

长枝木霉 TL16 菌株对南方根结线虫的防治效果

李 瑞¹, 李惠霞¹, 谢丙炎², 卢智琴¹, 罗 宁¹

(1. 甘肃农业大学 植物保护学院/甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室, 甘肃 兰州 730070;

2. 中国农业科学院 蔬菜花卉研究所, 农业部园艺作物生物学与种质创制重点实验室, 北京 100081)

摘要:为探明 TL16 菌株对南方根结线虫的防治效果, 先利用长枝木霉 TL16(*Trichoderma longibrachiatum*)孢子悬浮液测定对南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)卵和二龄幼虫的离体作用。进一步采用盆栽试验探讨 TL16 对黄瓜根结线虫病的防治效果。结果表明:长枝木霉菌株 TL16 孢子悬浮液抑制线虫卵的孵化(53.58%~69.05%), 其中, 处理后 9 d, 7.5×10^6 cfu/mL 的 TL16 孢子悬浮液对线虫卵孵化的抑制率最高(69.05%)。然而, 孢子悬浮液对二龄幼虫无明显的致死作用(0.96%~1.65%)。同时, 盆栽试验发现, 浓度为 7.5×10^6 cfu/mL 的 TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫的防效最佳(55.00%)。

关键词:长枝木霉; 南方根结线虫; 黄瓜; 防治效果

中图分类号:S432.4; S476 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2019)05-0082-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyyecp.2019.05.011

根结线虫(*Meloidogyne*)是一类植物寄生性线虫, 具有种类多、分布广、致病性强、繁殖及传播速度快的特性, 其寄主范围超过 5 500 种, 已成为设施农业生产中连作障碍及致病成灾的重要病原线虫之一^[1-2]。迄今, 已发现的根结线虫约有 100 多种, 其中爪哇根结线虫(*M. javanica*)、花生根结线虫(*M. arenaria*)、南方根结线虫(*M. incognita*)和北方根结线虫(*M. hapla*)是主要的世界性害虫, 以南方根结线虫(*M. incognita*)危害最为严重^[3]。随着设施蔬菜的迅速发展, 长期连茬栽培, 使得根结线虫病的危害日益严重。据联合国粮农组织(FAO)估计, 全世界每年由于植物寄生线虫病害造成的经济损失达 100 亿美元^[7-9], 在我国每年因根结线虫危害造成的损失达 4 亿美元^[10]。

根结线虫二龄幼虫孵化后, 受根系分泌物的吸引,

寻找寄主植物。二龄幼虫可侵染根部的所有部位, 进入根组织后形成稳定的取食位点, 诱导植物根系形成巨型细胞^[4], 严重影响植物对水分和养分等物质的吸收和利用^[5]。同时, 根结线虫侵入造成的伤口有利于土壤中其他病原物的侵入, 引起复合侵染, 进一步加重危害^[6]。根结线虫病的防治方法主要包括化学防治、农业防治、抗病品种的利用及生物防治等。化学杀线剂具有毒性高、降解慢, 对环境污染严重等缺点。培育抗病品种是防治根结线虫病最经济有效的措施, 但因致病性分化及抗病种质资源的缺乏, 限制了抗病育种的进程^[11]。生物防治因其具有清洁、高效的优点, 可以满足无公害蔬菜的生产要求, 是目前国内外线虫防治的重点和热点之一。越来越多的木霉(*Trichoderma*)菌株被开发成生防制剂广泛用于蔬菜根结线虫病的防治。木霉是一类分布广泛的土壤习居菌, 大量存在于植物根际及根表, 是防治植物寄生性线虫的重要生防资源^[12]。木霉菌可以寄生于根结线虫的卵, 其发酵液可以杀死根结线虫二龄幼虫, 减少根结数量。哈茨木霉菌 TRI2 在田间对黄瓜根结线虫的防治效果达到 72.20%, 与阿维菌素具有相似的防治效果^[17]。文献报道^[13-16], 长枝木霉菌(*T. longibrachiatum*)的多个

收稿日期:2019-03-08; **修回日期:**2019-06-10

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项(201503114);
甘肃省科技支撑计划(1604NKCA053-2)资助

作者简介:李瑞(1994-), 女, 甘肃会宁人, 在读硕士研究生。

E-mail: jinqian126@126.com

李惠霞为通讯作者。

E-mail: lihx@gsau.edu.cn

菌株如 T6, T05 和 T115D 对根结线虫具有较高的防治效果。张树武等^[16,18]研究报道,长枝木霉菌株 T6 分生孢子悬浮液对黄瓜根结的抑制率为 33.00%~79.00%。

