

茄子黄萎病拮抗生防木霉菌的筛选

唐 琳¹, 赵 辉²

(1. 洛阳师范学院 生命科学系, 河南 洛阳 471023; 2. 河南省农业科学院 植物保护研究所, 河南 郑州 450000)

摘 要:从分离自洛阳市偃师白马寺佃庄镇茄子生产基地根际土壤中的 64 株木霉菌中, 选取了 11 株 7 种不同种的木霉菌, 利用平皿对峙法、含毒介质法和室内盆栽等方法进行了茄子黄萎病菌的抑菌试验和室内防效筛选。结果表明: 木霉菌对茄子黄萎病具有较好的防治效果, 供试木霉菌菌株中有 7 株菌株对茄子黄萎病的防效显著优于多菌灵, 分别为菌株 T16、T12、T10、T19、T18、T9 和 T23, 其中木霉菌菌株 T16 和 T12 防效最好, 相对防效为 76.97% 和 71.21%, 具有一定的生防价值。

关键词:茄子黄萎病; 木霉菌; 生物防治

中图分类号: S 436.411 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2011)16-0060-03

茄子是一种收益好、用途广、经济价值高的蔬菜作物, 在全国范围内广泛种植, 在蔬菜生产中占重要位置^[1]。随着茄子生产的规模化、产业化、专业化, 保护地茄子黄萎病菌(*Verticillium dahliae* Kleb.) 在土壤中不断地积累, 导致茄子黄萎病成为茄子生产上的三大病害之一, 使连作障碍逐渐加重^[2-3], 每年由茄子黄萎病导致的损失达 20%~30%, 严重时损失达 60% 以上, 甚至有些地块近乎绝收^[3]。目前国内外对茄子黄萎病的防治主要是通过嫁接野生茄子^[4-6] 和药剂灌根^[5,7], 但嫁接的防治成本高, 而化学药剂防治易引起病原菌的抗药性, 并且农药残留及环境污染严重。木霉菌(*Trichoderma* spp.) 属于半知菌亚门丝孢纲从梗孢目丛梗孢科真菌, 广泛存在于土壤、植物根际、种子表面等生态环境中, 是一类具有重要生防价值的真菌, 其生防效果已得到证实^[8-10]。目前, 利用木霉菌防治茄子黄萎病的研究报道较少, 现从土壤中分离木霉菌, 通过对峙培养法和含毒介质法等对茄子黄萎病菌的抑制率的测定, 以期初步筛选出对茄子黄萎病具有较好拮抗作用的木霉菌菌株, 为茄子黄萎病生防制剂的开发奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

病原菌大丽轮枝菌(*Verticillium dahliae*) 分离自洛阳市偃师白马寺佃庄镇茄子生产基地黄萎病症状典型的茄子病株。从中选取了 11 株 7 种不同种的木霉菌(分离自洛阳市偃师白马寺佃庄镇茄子生产基地根际土壤中) 作为供试木霉菌菌株(表 1)。根据 Rifai^[11] 和 Bissett^[12] 分类系统对各木霉菌菌株进行形态鉴定。

第一作者简介: 唐琳(1981-), 女, 硕士, 助教, 现从事生物防治研究工作。E-mail: tanglin869@163.com。

收稿日期: 2011-05-24

表 1 供试木霉菌

菌株	种类	菌株	种类
T2	<i>T. austrokonigii</i>	T16	<i>T. viride</i>
T9	<i>T. konigii</i>	T17	<i>T. intricatum</i>
T10	<i>T. intricatum</i>	T18	<i>T. oxalisporum</i>
T12	<i>T. rogersonii</i>	T19	<i>T. rogersonii</i>
T13	<i>T. rogersonii</i>	T23	<i>T. konigii</i>
T15	<i>T. harzianum</i>		

1.2 试验方法

1.2.1 活菌对峙筛选 活菌对峙筛选采用平皿对峙法, 参照文献^[13-16] 方法, 略有改动。对峙培养 10 d 后测量 2 个接种点连线上病原菌的菌落半径, 以对照为基础, 计算抑制率, 计算公式如下: 菌落半径(mm) = 测量菌落半径平均值 - 5.0; 抑制率(%) = (对照菌落半径 - 处理菌落半径) / 对照菌落半径 × 100。

1.2.2 木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌活性 木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌活性采用含毒介质法^[17], 5 d 后观察抑菌圈, 并测量半径, 计算抑菌率, 计算公式同对峙试验。木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌孢子萌发抑制试验采用孢子萌发法^[18], 12 h 后统计茄子黄萎病菌孢子萌发情况, 以清水处理做对照, 3 次重复, 计算孢子萌发抑制率。孢子萌发抑制率(%) = (对照孢子萌发率 - 处理孢子萌发率) × 100。

