(3):401-408.

[5] METCALF H. Cultural studies of a nematode associated with plant decay[J]. America Microbiology Society Transactions, 1903,24:89-103.

[6] MANKAU R. Nematicidal activity of *Aspergillus niger* culture filtrates[J]. Phytopathology, 1969,59:1170.

[7] ZUNKERMAN B M, MATHENY M, ACOSTA N. Control of plant-parasitic nematodes by a nematicidal strain of *Aspergillus niger*[J]. Journal of Chemical Ecology, 1994, 20(1):33-43.

[8] 朱晓峰,段玉玺,陈立杰. 黑曲霉 Snf009 发酵液对根结线虫的毒性测定及温室防效研究[J]. 河南农业科学, 2009(4): 84-85.

[9] 黄福常,覃培升,韦春月. 黑曲霉发酵滤液杀食用菌线虫活性初探[J]. 广西农业生物科学, 2008,27(4):399-444.

[10] 文才艺,雷震,刘霆. 黑曲霉 Y-61 代谢活性物质对南方根结线虫的作用[J]. 江苏农业科学, 2010(6):157-159.

# Control Effects of Two Bio-nematicides Combined with Fosthiazate on Watermelon Root Knot Nematode Disease

ZHANG Tao-tao<sup>1</sup>, DONG Dan<sup>1</sup>, ZHAO Juan<sup>1</sup>, ZHANG Gui-juan<sup>2</sup>, LI Yong-da<sup>2</sup>, LIU Ting<sup>1</sup>

(1. Institute of Plant Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Science, Beijing 100097, China;  
2. Beijing Daxing District Plant Protection Plant Inspection Station, Beijing 102609, China)

**Abstract:** In order to reduce the dosage of chemical nematicides and effectively control the occurrence of watermelon root knot nematode diseases in greenhouses, the efficiency of mixed application of *Aspergillus niger* Y-61, *Penicillium purpurogenum* MH-111, and fosthiazate to control watermelon root knot nematode diseases was evaluated in the greenhouse conditions in this study. The results showed that the root knot nematodes in the soil 90 days after treatment, the increase ratio of root knot nematode number after application to that before application of six treatments was 122.0%-415.0%. The control effects of each treatment at 90 days after treatment were 67.8%, 73.1%, 55.5%, 61.6% and 70.9%, respectively. The yield of each treatment increased by 25.5%, 31.2%, 19.7%, 22.1% and 23.5% at 90 days after treatment. The mixed use of fosthiazate and biological inoculants had a good control effect on watermelon root knot nematode diseases and increase watermelon yield in controlling root knot nematode, and could be as a method for the prevention and controlling of watermelon root knot nematode diseases.

**Keywords:** watermelon; root knot nematodes; fosthiazate; biological; control effect

## 协办单位

- 黑龙江省作物学会
- 黑龙江省农业科学院水稻研究所
- 黑龙江省农业科学院克山分院
- 黑龙江省农业科学院黑河分院
- 黑龙江省农业科学院绥化分院
- 黑龙江省农业科学院佳木斯分院
- 黑龙江省农业科学院牡丹江分院
- 内蒙古丰垦种业有限责任公司