受环境因素的影响,同一菌株在不同地区对线虫的防治效果并不稳定,且不同的菌株对不同线虫的寄生能力也不相同,因而每个菌株的应用范围受到了限制。为应对不同地区、不同线虫危害的问题,进一步挖掘防治根结线虫的木霉菌资源。试验利用长枝木霉菌株 TL16 孢子悬浮液测定对南方根结线虫卵和二龄幼虫寄生和抑制效果,通过盆栽试验测定 TL16 对黄瓜根结线虫病的防治效果,以期为新、高效的木霉菌杀线剂的开发及应用奠定理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试长枝木霉 TL16 菌株(*Trichoderma longibrachiatum*),由甘肃农业大学植物保护学院植物线虫学实验室分离,鉴定并保存。

南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)由中国农业科学院蔬菜花卉研究所病害组实验室分离鉴定,在茄门辣椒上扩繁。

供试黄瓜(*Cucumis sativus*)品种为中农 6 号,购自中蔬种业科技(北京)有限公司。

1.2 制备方法

1.2.1 长枝木霉 TL16 孢子悬浮液制备 将 TL16 在 PDA 平板上 25℃ 培养 7 d,向培养物中加一滴 Tween-80 和 5 mL 无菌水,反复冲洗,使分生孢子脱落,即得到分生孢子悬浮液原液。用血球计数板计算孢子浓度(3×10^7 cfu/mL),然后分别稀释为 1.5×10^7 、 7.5×10^6 、 3×10^6 、 1.5×10^6 cfu/mL,备用。

1.2.2 根结线虫卵悬浮液制备 待茄门辣椒上的根结线虫成熟后,用自来水清洗辣椒根部,挑取新鲜卵块,置于含 1.0% NaClO 的 5 mL 离心管中,涡旋震荡。在超净工作台内,用灭菌的 100 目(孔径 147 μm)网筛过滤,收集滤液,然后用 400 目(孔径 38 μm)网筛过滤,最后用无菌水将 400 目网筛上的卵冲洗至 2 mL 离心管中离心,制成 1 000 个卵/mL 的悬浮液^[19]。

1.2.3 根结线虫二龄幼虫收集 从辣椒根上挑取成熟卵块用 0.5% 的 NaClO 消毒 3~5 min,再用无菌水漂洗干净,将卵块置于滤网上,在直径 90 mm 培养皿

中加蒸馏水,于 28℃ 孵化,24 h 后从筛网下收集孵化的二龄幼虫,制成 1 000 条/mL 的线虫悬浮液备用。

1.2.4 长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对根结线虫卵及二龄幼虫的作用 该试验在灭菌的 96 孔细胞培养板,25℃ 进行,每个孔中加 50 μL 线虫(50 μL 卵)悬浮液,100 μL TL16 孢子悬浮液(7.5×10^6 、 3×10^6 、 1.5×10^6 cfu/mL),以 100 μL 无菌水为对照,处理和对照均重复 12 次,共 2 次生物学重复。分别在 24,48 和 72 h 观察线虫的死亡情况;3,6 和 9 d 观察卵孵化情况,计算二龄幼虫死亡率,卵孵化相对抑制率。

$$\text{二龄幼虫死亡率} = \frac{\text{线虫死亡数}}{\text{供试线虫总数}} \times 100\%$$

$$\text{相对抑制率} = \frac{\text{对照卵孵化数量} - \text{处理卵孵化数量}}{\text{对照卵孵化数量}} \times 100\%$$

1.2.5 长枝木霉 TL16 盆栽试验 将黄瓜种子依次用 70% 酒精和 5% 的 NaClO 各消毒 3 min 和 5 min,最后用无菌水洗干净,28℃ 催芽至露白后播种于育苗盘中,待黄瓜苗两叶期时在处理液中浸根 5 min 后移栽至体积约 300 mL 的塑料杯中,每杯含 80 g 灭菌土壤(基质与蛭石 3:1),移栽一株。试验设 5 个处理,分别是浓度为 3×10^7 、 1.5×10^7 、 7.5×10^6 、 3×10^6 、 1.5×10^6 cfu/mL TL16 孢子悬浮液以无菌水和 1.8% 的阿维菌素乳剂为对照。每处理 18 株,重复 3 次,共 2 次生物学重复。黄瓜移苗 7 d 后,在距根部 2 cm 处打 1 cm 深的小孔,接南方根结线虫二龄幼虫 500 条,40 d 后观察根部根结线虫病害症状,统计根结数,根据根结数量及大小记载病情级别,并计算根结指数(GI),评价防治效果。