1.2.3 室内防效 选取栽于重茬病菌土二叶期的茄子幼苗(每盆 1 株), 用初筛拮抗细菌的 400 倍的发酵液(含菌体)对茄子苗进行灌根处理, 每盆 150 mL, 每处理 20 盆, 3 次重复, 以 50% 多菌灵可湿性粉 500 倍和清水灌根为对照。20 d 后(六叶期)观察成活株数及发病程度, 计算相对防效。茄子黄萎病情分级标准: 0 级, 无病株, 叶片无症状; 1 级, 全株黄化萎蔫叶片少于 1/4; 2 级, 全株黄化萎蔫叶片占 1/4~2/4; 3 级, 全株黄化萎蔫叶片占 2/4~3/4; 4 级, 全株黄化萎蔫叶片达到 3/4 以上, 至全部萎蔫枯死^[19]。病情指数(%) = $\sum(\text{级数} \times \text{株数}) / (\text{最高级数} \times \text{总株数}) \times 100$; 相对防

效(%)=[(对照区病情指数-处理区病情指数)/对照区病情指数]×100。

2 结果与分析

2.1 木霉菌活菌对茄子黄萎病菌的抑菌效果

木霉菌对茄子黄萎病菌的平皿对峙试验结果(表2)表明,在对峙培养中,各木霉菌菌株对茄子黄萎病菌均具有较好的抑制作用,抑菌率在 62.25%~74.5%。方差分析表明,木霉菌 T12、T18、T19、T16、T9、T13 的抑菌率显著高于其它菌株,其中木霉菌菌株 T12 和 T18 抑菌率最高,分别为 74.5%和 74%。

表 2 木霉菌活菌对茄子黄萎病菌的抑菌效果

处理	菌落半径/mm	抑菌率/%	处理	菌落半径/mm	抑菌率/%
T12	10.2	74.50 aA	T10	12.5	68.75 bBC
T18	10.4	74.00 aA	T15	13.1	67.25 bC
T19	10.5	73.75 aAB	T23	13.5	66.25 bCD
T16	11.0	72.50 aAB	T17	13.9	65.25 bCD
T9	11.0	72.50 aAB	T2	15.1	62.25 cD
T13	11.0	72.50 aAB	CK	40.0	—

2.2 木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌活性

含毒介质法测定各木霉菌菌株代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌效果见表 3。各木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌活性存在差异,其中木霉菌 T10 代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌效果最好,抑菌效果显著优于其它菌株,抑菌率达 62.75%;其次为木霉菌 T13、T23、T16、T9、T19 和 T12,抑菌率在 50.5%~57.75%;而木霉菌 T15、T2 和 T18 代谢产物抑菌效果较差。木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌孢子萌发的影响结果(表 4)表明,各木霉菌菌株代谢产物对茄子黄萎病菌的孢子萌发抑制率差别较大,其中 T23 代谢产物对黄萎病菌孢子萌发抑制率为 26.33%,显著高于其它木霉菌,而木霉菌菌株 T17 对黄萎病菌孢子萌发抑制率最低,为 7.67%。

表 3 木霉菌代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌活性

处理	菌落半径/mm	抑菌率/%	处理	菌落半径/mm	抑菌率/%
T10	14.9	62.75 aA	T12	19.8	50.50 cC
T13	16.9	57.75 bB	T15	24.9	37.75 dD
T23	16.9	57.75 bB	T2	24.9	37.75 dD
T16	17.0	57.50 bB	T18	28.0	30.00 eE
T9	19.8	50.50 cC	T17	29.4	26.50 fE
T19	19.8	50.50 cC	CK	40.0	—

表 4 木霉菌发酵液对茄子黄萎病菌孢子萌发的抑制率

菌株	抑制率/%	菌株	抑制率/%
T23	26.33 aA	T15	16.00 dCDE
T10	22.00 bB	T16	15.67 dE
T13	20.00 bcBC	T18	13.33 eE
T9	20.00 bcBC	T19	13.00 eE
T2	18.00 cdBCD	T17	7.67 fF
T12	18.00 cdBCD	CK	0.00 gG

2.3 室内防效

各木霉菌菌株对茄子黄萎病的室内防效结果(表 5)表明,各木霉菌对茄子黄萎病的相对防效在 45.49%~76.97%之间,其中菌株 T16 防治效果显著优于其它木霉菌株和多菌灵处理,相对防效为 76.97%;其次为 T12,相对防效为 71.21%。菌株 T17 和 T2 防效最差,

