

doi:10.11937/bfyy.20174644

哈茨木霉对设施草莓灰霉病的防治效果

张富荣¹, 贾永红¹, 赵永秀²

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古大学 生命科学学院, 内蒙古 呼和浩特 010024)

摘 要:以草莓品种“红颜”为试材,通过田间试验研究了 3×10^8 CFU \cdot g⁻¹ 哈茨木霉菌可湿性粉剂对草莓灰霉病的防治效果。结果表明: 3×10^8 CFU \cdot g⁻¹ 哈茨木霉菌可湿性粉剂每 667 m² 施药量 100~150 g,对设施种植草莓灰霉病的防效最高可达 75% 左右。哈茨木霉可以用于防治草莓灰霉病,在草莓坐果期开始施药,每 667 m² 每次施药量 100 g,可取得较好的防治病害效果。

关键词:哈茨木霉;草莓灰霉病;防治效果

中图分类号:S 436.639 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2018)10-0049-04

草莓灰霉病是由灰葡萄孢(*Botrytis cinerea*)引起的设施草莓常见病害。该病主要危害草莓叶片、花瓣和果实,病原菌以菌核、菌丝体和分生孢子形态存在于土壤或者病残体中,可通过表皮或伤口侵入植物组织造成植株危害^[1-4]。韩永超等^[5]研究发现草莓易从果实与花瓣接触的地方开

始发病。在北方设施种植条件下,主要表现为果实发病、叶片极少症状^[6]。灰霉病一旦发生,一般可造成草莓减产 10%~50%,严重的可导致毁灭性损失^[7]。张亚等^[8]、张建人等^[9]、洪海林等^[10]调查发现,不同地区、品种以及轮作和连作等栽培方式下的草莓大棚中灰霉病发生程度存在差异。高翠珠等^[11]研究发现草莓叶片发病率、温度和果实带菌率均与果实发病率存在显著相关性。

目前防治草莓灰霉病主要是使用化学药剂,可选用的杀菌剂有啉酰菌胺、啉菌噁唑、异菌脲、四氟醚唑、吡唑醚菌酯、啉霉胺、啉菌环胺、咪鲜胺

第一作者简介:张富荣(1972-),女,内蒙古呼和浩特人,硕士,副教授,现主要从事植物保护教学与科研等工作。
E-mail:zhangfurong205@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31572049)。

收稿日期:2018-02-01

Abstract: Sweet cherry rootstock ‘Gisela’ cutting seedling was used as material, the effects of fulvic acid (metabolic antitranspirant) on photosynthetic rate, transpiration rate, stomatal conductance and water use efficiency were analyzed in order to study the transplanting survival rate of ‘Gisela’ cutting seedling. The results showed that the transpiration rate, stomatal conductance were evidently reduced by foliar spraying fulvic acid, while water use efficiency was improved, the effects of fulvic acid were more remarkable along with the spraying concentration increased. The depressing in photosynthesis was mainly caused by stomatal factors. Compared with clean water control, fulvic acid solutions of 0.08 g \cdot L⁻¹, 0.16 g \cdot L⁻¹, 0.32 g \cdot L⁻¹ increased the transplanting survival rates by 4.0, 8.3 and 6.7 percentage point, respectively. In conclusion, spraying fulvic acid just after transplantation could reduce the water loss through adjusting stomatal opening, the effect fulvic acid solution of 0.16 g \cdot L⁻¹ was the best, and then the survival rate of transplantation was increased.

Keywords: Sweet Cherry Rootstock ‘Gissela’; transplantation; fulvic acid; photosynthetic characteristics; transpiration

等^[12-14],但使用生物制剂防治草莓灰霉病的研究较少。有研究表明植物源农药 20%乙蒜·丁子香酚可湿性粉剂和 12.5%暗罗·丁子香酚可湿性粉剂对草莓灰霉病有较理想的效果^[15],2 亿孢子·g⁻¹木霉菌、1 000 亿芽孢·g⁻¹枯草芽孢杆菌能在很大程度上减少草莓灰霉病的发生^[16]。

哈茨木霉(*Trichoderma harzianum*)是木霉菌的一种,属半知菌亚门,丝孢纲,丛梗孢目,丛梗孢科。哈茨木霉可以诱导植物抗性,并通过与植物病原菌的拮抗作用起到防治病害的效果。刘连妹等^[17]研究发现哈茨木霉可以提高番茄幼苗的叶绿素含量和叶片中过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性;哈茨木霉还能够诱导豇豆^[18]、黄瓜^[19-20]等作物抗性的提高。哈茨木霉对番茄灰霉病、番茄叶霉病、番茄枯萎病、小麦纹枯病、黄瓜尖孢镰刀菌、禾谷镰孢病原菌等有较强的抑制作用^[21-24]。该研究开展哈茨木霉防治草莓灰霉病的田间药效试验,以期设施草莓灰霉病的防治提供一种可部分替代化学药剂的生物药剂及其使用技术,为草莓灰霉病的生物防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试草莓品种为“红颜”。供试药剂为 3×10^8 CFU·g⁻¹哈茨木霉菌可湿性粉剂(美国拜沃股份有限公司生产)。