根结线虫病的分级方法采用 Garabedian 和 Van Gundy(1983)^[20]的分级标准,0 级:根系健康,无根结;1 级:有极少量根结,占全根系的 1%~20%;2 级:有少量根结,占全根系的 21%~40%;3 级:根结数量中等,占全根系的 41%~60%;4 级:根结数量很多,占全根系的 61%~80%;5 级:根结数量极其多且大,占全根系的 81%~100%。

$$\text{根结指数} = \frac{\sum(\text{各级病株数} \times \text{相应级别数})}{(\text{调查总株数} \times \text{最高级值})}$$

$$\text{防治效果} = \frac{(\text{对照根结指数} - \text{处理根结指数})}{\text{对照根结指数}} \times 100\%$$

1.3 数据分析

采用 Excel 和 Word 2010 进行数据处理和表格绘制,采用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析,利用 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验($\alpha=0.05$)。表中数据为平均值±标准误。

2 结果与分析

2.1 长枝木霉 TL16 孢子悬浮液抑制线虫卵孵化

长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对根结线虫卵孵化具有明显的抑制作用(表 1)。其中,处理 3 d 时 CK 和 1.5×10^6 、 3×10^6 、 7.5×10^6 cfu/mL 孢子液中卵孵化

率分别为 8.57%、4.05%、4.29%、4.05%,6 d 时分别为 13.93%、6.07%、5.36%、5.24%,9 d 时分别为 21.55%、10.00%、10.83%、6.67%,各处理浓度卵孵化率与对照均存在显著差异。在第 9 d 时,浓度为 7.5×10^6 cfu/mL 的孢子悬浮液对根结线虫卵孵化的抑制率显著高于其他 2 个浓度,抑制率达 69.05%。同样在第 3、6 d 时, 7.5×10^6 cfu/mL 的浓度对卵孵化抑制率也略高于其他 2 个浓度,抑制率分别是 52.78%和 62.39%。试验表明, 7.5×10^6 cfu/mL 孢子液对根结线虫卵孵化抑制效果最佳。从处理时间分析,在第 6 d 时,各处理浓度的平均抑制率最高,达到 60.11%。

表 1 不同浓度 TL16 孢子悬浮液对南方根结线虫卵孵化的抑制作用

Table 1 Inhibitory effect of different concentrations of TL16 spore suspension on the incubation of *M. incognita* eggs

时间/d	处理/(cfu·mL ⁻¹)	孵出线虫数/个	孵化率%	相对抑制率%
3	CK	(4.28±0.59) ^a	8.57	—
	1.5×10^6	(2.03±0.35) ^b	4.05	52.78
	3×10^6	(2.15±0.42) ^b	4.29	50.00
	7.5×10^6	(2.03±3.50) ^b	4.05	52.78
6	CK	(6.97±0.70) ^a	13.93	—
	1.5×10^6	(3.04±0.40) ^b	6.07	56.41
	3×10^6	(2.68±0.41) ^b	5.36	61.54
	7.5×10^6	(2.62±0.38) ^b	5.24	62.39
9	CK	(10.78±1.38) ^a	21.55	—
	1.5×10^6	(5.00±0.66) ^b	10.00	53.58
	3×10^6	(5.42±0.95) ^b	10.83	49.71
	7.5×10^6	(3.34±0.72) ^c	6.67	69.05

注:数据为平均值±标准误;同列数据后不同小写字母表示菌株间差异显著($P<0.05$),下同

2.2 长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对根结线虫二龄幼虫的致死作用

试验结果表明,长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对南方根结线虫二龄幼虫无致死作用(表 2)。在处理 24、48 h,TL16 孢子悬浮液对根结线虫的致死作用与对照之间无显著差异,在 72 h,TL16 与 CK 之间略有差异,致死率为 1.65%。