相对防效均低于多菌灵处理。

表 5 拮抗木霉菌室内防效试验结果

处理	病情指数/%	相对防效/%	处理	病情指数/%	相对防效/%
T16	12.0	76.97aA	T13	24.5	52.98gF
T12	15.0	71.21bB	T15	25.0	52.02eF
T10	16.5	68.33cC	T17	27.1	47.98fG
T19	18.0	65.45dD	T2	28.4	45.49fG
T18	19.0	63.53eD	多菌灵	24.8	51.80eF
T9	22.0	57.77fE	CK	52.1	—
T23	21.0	59.69fE			

3 结论与讨论

对峙培养、代谢产物抑菌活性试验和室内防效结果表明,木霉菌对茄子黄萎病具有较好的防治效果。供试木霉菌菌株中有 7 株菌株对茄子黄萎病的防效显著优于多菌灵,分别为菌株 T16、T12、T10、T19、T18、T9 和 T23,其中菌株 T16 和 T12 防效最好,相对防效为 76.97%和 71.21%,具有一定的生防价值。另外试验还发现,不同木霉菌菌株对茄子黄萎病菌的生防机理不同,这与高智谋等^[20] 研究报道一致,如木霉菌菌株 T12(*T. rogersonii*)和 T18(*T. ovalisporum*)对峙抑菌结果较好,而菌株 T10(*T. intricatum*)代谢产物对茄子黄萎病菌的抑菌效果较好,菌株 T23(*T. koningii*)对黄萎病菌孢子萌发的抑制效果较好。

结果表明,木霉菌对茄子黄萎病的抑菌结果与室内防效结果存在差异,如绿色木霉 *T. viride* 菌株 T16 抑菌试验均不是最显著的,但防效却显著优于其它菌株;另外,不同木霉菌种类对茄子黄萎病的抑菌结果与室内防效结果存在差异,且这种差异与木霉菌种类没有相关性,这与孟娜等^[21] 研究报道一致,如 *T. rogersonii* 木霉 T12、T13、T19,相对防效分别为 71.21%、52.98%和 65.45%; *T. intricatum* 木霉 T10 和 T17,相对防效分别为 68.33%和 47.98%,这可能与木霉菌间的生防机理不同有关,还需进一步深入研究。

参考文献

[1] 王芳. 茄子连作障碍机理研究[D]. 北京:中国农业大学,2003.
[2] 朱国仁,张松林,翁祖信. 主要蔬菜病虫害综合防治实用技术[M]. 北京:农业出版社,1990.
[3] 李怀芳,刘凤权,郭小密. 园艺植物病理学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2001.
[4] 张书臣,王成云. 茄子黄萎病的综合防治[J]. 吉林蔬菜,2007(2): 33-34.
[5] 张辉,梁继农,马国斌. 茄子黄萎病的发生与综合防治[J]. 中国蔬菜,2006(2):55.
[6] Bletsos F A. Grafting and calcium cyanamide as alternatives to methyl bromide for greenhouse eggplant production [J]. Scientia Horticulturae,2006, 107(4):325-331.
[7] 张振林,宋德武. 茄子黄萎病的防治技术[J]. 农村实用科技信息, 2008(5):44.
[8] 杨合同,唐文华,Ryder M. 木霉菌与植物病害的生物防治[J]. 山东科学,1999,12(14):7-15.
[9] Elat Y, Kapat A. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea* [J]. European Journal of Plant Pathology, 1999, 105:177-189.
[10] 庄敬华,高增贵,杨长城,等. 绿色木霉菌 T23 对黄瓜枯萎病防治效果及其几种防御酶活性的影响[J]. 植物病理学报,2005,35(2): 179-183.

番茄育苗基质多目标营养施肥优化模型研究

徐琼华¹, 岳艳玲², 师进霖¹

(1. 玉溪农业职业技术学院, 云南 玉溪 653100; 2. 云南农业大学 园林园艺学院, 云南 昆明 650201)

摘要: 试验从理论上建立了番茄育苗基质多目标营养施肥系统模型, 依据番茄壮苗标准, 在肥料效应函数模型的基础上, 应用最优化方法中的数学规划理论建立的番茄育苗基质多目标营养施肥优化分析模型。结果表明: 该系统模型全面地解决了番茄育苗基质的多目标营养施肥问题, 运用该模型进行优化分析, 可满足番茄壮苗标准且使干重最大的营养施肥优化模型为: N 1.432 g/盘, P₂O₅ 3.030 g/盘, K₂O 1.259 g/盘。

