

王 艳,刘 琴,黄金金,等.内生放线菌 SR-1102 对蔬菜立枯病的防效及其促生作用[J].江苏农业科学,2020,48(7):123-126.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.07.023

# 内生放线菌 SR-1102 对蔬菜立枯病的防效及其促生作用

王 艳<sup>1</sup>,刘 琴<sup>1</sup>,黄金金<sup>2</sup>,徐 健<sup>1</sup>,祁建杭<sup>1</sup>,徐 彬<sup>1</sup>,韩光杰<sup>1</sup>,李传明<sup>1</sup>

(1.江苏里下河地区农业科学研究所,江苏扬州 225007;2.江苏省海门市农业农村局,江苏海门 226100)

**摘要:**试验分析内生放线菌 SR-1102 对番茄、辣椒立枯病的防治效果及其促生增产作用。结果表明,内生放线菌 SR-1102 能有效防治蔬菜立枯病,包衣、蘸根、灌根处理蔬菜种子或幼苗,对立枯病的防效在 66.81%~83.65% 之间,其中包衣处理防效最高。内生放线菌 SR-1102 对辣椒、处理后番茄发芽无抑制作用,同时能促进蔬菜生长、增加产量,处理后番茄、辣椒增产率分别为 10.10%~14.61%、7.67%~13.53%。多地田间试验表明,SR-1102 种子包衣对番茄、辣椒立枯病的防治效果分别为 76.67%~80.08%、77.81%~81.36%,因此可以应用内生放线菌 SR-1102 防治蔬菜立枯病的危害。

**关键词:**内生放线菌;蔬菜立枯病;促生作用;增产防效;生物农药

**中图分类号:** S436.3;S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)07-0123-04

蔬菜立枯病是由立枯丝核菌(*Rizoctonia solani*)侵染引起的一种重要苗期土传病害,危害番茄、辣椒、黄瓜等多种蔬菜,可引起幼苗生长迟缓或迅速死亡。近年来,随着设施蔬菜种植面积的扩大、复种指数的提高,蔬菜土传立枯病的发生和危害日益加重,一般田块死株率为 15%~20%,严重时高达 70% 以上<sup>[1]</sup>,常造成毁种重播,严重制约了蔬菜产业发展。目前蔬菜立枯病的防治一般采用噁霉灵、代森锌、五氯硝基苯等化学农药,但长期应用大量

的化学农药带来了农药残留风险加大、病害抗性增强、土壤微生物类群恶化等诸多问题<sup>[2]</sup>。

生物农药具有高效、低毒、环境兼容性好等特点,利用微生物或次生代谢产物防治蔬菜病害是理想的生防途径之一,对农业可持续发展具有重大意义<sup>[3]</sup>。国内外已有研究表明,木霉(*Trichoderma* spp.)菌株对立枯病具有防治作用<sup>[4-6]</sup>。黄新琦等运用荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)防治黄瓜和水稻立枯病,且取得了很好的效果<sup>[7-8]</sup>。轮枝孢菌、芽孢杆菌等对立枯病菌也有一定防效<sup>[9]</sup>。植物内生放线菌娄彻氏链霉菌(*Streptomyces rochei*)是放线菌的重要类群,在番茄、辣椒、印楝、水稻等多种植物组织内被分离获得<sup>[10]</sup>。江苏里下河地区农业科学研究所自番茄根茎中分离获得了娄彻氏链霉菌 SR-1102 菌株,该菌株对黄瓜枯萎病菌、茄子黄萎病菌、番茄灰霉病菌等多种靶标真菌具有拮抗活性<sup>[11]</sup>。本研究利用分离筛选到的内生放线菌

收稿日期:2019-02-03

基金项目:江苏省重点研发计划(编号:BE2017339、BE2018361);扬州市重点研发计划(编号:YZ2017043、YZ2017092、YZ2018063);扬州市高效农业项目(编号:2018GXNY003)。

作者简介:王 艳(1979—),女,江苏高邮人,助理研究员,主要从事农作物病虫害生物防治技术研究。Tel:(0514)87302019;E-mail:52602128@qq.com。

通信作者:刘 琴,硕士,研究员,主要从事生物农药开发和应用研究。Tel:(0514)87302019;E-mail:bio-lq@126.com。

[18]邢光耀,杜学林.不同玉米品种对小斑病和弯孢霉叶斑病的抗病性分析[J].西北农业学报,2006,15(1):75-78.