2.3 长枝木霉 TL16 对黄瓜根结线虫盆栽防治效果

TL16 孢子悬浮液能够显著降低黄瓜根结指数,不同浓度处理间存在显著差异,防治效果随着浓度的增大呈先增后减趋势(表 3)。当浓度为 7.5×10^6 cfu/mL 时,对线虫的防治效果最佳,根结指数为 31.78%,防治效果达 55.00%,其次是 1.5×10^7

cfu/mL,根结指数和防治效果分别为 35.33%和 50.00%,与阿维菌素的防治效果均无显著差异。试验结果表明,长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫具有与阿维菌素相似的防治效果,可有效的防治根结线虫(图 1)。

表 2 TL16 孢子悬浮液对南方根结线虫的致死作用

Table 2 Lethal effect of TL16 spore suspension on *M. incognita*

处理	致死率/%		
	24 h	48 h	72 h
CK	(0.57±0.07) ^a	(0.91±0.08) ^a	(0.96±0.04) ^a
TL16	(0.79±0.04) ^a	(1.42±0.18) ^a	(1.65±0.05) ^b

表 3 不同浓度 TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫的防治作用

Table 3 Control effects of different concentrations of TL16 spore suspension on *M. incognita* cucumber

处理/(cfu · mL ⁻¹)	根结指数/%	防治效果/%
CK	(71.11±4.44) ^a	—
阿维菌素/噻唑膦	(26.05±1.75) ^b	(63.07±2.40) ^a
3×10 ⁷	(46.67±3.85) ^c	(34.45±2.94) ^b
1.5×10 ⁷	(35.33±2.91) ^{de}	(50.00±5.00) ^{ac}
7.5×10 ⁶	(31.78±0.97) ^{bd}	(55.00±2.89) ^a
3×10 ⁶	(42.44±1.24) ^{ce}	(40.00±2.89) ^{bc}
1.5×10 ⁶	(50.67±3.91) ^c	(27.61±9.33) ^b

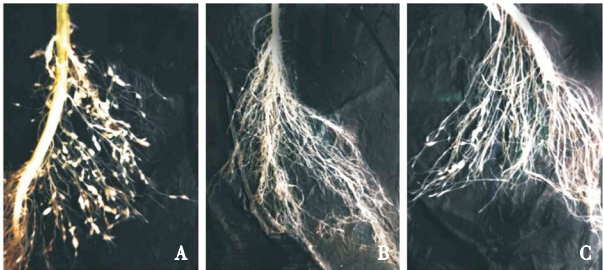


图 1 TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫的防治作用

Fig. 1 Control effects of TL16 spore suspension on *M. incognita* cucumber

A. 对照; B. 1.8%阿维菌素; C. 7.5×10⁶孢子悬浮处理

3 讨论

根结线虫是农作物的重要病原物之一,近年来随着全球气候变暖和作物复种指数的不断提高,根结线虫对作物的危害愈来愈严重^[23]。木霉作为一种重要的生防菌,在防治植物寄生性线虫方面具有巨大的价值和应用前景。试验从孢子悬浮液对南方根结线虫卵和二龄幼虫的离体试验和温室盆栽 2 个方面测定了长枝木霉菌株 TL16 对根结线虫的防治效果,发现 TL16 孢子悬浮液对线虫卵孵化具有较强的抑制作用,但对二龄幼虫没有致死作用。在盆栽试验中,浓度为 7.5×10⁶ cfu/mL 的孢子悬浮液的防治效果较佳,其作用与阿维菌素基本相当。试验结果可为根结线虫生防菌的应用以及木霉生物制剂的开发利用提供依据。

目前有关木霉的生防机理主要表现在抗生、竞争、重寄生和诱导抗性等方面^[27]。木霉产生的 Peptai-

bols,可抑制多种病原菌,如 11 残基,14 残基和 18 残基的 Peptaibols 可抑制番茄早疫病,水稻纹枯病及辣椒疫霉病等^[28]。有研究报道,绿色木霉中含有蔗糖水解反应的胞内转运酶,可以跟病原菌竞争植物分泌的碳水化合物^[29]。哈茨木霉可诱导菜豆对灰霉病和炭疽病产生抗性^[30],还可以产生几丁质酶抑制根结线虫卵的孵化^[31]。张树武等^[22]研究发现长枝木霉分生孢子悬浮液对小麦禾谷孢囊线虫二龄幼虫具有较强的致死和寄生作用。

