

# 康宁木霉对根结线虫的防治研究初报

樊颖伦<sup>1</sup>, 吕山花<sup>1</sup>, 李守国<sup>2</sup>, 胡明江<sup>1</sup>

(1. 聊城大学 农学院, 山东 聊城 252000 2. 山东省六一农场, 山东 齐河 251109)

**摘要:**以我国商品化的康宁木霉为生防制剂, 将其应用到蔬菜根结线虫病的防治中。结果表明: 康宁木霉对番茄生长发育有明显的促进作用, 对感染根结线虫的番茄施用木霉制剂后可以显著降低其根部根瘤数, 明显增强番茄根系活力, 延长结实期。

**关键词:**康宁木霉; 根结线虫; 番茄; 生物防治

中图分类号: S 482.2<sup>+</sup>92 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2008)07-0234-03

根结线虫(*Meloidogyne spp.*)是为害最严重的植物病原线虫之一, 其种类多、分布广、致病性强, 寄主范围超过 3 000 种, 尤以茄科、葫芦科、十字花科等植物受害严重<sup>[1]</sup>。特别是近几年, 由于我国北方保护地蔬菜的大面积种植, 为根结线虫的越冬提供了更适宜的条件, 使保护地蔬菜的根结线虫病呈明显加重趋势, 蔬菜感染根结线虫后产量一般减产 20% 左右, 严重时减产 30% ~ 40%, 甚至绝收, 同时蔬菜品质也明显下降<sup>[2]</sup>。蔬菜根结线虫病的发生制约了蔬菜生产, 降低了农民收入, 已成为保护地蔬菜生产的严重障碍<sup>[3]</sup>。目前, 防治根结线虫病主要采取使用杀线剂的化学防治。杀线剂毒性通常较强、成本高、效果不甚理想, 在蔬菜上使用越来越受到限制<sup>[4]</sup>。同时由于化学农药的公害问题日趋严重, 生物防治日益受到人们重视, 拮抗微生物在植物病害生物防治中的应用备受关注<sup>[5]</sup>。

木霉(*Trichoderma spp.*)作为一种重要的植病生防因子一直受到普遍关注<sup>[6]</sup>, 已经成为生物防治领域研究的热点, 并且具有很好的生物防治前景。其具有广泛适应性、产生拮抗物多样性、寄生广谱性和对环境影响小等特点。此外, 利用木霉菌防治一些作物的土传病害也取得了良好的防治效果, 并且对土壤病原真菌的抑制具有持效作用<sup>[7,9]</sup>, 能很好地达到生物防治的效果, 可以大大减少农药的施用量。因此, 木霉在植病生防中的应用潜力正日益受到重视。目前国内、外均有商品化的木霉制剂问世<sup>[8]</sup>, 但尚未见将木霉应用到蔬菜根结线虫病的防治中的报道。研究以我国商品化的康宁木霉为生防制剂, 首次将其应用到蔬菜根结线虫病的防治中。研究表明, 康宁木霉对根结线虫有明显的抑制作用, 对感染

根结线虫的番茄施用木霉制剂后可以显著降低其根部根瘤数, 明显增强根系活力, 延长结实期。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2007 年 3 ~ 8 月在聊城大学农学院进行。番茄品种为中蔬四号和佳粉 15, 其中中蔬四号由中国农业科学院蔬菜花卉研究所番茄研究组惠赠; 佳粉 15 购自北京市农林科学院蔬菜研究中心。番茄育苗: 3 月 18 日经 55℃ 温汤浸种后将种子置于光照培养箱中, 催芽的温度为 22 ~ 23℃。催芽后播种于高温灭菌的培养土中, 温室育苗, 苗龄 43 d。

供试根结线虫: 供试南方根结线虫来源于聊城郊区大棚, 原始寄主为番茄, 将采集的南方根结线虫接种于感病品种佳粉 15 根部繁殖备用。

商品化的康宁木霉菌生物制剂由市场购得。

### 1.2 试验设计

将 43 d 苗龄的番茄移栽于经福尔马林溶液喷洒、塑料薄膜覆盖高温消毒 10 d 后的营养土花盆(口径 21 cm, 高 25 cm)中。试验设对照组(A 组, 未接种根结线虫、未施木霉制剂)、木霉组(B 组, 未接种根结线虫、施木霉制剂)、根结线虫组(C 组, 接种根结线虫、未施木霉制剂)和木霉防治组(D 组, 接种根结线虫并施木霉制剂), 每番茄品种每组重复 8 次, 随机排列。将花盆埋于土中, 与周围地面持平, 以保证盆内温度适合线虫生长发育。