[19]宋迎波,王建林,杨霖云.粮食安全气象服务[M].北京:气象出版社,2006:89.

[20]严吉明,叶华智,金庆超,等.温度对玉米纹枯病菌生长与发病的影响[J].中国植保导刊,2005,25(6):7-9.

[21]李静秋,李 红,叶心敏,等.玉米螟化蛹与气象条件关系的分析[J].黑龙江气象,2004(2):20-21.

[22]李 红,申双和,旷龙江,等.气象条件对玉米螟羽化过程的影响[J].中国农业气象,2005,26(1):43-45.

[23]鲁 新,张国红,李丽娟,等.吉林省亚洲玉米螟的发生规律[J].植物保护学报,2005,32(3):241-245.

[24]鲁 新.亚洲玉米螟大发生的因素及预测预报[J].吉林农业科学,1997(1):44-48.

[25]代光银,吴国斌.浅谈资中县玉米蚜虫偶然大发生的原因[J].内江科技,2017,38(5):132.

SR-1102, 采用种子包衣、蘸根、灌根等 3 种方式处理辣椒和番茄种苗, 以明确 SR-1102 对辣椒和番茄生长发育的影响以及对立枯病的防效, 以期探索利用植物内生放线菌防治蔬菜土传病害提供技术参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株和病原菌 供试菌株为娄彻氏链霉菌 SR-1102, 由江苏里下河地区农业科学研究所分离自黄瓜枯萎病地块中植株根际土壤, 保存于实验室<sup>[11]</sup>。

供试病原菌为立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*), 由江苏省农业科学院植物保护研究所提供, 实验室活化、摇瓶培养, 供盆钵接种使用。

1.1.2 培养基 试验用培养基为高氏一号培养基、PDA 培养基, 参照方中达的方法<sup>[12]</sup>进行配置。

1.1.3 供试材料 供试辣椒品种为扬椒 5 号, 番茄品种为瑞丰一号, 购自于扬州农科农业发展有限公司。

### 1.2 试验方法

1.2.1 链霉菌 SR-1102 发酵液的制备 将 SR-1102 菌株在高氏一号斜面培养基上活化 5 d 后, 挑取单菌落接种到装有 50 mL 发酵培养基(30.0 g 玉米粉、2.0 g  $K_2HPO_4$ 、2.0 g  $MgCl_2$  和 1.0 g NaCl, 1 000 mL 蒸馏水)的 250 mL 三角瓶中, 在 32 ℃、180 r/min 摇床上培养 4 d, 收集菌液浓缩成生物菌量 > 18% 的悬浮液。加入适量增稠剂、成膜剂制成生物种衣剂, 供种子包衣试验使用。

1.2.2 SR-1102 包衣处理对番茄和辣椒种子发芽率的影响 番茄、辣椒种子分别用生物种衣剂以药种比(质量比)1:10、1:20、1:30 的不同比例进行拌种包衣, 包衣后摊晒 2~3 h, 晾干。用保湿培养法<sup>[9]</sup>进行培养, 取 2 层滤纸平展在为直径 15 cm 的玻璃培养皿中并充分吸水, 将各处理的包衣种子摆放在吸水纸上, 以未包衣种子作为对照。每处理 1 皿, 每皿播种 20 粒种子, 每个处理重复 3 次。置于温度为(25±1) ℃、光—暗周期为 14 h—10 h 的光照培养箱中培养, 发芽期间每日记录发芽数。在第 7 天种子发芽结束时测发芽率。