试验结果表明,长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对根结线虫二龄幼虫无致死作用,这与张树武等^[22]研究发现长枝木霉分生孢子悬浮液对小麦禾谷孢囊线虫二龄幼虫具有较强的致死和寄生作用不同,可能是受不同菌株致病性强弱、线虫种类和植物种类及其对气候的适应性等因素的影响^[23],但其孢子悬浮液对根结线虫卵孵化具有明显的抑制作用,这与 Windham 等^[31]研究结果相似。盆栽试验中 TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫表现出较好的防效,防治效果随着孢子浓度增大呈先增后减的趋势。当孢子浓度为 7.5×10⁶ cfu/mL 时防效最佳,可能是 TL16 的大量繁殖与植株形成竞争关系,从植株和土壤中汲取生长所需营养物质,占据植株的生长空间,使得植株抗性降低。推测 TL16 除抑制卵孵化外,还可能诱导植株产生抗性,另外,TL16 菌株能否对植株起到促生作用,这些都有待进一步的研究。

4 结论

长枝木霉 TL16 孢子悬浮液对南方根结线虫卵孵化具有较明显的抑制作用,处理 9 d,浓度为 7.5×10⁶ cfu/mL 悬浮液抑制率为 69.05%。同时在盆栽试验中,TL16 孢子悬浮液对黄瓜根结线虫的防治效果随着孢子浓度增大呈先增后减的趋势,浓度为 7.5×10⁶ cfu/mL 时防效最佳,为 55.00%。

参考文献:

[1] Jaouannet M,Perfus-Barbeoch L,Deleury E,et al. A root-knot nematode-secreted protein is injected into giant cells and targeted to the nuclei[J]. New Phytologist,2012,194 (4):924—931.

[2] Yeates G W. Effect of plants on nematode community

- structure[J]. Annual Review of Phytopathology, 1999, 37:127—149.
- [3] Sasser J N. Pathogenicity, host range and variability in *Meloidogyne* spp[M] // Lamberti F, Taylor C E. Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.); Systematic, Biology and Control. London: Academic Press, 1979: 257—268.
- [4] Orion D, Kritzman G. Antimicrobial activity of *Meloidogyne javanica* gelatinous matrix[J]. Revue De Nematologie, 1991:14—19.
- [5] 杨宝君. 15 种根结线虫病害的病原鉴定[J]. 植物病理学报, 1984, 14(2):107—112.
- [6] Kim J I, Choi D R. Influence of plant parasite nematode in occurrence of Phytophthora blight on hot pepper and sesame[J]. Research Reports of the Rural Development Administration, 1989, 31(1):27—30.
- [7] Bird D M, Kaloshina I. Are roots special Nematodes have their say[J]. Physiology and Molecular Plant Pathology, 2003, 62:115—123.
- [8] Jones J, Gheysen G, Fenoll C. Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions [M]. London: Springer, 2011, 21—44.
- [9] Jones J T, Haegeman A, Danchin E G J, *et al.* Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology [J]. Molecular Plant Pathology, 2013, 14(9):946—961.
- [10] Kano S, Kurita T, Kanematsu S, *et al.* Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation of the violet root-rot fungus, *Helicobasidium mompa*, and the effect of activated carbon[J]. Mycoscience, 2011, 52(1):24—30.
- [11] 马爱瑛, 张靠稳, 马岩. 根结线虫的生物防治[J]. 河北农业科学, 2008, 12(2):60—62.
- [12] 徐同, 钟静萍, 李德葆. 木霉对土传病原真菌的拮抗作用[J]. 植物病理学报, 1993, 23(1):63—67.
- [13] Sharon E, Bar-Eyal M, Chet I, *et al.* Biological Control of the Root-knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*[J]. Phytopathology, 2001, 91(7):687—693.
- [14] Goswami J, Pandey R K, Tewari J P, *et al.* Management of root-knot nematode on tomato through application of fungal antagonists, *Acremonium strictum* and *Trichoderma harzianum*[J]. Journal of Environmental Science and Health Part B, 2008, 43(3):237—240.
- [15] 刘霆, 王莉, 段玉玺, 等. 绿色木霉对北方根结线虫的作用[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4):566—569.
- [16] 张树武, 徐秉良, 薛应钰, 等. 长枝木霉对南方根结线虫致死和寄生作用的显微观察及测定[J]. 植物保护, 2013, 39(4):46—51.
- [17] 马金慧, 朱萍萍, 茆振川, 等. 哈茨木霉菌株 TRI2 的鉴定及其对黄瓜根结线虫的防治作用[J]. 中国农学通报, 2014, 30(22):263—269.
- [18] 张树武, 徐秉良, 薛应钰, 等. 长枝木霉 T6 菌株对黄瓜南方根结线虫的防治及其根际定殖作用[J]. 应用生态学报, 2016, 27(1):250—254.
- [19] 陈国康, 陆曦诚, 肖崇刚, 等. 木霉菌株 TSP-1 对烟草根结线虫卵的寄生性试验[J]. 烟草科技, 2011, 42(6):80—82.
- [20] Garabedian S, VanGundy S D. Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* On tomatoes[J]. Journal of Nematology, 1983, 15(4):503—510.
- [21] 高学彪, 邓穗儿, 周慧娟, 等. 淡紫拟青霉 MCWA18 菌株对南方根结线虫的寄生和防治作用[J]. 中国生物防治, 1988, 14(4):163—166.
- [22] 张树武, 徐秉良, 薛应钰, 等. 长枝木霉对小麦禾谷孢囊线虫的致死作用[J]. 应用生态学报, 2014, 25(7):2093—2098.
- [23] Harman G E. Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22 [J]. Plant Disease, 2007, 84(4):377—393.
- [24] Harman G E, Howell C R, Viterbo A, *et al.* *Trichoderma* spp. opportunistic avirulent plant symbionts[J]. Nature Microbiology Reviews, 2004, 2:43—56.
- [25] Cayrol J C, Dijan C, Pijarowski L. Study of the nematophagous fungus *Paecilomyces lilacinus* [J]. Revue de Nematologie, 1989, 12(4):331—336.
- [26] Morgan J G, White J F, Rodriguez K R. Phytonematode pathology ultrastructural studies, parasitism of *Meloidogyne arenaria* eggs by *Verticillium chlamydosporium*[J]. Nematropica, 1983, 13(2):245—260.
- [27] Rubio M B, Quijadrá N M, Perez E, *et al.* Identifying beneficial qualities of *Trichoderma parareesei* for plants[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2014, 80(6):1864—1873.
- [28] Velazquezrobledo R, Contrerascornejo H A, Macíasro-