### 1.3 康宁木霉制剂处理

番茄幼苗移栽时分别给予 B 组和 D 组施加康宁木霉制剂, 施加有效孢子量为  $(1 \sim 2) \times 10^8$  个/株。

### 1.4 南方根结线虫接种处理与调查

将繁殖的南方根结线虫采用刘维志的方法<sup>[5]</sup>从番茄的根部分离, 得到南方根结线虫卵。于移栽后 5 d 用打孔器在 C 组和 D 组盆内番茄根周围打孔(4 孔/盆), 将根结线虫卵注入番茄根周围, 接种量为每盆 2 000 个卵<sup>[11]</sup>。接种后按常规方法管理, 60 d 后小心用清水洗去根部基质, 调查根结数, 按照以下的分级标准进行分级

第一作者简介: 樊颖伦(1977-), 男, 博士, 讲师, 现从事植物抗线虫基因工程方向研究。E-mail: fanyinglun@lcu.edu.cn.

通讯作者: 樊颖伦。

基金项目: 聊城大学博士科研启动基金资助项目(31805)。

收稿日期: 2008-02-06

统计根结指数, 每番茄品种每组取 4 株分别进行统计。根结级数根据病害症状从轻到重划分为 5 个等级: 0 级: 根系上无根结; 1 级: 有 1~2 个根结; 2 级: 有 3~10 个根结; 3 级: 有 11~30 个根结; 4 级: 有 31~100 个根结; 5 级: 根结数超过 100 个<sup>[11]</sup>。

1.5 根系活力测定

分别对 4 组处理进行根系活力的测定, 根系活力的测定方法采用 TTC 法<sup>[12]</sup>, 待调查根结数后将根样洗净, 吸干水后剪碎称 0.5 g, 每组处理测定 4 株, 取其平均值。

2 结果与分析

2.1 木霉菌制剂对番茄感染根结线虫后病害的影响

统计 C 组和 D 组 2 个番茄品种各 4 株番茄根结数, 取平均值, 并划分病害级别(表 1)。在统计 C 组番茄根结数时均发现 2 品种根部有 1~5 个不等的肿根, 由于根结数均超出 100 个, 均属 5 级, 因此在计算根结数时没有将肿根数计算在内, 而 D 组番茄根部没有发现肿根。从结果可以看出 2 个番茄品种接种南方根结线虫后严重感病, 施加木霉菌制剂后番茄根结数均比 C 组明显下降, 且没有肿根出现。

表 1 中蔬四号和佳粉 15 接根结线虫后根结数调查

番茄品种	C 组根结数(级别)	D 组根结数(级别)
中蔬四号	136(5级)	53. 5(4级)
佳粉 15	154. 8(5级)	79. 2(4级)

2.2 木霉菌制剂对番茄根系活力的影响

采用 TTC 法测定不同处理的番茄根活力表明(表 2), A 组和 B 组 2 品种均存在极显著差异, 说明木霉菌制剂对提供番茄根系活力具有明显的效果。A 组和 C 组 2 品种存在极显著差异, 说明根结线虫侵染番茄后, 其植株根系活力显著下降, 并且在后期生长中 C 组番茄均出现早衰现象。C 组和 D 组 2 品种接种根结线虫, 且 D 组施加了木霉菌制剂, 根系活力测定表明 D 组根系活力明显高于 C 组, 2 种间存在极显著差异。A 组和 D 组相比较发现在中蔬四号间存在极显著差异; 而在佳粉 15 间存在显著差异, 没有达到极显著差异水平。

从番茄生长后期观察来看, 感染根结线虫的番茄生长严重受阻, 整株活力下降, 出现明显的早衰现象。而对感染根结线虫的番茄在施用木霉菌制剂后其活力明显增强, 结实期延长。植物的根系既是吸收水分和养分的主要器官, 也是许多物质同化、转化、合成的器官, 根系活力是衡量植物吸收养分能力的重要指标, 根系活力的强弱是植物生长和发育状况的重要指标之一, 也是衡量植株是否早衰的一个重要指标, 活力的高低直接影响着植株的生长发育状况和产量等经济性状。