1.2.3 SR-1102 不同处理方式对苗期立枯病的防治效果 以番茄立枯病、辣椒立枯病为防治对象, 分析 SR-1102 发酵液包衣拌种、蘸根、灌根等不同处理方式对蔬菜立枯病的防治效果。包衣处理采

用盆钵试验。取田间自然土室内破碎过 50 目筛, 在 160 ℃ 鼓风干燥烘箱内消毒 4 h 后, 等量分装到直径为 25 cm 的盆钵内。番茄、辣椒种子用 SR-1102 种衣剂以药种比(质量比)1:10 的比例拌种包衣, 阴凉风干后播入装有消毒土壤的盆钵内, 每盆播种 20 粒。分别取 20 mL 番茄立枯病菌、辣椒立枯病菌培养液, 均匀滴加到盆钵内, 并以清水浇灌湿润土壤, 在温度为 25 ℃ 室内培养, 每处理重复 3 次, 另以未处理种子接种病原菌作对照。出苗后定期观察植株感病情况, 记录病株率并计算防效。蘸根处理: 在穴盘营养土中育苗, 选取长势一致的 3 叶 1 心番茄、辣椒苗在 SR-1102 发酵液 100 倍稀释液中蘸根 5 min, 晾干后移栽定植到大棚病土中。灌根处理: 在穴盘育苗移栽定植时, 以 SR-1102 发酵液 200 倍稀释液灌根, 每株灌液量为 50 mL。同时, 以未处理的育种苗移栽作对照。每处理育苗定植 30 株, 重复 3 次, 定植 20 d 调查病株率, 计算防效。

1.2.4 SR-1102 对蔬菜生长发育和产量的影响 以番茄和辣椒种子或育种苗为试验对象, 采用 SR-1102 发酵液种子包衣、蘸根、灌根等 3 种不同处理方式进行处理, 播种或定植于连作温室大棚中, 以未处理种子或育种苗为对照, 方法同“1.2.3”节。每个处理重复 3 次, 每处理随机选定 5 株, 定株调查花期株高, 及时采收果实, 并称质量, 计算产量。

1.2.5 大田试验 2017 年分别在北京昌平、江西南昌、江苏扬州等不同地区选择土传病害番茄立枯病、辣椒立枯病发生较重的大棚进行田间试验。试验采用 SR-1102 发酵液分别对番茄和辣椒种子按药种比(质量比)1:10 的比例进行包衣拌种处理, 以未包衣种子为对照, 播种 20 d 后调查病株率, 参照方中达的方法<sup>[12]</sup>统计病情指数, 计算防效。

## 2 结果与分析

### 2.1 SR-1102 包衣处理对种子发芽率的影响

发芽试验结果(图 1)表明, 采用 3 种药种比的 SR-1102 包衣处理后的番茄、辣椒种子的发芽率均在 91.67%~95.00% 之间, 3 个浓度处理间的发芽率无显著差异, 且与空白对照的发芽率也无显著差异。说明以药种比 1:10、1:20、1:30 对种子进行包衣处理, 对番茄、辣椒种子萌发无抑制作用。

### 2.2 SR-1102 不同处理方式对立枯病的防治效果

SR-1102 发酵液分别以药种比 1:10 包衣种子、定植时 100 倍稀释液蘸根和移栽时 200 倍稀释

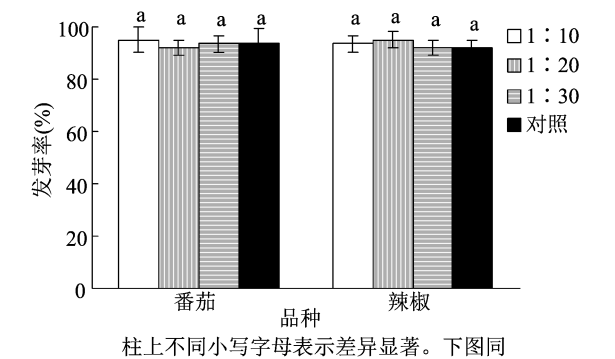


图1 内生放线菌 SR-1102 包衣处理对番茄和辣椒发芽率的影响

液灌根 3 种方式处理番茄和辣椒种子或幼苗,分析不同处理方式对茄果类蔬菜立枯病的防治效果。结果(图 2)表明,不同施药方式对立枯病均有一定防治效果,但不同处理方式对立枯病的防治效果存在显著差异,其中包衣处理对辣椒、番茄立枯病的防治效果分别达 82.78%、83.65%,100 倍稀释液蘸根处理的防治效果分别为 74.03%、77.59%,200 倍稀释液灌根处理的防治效果分别为 66.81%、68.91%,包衣处理防效明显高于 100 倍稀释液蘸根和 200 倍稀释液灌根处理。