1.2 试验方法

试验地位于内蒙古包头市土默特右旗内蒙古农业大学职业技术学院实习基地的日光温室内。草莓于 2016 年 8 月 28 日定植,高垄栽培,垄高 30 cm,垄距 80 cm,垄上用黑色地膜覆盖,每个高畦上种植双行,株行距 15 cm×20 cm。灌溉方式为膜下滴灌。

试验共设 4 个处理(表 1),每处理重复 4 次,共 16 个小区,随机区组排列小区。试验在同一日光温室内进行,每小区 2 垄共 4 行草莓,小区面积 11.2 m²。处理 T1 第 1 次施药时草莓处于开花结果期,草莓长势良好,没有灰霉病发生,第 2 次施药与处理 T2 和 T3 的第 1 次施药同时进行,7 d 后进行第 3 次施药。处理 T2、T3 第 1 次施药为草莓灰霉病始发期,以后每隔 7 d 施药一次。施药处理的总施药次数均为 3 次。试验前后 15 d 内不使用其它杀菌剂。使用利农 HD400 型背负式喷雾器施药,每 667 m² 兑水 30 kg,对全株均匀喷雾。

1.3 项目测定

12 月 2 日施药后连续观察田间发病情况,果实发病后、12 月 17 日开始结合采摘进行调查,每小区调查中间 2 行。每次调查摘除病果和成熟健果,并分别记录病果数和健果数,每 7 d 汇总统计一次。病果率(%)=7 d 内总病果数/(7 d 内总病果数+7 d 内总健果数)×100;防治效果(%)=(1-处理区病果率/空白对照区病果率)×100。

表 1 试验设计

Table 1 Design of experiment

处理 Treatment		施药日期 Application date/(月-日)		
T1	每 667 m ² 施 3×10^8 CFU·g ⁻¹ 哈茨木霉菌 WP 100 g	12-02	12-16	12-23
T2	每 667 m ² 施 3×10^8 CFU·g ⁻¹ 哈茨木霉菌 WP 100 g	12-16	12-23	12-30
T3	每 667 m ² 施 3×10^8 CFU·g ⁻¹ 哈茨木霉菌 WP 150 g	12-16	12-23	12-30
CK	空白对照			

1.4 数据分析

利用 Microsoft Excel 2010 软件对试验数据进行整理,利用 SPSS 16.0 软件的 Duncan's 法进行差异显著性分析,对各处理间药效差异性进行比较,按 $P \leq 0.05$ 标准进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 草莓灰霉病发生情况

试验期间灰霉病轻度发生,除果实发病外,叶片等其它部位无表现症状。随着草莓的成熟,T2、T3 和 CK 处理在 12 月 10 日左右开始出现病

果, T1 处理在 12 月 20 日左右开始出现病果。开花坐果期施用一次药剂, 可以控制草莓灰霉病发病始期延后 7~10 d。发病后空白对照的病果率逐渐提高, 从 3.85% 增加到 10.76%。12 月 16 日施用哈茨木霉后, 对灰霉病表现出较好的控制作用, 3 个施药处理的病果率比空白对照显著降低(图 1)。

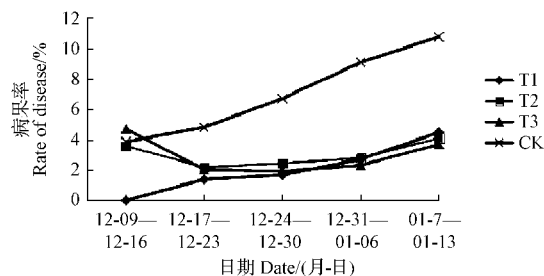


图 1 草莓灰霉病病果率

Fig. 1 Fruit disease rate of strawberry grey mould

表 2 哈茨木霉对草莓灰霉病的防效

Table 2 Control effect of *T. harzianum* on strawberry grey mould

处理 Treatment	第 1 周 The 1 st week		第 2 周 The 2 nd week		第 3 周 The 3 rd week		第 4 周 The 4 th week	
	病果率	防效	病果率	防效	病果率	防效	病果率	防效
	Rate of disease	Control effect	Rate of disease	Control effect	Rate of disease	Control effect	Rate of disease	Control effect
T1	1.38±1.59	71.4a	1.68±0.13	74.8a	2.70±0.68	70.3a	4.47±1.25	58.4a
T2	2.19±1.47	54.4b	2.44±0.83	63.5b	2.76±0.97	69.7a	4.09±0.69	62.0a
T3	2.03±1.38	57.7b	1.92±0.70	71.4a	2.31±0.99	74.6a	3.68±1.16	65.8a