表 2 中蔬四号和佳粉 15 不同处理根系活力

处理	中蔬四号	佳粉 15
B组	223. 75 a A	239. 25 a A
A 组	196. 00 b B	209. 50 b B
D 组	162. 50 c C	189. 25 c B
C组	104. 00 d D	96. 50 d C

3 讨论

在植物线虫生物防治中由于大量的生物酶解物、腐殖质等土壤环境影响生防真菌的生存环境, 从而导致植物寄生线虫的生防效果不稳定。由此可见, 线虫生物防治研究进程中的主要障碍就是对线虫天敌及土壤环境生态学缺乏充分的了解<sup>[13]</sup>。土壤的质地、湿度、pH 值、重金属元素、有机质含量、农药以及线虫、微生物区系、寄主植物的根系等生物和非生物因子组成了一个复杂而多变的生态系统, 对真菌和细菌等线虫天敌具有不同程度的影响。深入开展线虫及其天敌的生态学研究, 明确其在土壤中的发生、分布规律、影响因子, 是提高田间线虫生物防治效果的关键<sup>[13]</sup>。

现首次将木霉制剂应用于对蔬菜根结线虫的防治研究中, 研究表明, 康宁木霉对番茄根结线虫有明显的抑制作用, 对感染根结线虫的番茄可以显著降低其根部根瘤数, 施用木霉制剂后明显增强根系活力; 施用木霉制剂后感染根结线虫的植株比不施用木霉制剂的植株显著提高了生活力, 延长结实期。关于木霉防治根结线虫的作用机制尚不清楚, 原因可能由于施用木霉后提高了植物抗逆性或是由于木霉菌抑制了根结线虫的生长或是二者兼有, 但是研究倾向于认为木霉菌既提高了植物的生活力和抗逆性的同时, 也抑制了根结线虫在土壤和植物根细胞的生长发育, 还有待进一步进行深入研究。

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.  
[ 2 ] 李文超, 董会, 王秀峰. 根结线虫对日光温室黄瓜生长、果实品质及产量的影响[ J ]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2006, 37(1): 35-38.  
[ 3 ] 李宝聚. 我国蔬菜病害研究现状与展望[ J ]. 中国蔬菜, 2006(1): 1-5.  
[ 4 ] 张芸, 郑建秋, 师迎春, 等. 番茄抗根结线虫病品种筛选[ J ]. 中国蔬菜, 2006(10): 23-24.  
[ 5 ] 刘维志. 植物线虫学研究技术[ M ]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1995: 45-46.  
[ 6 ] 徐同, 钟静萍, 孟征. 木霉在植病生防中的地位[ C ] // 中国植物学会真菌学会主编. 第三届全国真菌地农学术讨论会学术报告及论文摘要汇编. 北京: 中国植物学会真菌学会, 1990: 57-60.  
[ 7 ] 徐同, 柳良好. 木霉几丁质酶及其对植物病原真菌的拮抗作用[ J ]. 植物病理学报, 2002, 32(2): 97-102.  
[ 8 ] 肖烨, 易图永, 魏林, 等. 木霉菌对几种植物病原菌的拮抗作用[ J ]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2007, 33(1): 72-75.  
[ 9 ] Hader Elad Y, Chet I, Henis Y. Biological control of Rhizoctonia solani damping-off with wheat bran culture of *Trichoderma harizianum*[ J ]. Phytopathology, 1979, 69: 64-68.  
[ 10 ] 解树涛, 宋晓妍, 陈彤彤, 等. 康宁木霉 SMF2 分生孢子及胞外代谢产物的急性毒理[ J ]. 农药, 2006, 45(6): 410-411.  
[ 11 ] 毛爱军, 柴敏, 于拴仓, 等. 番茄抗根结线虫接种鉴定技术及其应用[ J ]. 西北植物学报, 2005, 14(4): 140-144.  
[ 12 ] 赵世杰, 刘华山, 董新纯. 植物生理学实验指导[ M ]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 54-56.  
[ 13 ] 周春娜, 吴仕豪, 邵庆华, 等. 浅谈植物寄生线虫生物防治研究进展[ J ]. 中国植保导刊, 2004(8): 12-14.