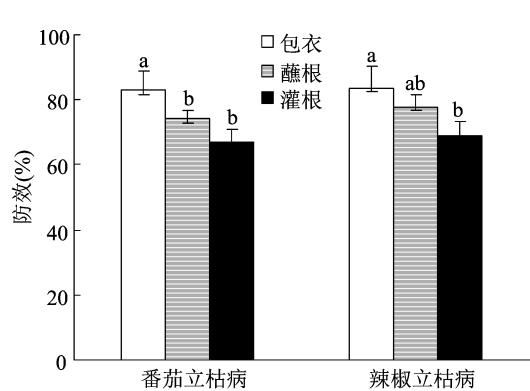


图2 内生放线菌 SR-1102 不同处理对番茄和辣椒立枯病的防治效果

2.3 SR-1102 对作物生长的影响

采用 SR-1102 发酵液包衣、蘸根、灌根等 3 种不同处理方式对番茄、辣椒种子或幼苗进行处理,结果(表 1)表明,3 种处理方式对辣椒和番茄生长均具有一定的促生作用,表现为植株株高增高、单果质量增加、座果期延长、单株产量增加,番茄平均单株产量增加 10.10%~14.61%,辣椒平均单株产量增加 7.67%~13.53%。

表 1 SR-1102 不同处理对番茄和辣椒生长及产量影响

品种	处理	花期株高 (cm)	单果质量 (g)	单株产量 (g/株)	增产率 (%)
番茄	1:10 包衣	90.53±3.25a	129.23±6.32a	1 031.15±106.5a	14.61
	100 倍稀释液蘸根	89.15±3.11a	128.18±6.17a	1 029.13±120.1a	14.38
	200 倍稀释液灌根	91.23±3.93a	117.77±6.23b	990.60±112.3b	10.10
	对照	89.42±3.08a	119.17±5.15b	899.73±80.8bc	—
辣椒	1:10 包衣	34.53±0.96a	27.5±1.25a	209.25±12.12a	13.53
	100 倍稀释液蘸根	31.13±0.88bc	26.3±1.11ab	198.46±11.35ab	7.67
	200 倍稀释液灌根	32.93±0.93ab	26.8±1.53ab	199.24±10.67ab	8.09
	对照	29.93±1.08c	25.6±1.32b	184.32±10.21b	—

注:表中数据为平均数±标准差,同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著,下表同。

2.4 SR-1102 田间试验应用效果

在北京、江西、江苏等省份开展不同地区 SR-1102 对蔬菜立枯病防效的田间试验。结果(图 3)表明,采用 SR-1102 发酵液按照 1:10 的比例对种子进行包衣处理后,对辣椒、番茄立枯病具有较好的防治效果。处理区番茄立枯病的病株率控制在 3.13%~4.38% 之间,对番茄立枯病防效达 76.67%~80.08%;辣椒立枯病的病株率控制在 3.75%~4.50% 之间,对辣椒立枯病防效达 77.81%~81.36%。不同处理区番茄、辣椒生长安全,未产生药害或其他不良反应。

3 总结与讨论

蔬菜立枯病是一种危害重、防治难的植物维管束病害。目前主要依靠栽培技术和化学药剂防治等措施防治病害<sup>[13-14]</sup>。然而,这些措施不能完全有效地控制病害的发生,化学药剂的使用会造成严重的农药残留和土壤污染。植物根围土壤中广泛存在能产生拮抗性物质、抑制病原菌、促进植物生长的有益内生菌,是经济有效的生防因子,利用根围细菌防治植物土传病害,探索控制土传病害的生物防治途径,对农业可持续发展具有重要作用。