- driguez L, *et al.* Role of the 4-phosphopantetheinyl transferase of *Trichoderma virens* in secondary metabolism and induction of plant defense responses[J]. *Mol Plant Microbe Interact*, 2011, 24(12): 1459—1471.
- [29] Vargas W A, Mandawe J C, Kenerley C M. Plant-derived sucrose is a key element in the symbiotic association between *Trichoderma virens* and maize plants[J]. *Plant Physiology* 2009, 151: 792—808.
- [30] Bigirimana J, Meyer G D, Poppe J, *et al.* Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum*[J]. *Mededelingen Van De Faculteit Landbouwkundige En Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 1997, 116(736): 317—328.
- [31] Chet I, Baker R. Isolation and biocontrol potential of *Trichoderma hamatum* from soil naturally suppressive of *Rhizoctonia solani*[J]. *Phytopathology*, 1981, 71: 286—290.

Control effect of strain TL16 on *Meloidogyne incognita* in vitro and by pot experiment

LI Rui¹, LI Hui-xia¹, XIE Bing-yan², LU Zhi-qin¹, LUO Ning¹

(1. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University/Biocontrol Engineering Laboratory of Crop Diseases and Pests of Gansu Province, Lanzhou 730070, China; 2. Institute of Vegetables and Flowers Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of the Ministry of Agriculture on Genetic Improvement for Vegetable Germplasm, Beijing 100081, China)

Abstract: In order to detect the control effect of strain TL16 (*Trichoderma longibrachiatum*) on *Meloidogyne incognita*, the spore suspensions of TL16 were used to measure its effects on eggs of *M. incognita* and 2nd-stage juveniles in vitro. And the pot experiment was conducted to explore the control effect of TL16 on cucumber root-knot nematode disease. The results showed that the spore suspension of TL16 inhibited the hatching of nematode eggs (53.58% to 69.05%), and the inhibition rate of TL16 spore suspension with 7.5×10^6 cfu/mL on the hatching of nematode eggs was the highest (69.05%) after treated for 9 days. However, the spore suspension had no significant lethal effect on 2nd-stage juveniles (0.96% to 1.65%). At the same time, the pot experiment showed that TL16 spores with 7.5×10^6 cfu/mL showed the highest control effect on nematodes (55.00%).

Key words: *Trichoderma longibrachiatum*; *Meloidogyne incognita*; cucumber; control effect