# 绿色木霉制剂防治大白菜软腐病田间药效试验

胡明江, 邢光耀, 戴明勋, 张军华

(聊城大学 农学院 山东 聊城 252000)

**摘要:** 通过绿色木霉制剂穴施对大白菜软腐病的防治试验研究, 结果表明: 绿色木霉制剂对大白菜软腐病的防治效果不但明显且优于农用链霉素, 其持效期长, 其中以绿色木霉制剂 36 kg/hm<sup>2</sup> 的防效最好, 其次是绿色木霉制剂 24 kg/hm<sup>2</sup>。用绿色木霉制剂处理的大白菜不但软腐病的发病率低, 产量高, 使用绿色木霉制剂 36 kg/hm<sup>2</sup> 的增产率可达 63.33%, 而且其它病害的发病程度也明显降低。

**关键词:** 绿色木霉制剂; 农用链霉素; 大白菜软腐病

**中图分类号:** S 481<sup>+</sup>.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)07-0236-02

大白菜是我国种植的主要蔬菜之一, 由于长期连作, 大白菜软腐病已成为大白菜生产上的常发性病害, 且难以防治, 严重地制约了大白菜生产的发展和效益的提高。近年来防治软腐病多采用农用链霉素喷雾防治, 但其田间防效并不理想。在生物防治的领域, 木霉被看作是最有潜力的生防菌株, 可用来防治多种病害。为了明确木霉菌对细菌性病害的防治效果, 寻找防治大白菜软腐病的高效生物制剂, 于 2006 年 8~10 月, 进行绿色木霉制剂防治大白菜软腐病的试验研究, 现将结果报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在聊城大学实验田进行, 实验田地力均匀、管理一致, 土壤质地为沙壤土。供试大白菜为丰抗 70(山东登海种业西由种子分公司经销)。供试药剂: 活孢子

量为  $2 \times 10^8$  个/g 的绿色木霉制剂 DP(淄博微青农业新技术有限公司生产), 72% 的农用链霉素 SP(四川省简阳市惠农化工厂生产)。

### 1.2 试验方法

试验共设 5 个处理, 4 次重复, 共 20 个小区。小区随机区组排列, 小区面积为 60 m<sup>2</sup>, 株、行距分别为 18 cm、50 cm, 每 1 小区种植的总株数为 210 株。各小区采取五点取样法, 每点取样 20 株。于 8 月 1 日下午在育苗床育苗, 分别于 8 月 10 日、8 月 14 日各间苗 1 次, 并剔除弱苗和杂草, 8 月 24 日定植。将绿色木霉制剂 DP 与麦麸按 1:4 的比例混合均匀, 在大白菜移栽之前均匀地施在定植穴内; 用 72% 的农用链霉素 SP 4 000 倍液分别在移栽后 10、16、27 d 灌根防治 1 次, 每株灌药液 100 mL; 清水对照和绿色木霉制剂处理的小区也分别在移栽后 10、16、27 d 灌清水 100 mL。

在大白菜移栽定植后 25 d 即 9 月 17 日开始, 每隔 4 d 调查 1 次, 调查各处理的病株数, 并统计发病率(详见图 1), 并与清水对照比较计算每一处理的防治效果(详见图 2)。

## Primary Report of *Trichoderma koningii* Applied to Control Root-knot Nematode

FAN Ying-lun<sup>1</sup>, LV Shan-hua<sup>1</sup>, LI Shou-guo<sup>2</sup>, HU Ming-jiang<sup>1</sup>

(1. College of Agronomy, Liaocheng University, Liaocheng Shandong 252059, China; 2. Shandong Liuyi Fam, Qihe, Shandong 251109, China)

**Abstract:** *Trichoderma koningii* made in china was applied to control vegetable root-knot nematode. The results showed that *Trichoderma koningii* can obviously accelerate the growth of tomato. The number of root nodule of the nematodes inoculated tomatoes applied with *Trichoderma koningii* were obviously reduced than the nematodes inoculated tomatoes not applied with *Trichoderma koningii*. The root activity of nematodes inoculated tomatoes applied with *Trichoderma koningii* was clearly increased and the fruit time of tomato was also prolonged.

**Key words:** *Trichoderma koningii*; Root-knot nematode; Tomato; Biocontrol