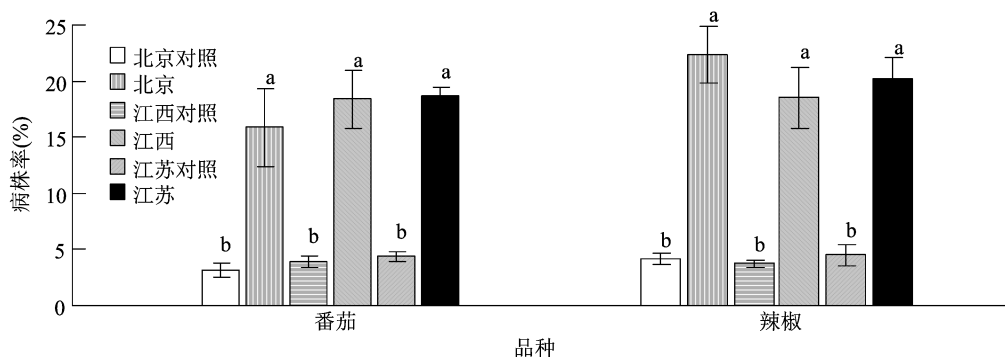


图3 不同地区 SR-1102 包衣处理对番茄和辣椒立枯病的田间防效

SR-1102 是植物内生拮抗菌,对危害蔬菜的多种真菌土传病害具有显著防治效果。在室内盆栽病土中播种经过 SR-1102 包衣处理的番茄、辣椒种子,立枯病的防治效果在 82.75% 以上。种子包衣、稀释液蘸根移栽、稀释液灌根等多种处理方式对立枯病菌均具有一定防效,但不同处理方式对立枯病的防治效果存在显著差异,以包衣种子处理防效最高。在北京、江西、江苏等地用 SR-1102 包衣处理种子,对番茄、辣椒立枯病防效分别达 76.67%~80.08%、77.81%~81.36%。同时,由于控制了蔬菜土传立枯病害的危害,促进了根系生长发育,增强了作物抗逆能力,因此提高了蔬菜的产量。开发利用 SR-1102 等内生菌防治植物土传病害,探索控制土传病害的生物防治途径,对农业可持续发展具有重大意义。

#### 参考文献:

- [1] 陈俊华,史洪中,郭世保. 保护地黄瓜立枯病的发生与综合防治[J]. 现代农村科技,2015(1):31.
- [2] 蔡燕飞,廖宗文,董春,等. 番茄青枯病的土壤微生态防治研究[J]. 农业环境保护,2002,21(5):417-420.
- [3] 邱德文. 微生物蛋白农药研究进展[J]. 中国生物防治,2004,20(2):91-94.
- [4] 陈捷,朱洁伟,张婷,等. 木霉菌生物防治作用机理与应用研究进展[J]. 中国生物防治学报,2011,27(2):145-151.
- [5] 刘明鑫,马光恕,廉华,等. 棘孢木霉 T437 对黄瓜幼苗根系生理特性及立枯病防效的研究[J]. 现代化农业,2018(6):29-31.
- [6] Huang X Q, Chen L H, Ran W, et al. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T<sub>37</sub> and its bio-organic fertilizer could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2011, 91(3):741-755.
- [7] 黄新琦,雍晓雨,沈其荣,等. 土传黄瓜立枯病高效拮抗菌的筛选鉴定及其生物效应[J]. 植物保护学报,2012,39(1):45-50.
- [8] Kazempour M N. Biological control of *Rhizoctonia solani*, the causal agent of rice sheath blight by antagonistic bacteria in greenhouse and field conditions[J]. Plant Pathology Journal, 2004, 3(2):88-96.
- [9] 田淑慧. 黄瓜立枯病的发生与防治进展[J]. 中国果菜, 2011(2):29-31.
- [10] 杨良,史应武,吴忠红,等. 甜瓜细菌性斑点病拮抗菌 P-13 的鉴定及其抑菌物质的初步研究[J]. 微生物学通报, 2009, 36(6):881-886.
- [11] 刘琴,徐健,刘怀阿,等. 黄瓜内生放线菌 SR-1102 的分离及对枯萎病菌的拮抗性[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2015, 36(2):83-88.
- [12] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:农业出版社,1979.
- [13] 李进,李杰,丁媛,等. 不同种衣剂对辣椒幼苗生长及立枯病防效的影响[J]. 北方园艺, 2017(16):55-60.
- [14] 李丽丽,姜亚娟,李立华,等. 四霉素与噁霉灵混配制剂对水稻立枯病的防治效果[J]. 微生物学杂志, 2017(1):83-87.