关键词: 番茄育苗; 多目标施肥; 系统模型; 优化分析

中图分类号: S 641.206⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2011)16-0062-04

番茄基质育苗 N、P、K 肥施用量是以壮苗为目标的, 而番茄幼苗的壮苗标准是由多项指标决定的, 该试验以番茄幼苗基质的多目标营养施肥问题为突破口, 开展多目标营养施肥研究工作。应用数学规划理论建立系统模型, 通过优化分析, 可确定出番茄育苗基质 N、

P、K 肥最佳推荐施肥量。这一系统模型全面地解决了番茄育苗基质的多目标营养施肥问题, 为番茄育苗生产的科学化、标准化、规范化及工厂化提供了技术支持。

1 理论与模型研究

1.1 番茄幼苗的壮苗标准

番茄幼苗的壮苗指标及其量化标准见表 1。叶绿素含量(mg/g): 用丙酮提取, 分光光度计测定; 叶面积(cm²): 每株幼苗所有叶片的叶面积; 株高(cm): 幼苗地上部分平均高度; 根体积(cm³): 每株幼苗根系的

第一作者简介: 徐琼华(1975-), 女, 硕士, 讲师, 现主要从事农学及设施园艺等教学与科研工作。E-mail: yxsgx@tom.com。

基金项目: 玉溪农业职业技术学院院级科研资助项目(2007xy06)。

收稿日期: 2011-05-20

[11] Rihi M A. A revision of the genus *Trichoderma* [J]. Mycol Papers, 1969, 116: 1-56.

[12] Gams W, Bissett J. Morphology and identification of *Trichoderma* [C]// Kubicek C, Harman G. *Trichoderma and Gliocladium*. Pennsylvania: Taylor & Francis Incorporated, 1998: 3-34.

[13] Bell D K, Wens H D, Malkham C R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against fungal pathogens [J]. Phytopath, 1982, 72: 379-382.

[14] 王文祥, 丁杏苞. 月腺大戟根中的乙酰间苯三酚类衍生物 [J]. 药理学报, 1999, 34(7): 514-517.

[15] 孟昭礼, 罗兰, 尚坚, 等. 人工模拟杀菌剂银泰对 10 种植物病原菌的室内生物测定 [J]. 莱阳农学院学报, 1999, 16(2): 124-126.

[16] 孟娜, 周守标, 蒋继宏. 月腺大戟 (*Euphorbia ebracteolata*) 根部提取抑菌作用的测定 [J]. 生物学杂志, 2005(22): 15-17.

[17] 全鑫, 薛保国, 杨丽荣, 等. 生防菌株 YB-81 的鉴定及其对番茄灰霉病的防效 [J]. 植物保护, 2010, 36(5): 57-60.

[18] 黄后琚, 韦春洪, 韦勇. 康地蕾得细粒剂防治番茄青枯病试验 [J]. 广西植保, 2005, 18(4): 5.

[19] 刘娜, 周宝利, 李铁修, 等. 化感物质己二酸二异丁酯对茄子黄萎病及幼苗生长的效应 [J]. 园艺学报, 2009, 36(7): 1065-1070.

[20] 高智谋, 曹君, 潘月敏, 等. 哈茨木霉 TH-1 对棉花枯萎病菌和黄萎病菌的拮抗机制研究 [J]. 棉花学报, 2007, 19(3): 168-172.

[21] 孟娜, 汤斌, 黄晓东, 等. 4 种木霉菌对棉花黄萎病菌抑制作用的测定 [J]. 生物学杂志, 2007, 24(4): 59-61.

Selection of Biocontrol *Trichoderma* Strains for Controlling Eggplant *Verticillium* Wilt

TANG Lin¹, ZHAO Hui²

(1. Department College of Life Science, Luoyang Normal University, Luoyang, Henan 471023; 2. Plant Protection Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: Eleven strains of seven different species of *Trichoderma* which were isolated from the rhizosphere soil of eggplant production base in the White Horse Temple of Luoyang City were carried on inhibitory control effect test and the indoor screening by antagonistic experiments etc. The results showed that *Trichoderma* had good control effect on *Verticillium* Wilt of eggplant. The control efficacy of seven *Trichoderma* strains was significantly better than carbendazim. They were T16, T12, T10, T19, T18, T9 and T23 strains. The control efficacies of T16 and T12 were the best. And relative control effects were 76.97% and 71.21%. They had a certain value.

Key words: eggplant *Verticillium* Wilt; *Trichoderma*; biological control