3 结论

草莓素有水果皇后的美称, 利用日光温室进行草莓促成栽培已成为草莓栽培的主要形式。草莓是鲜食水果, 特别是在城市周边建立的大量草莓采摘园, 对草莓的产品质量和食品安全有更高的要求。因此, 研究和应用生物防治技术防治草莓病虫害具有重要意义。

木霉可以在植物根、茎、叶的表面及内部定殖^[25-27], 并能诱导植物抗性。该研究表明, 3×10^8 CFU · g⁻¹ 哈茨木霉菌可湿性粉剂每 667 m² 施药量 100~150 g, 对设施种植草莓的灰霉病有较好的防治作用, 在该试验条件下防效最高可达 75% 左右。在草莓坐果期开始施药, 可以延后灰霉病的发病, 同等施药量下可取得相对较好的防治病害效果。实际应用中, 可以在草莓坐果期开始施药, 施药间隔期 10 d 左右, 发病后每 7 d 施药一次, 每 667 m² 每次施药量 100 g。

2.2 对灰霉病的防效

施药处理对草莓安全, 试验期间未发生药害。16 日施药后的第 1 周, T1 处理对灰霉病的防效为 71.4%, 显著高于 T2 和 T3 处理, T2、T3 处理的防效在 55% 左右, T3 处理的防效略高于 T2 处理。23 日施药后(第 2 周)的防效仍然是 T1 处理最高, 但与 T3 处理差异不显著, T2 处理防效显著低于 T1 和 T3 处理。第 3 周的防效以 T3 处理最高, 其次是 T1 处理, T2 处理最低, 3 个处理间差异不显著。至第 4 周, T3 处理的防效为 65.8%, T1 和 T2 处理的防效分别为 58.4% 和 62.0%, 3 个处理间差异不显著(表 2)。

综合来看, 在相同施药次数和施药量下, 从坐果期开始施药对灰霉病控制效果好于从发病初期开始施药。从发病初期开始施药的处理, 施药量增加对提高防效的作用有限。

参考文献

- [1] LAVY-MEIR G, BARLKAI-GOLAN R, KOPELIOEITCH E. Initiation at the flowering stage of postharvest *Botrytis* stem-end rot in normal and non-ripening tomato fruits[J]. Annals of Applied Biology, 1988, 112(3): 393-396.
- [2] EGASHIRA H, KUWASHIMA A, ISHIGURO H, et al. Screening of wild accessions resistant of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) in *Lycopersicon*[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2000, 22(3): 324-326.
- [3] PAPPAS A C. Epidemiology and control of *Botrytis cinerea* in tomato crops grown under cover in Greece[J]. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 2000, 30(2): 269-274.
- [4] BRAUN P G, SUTTON J C. Inoculum sources of *Botrytis cinerea* in fruit rot of strawberries in Ontario[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1987, 9(1): 1-5.
- [5] 韩永超, 曾祥国, 向发云, 等. 草莓花瓣脱落对果实灰霉病的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(22): 4460-4468.
- [6] 肖长坤, 高苇, 夏冰, 等. 设施栽培草莓灰霉病发生规律及其综合防治[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(9): 24-26.
- [7] BOFF P, KASTELEIN P, de KRAKER J, et al. Epidemiolo-

gy of grey mould in annual waiting-bed production of strawberry [J]. European Journal of Plant Pathology, 2001, 107(6): 615-624.

[8] 张亚, 王凌宇, 刘双清, 等. 湖南省草莓灰霉病的发生与防治[J]. 微生物学杂志, 2015, 35(1): 79-84.

[9] 张建人, 陆宏. 南方草莓灰霉病的发生与综合防治[J]. 植物保护, 1991, 17(4): 6-7.

[10] 洪海林, 李国庆, 沈成艳, 等. 不同栽培方式下草莓灰霉病的发生动态[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(13): 3359-3363.

[11] 高翠珠, 杨红玲, 黄夏宇, 等. 湖北省设施草莓灰霉病发生规律及流行因子分析[J]. 中国农业科学, 2017, 50(9): 1617-1623.

[12] 杨肖芳, 童英富, 苗立祥, 等. 几种不同药剂对草莓灰霉病防治效果比较分析[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(3): 367-369.

[13] 谢响烨, 王连平, 方丽, 等. 4种杀菌剂对浙江省不同地区的草莓灰霉病敏感性比较[J]. 农药, 2017, 56(2): 135-137.

[14] 李成, 朱吉明, 徐锦瑾, 等. 青浦区防治草莓灰霉病药剂筛选试验[J]. 上海农业科技, 2017(4): 123-124.

[15] 吉沐祥, 吴祥, 束兆林, 等. 两种植物源复配杀菌剂对草莓灰霉病的防治效果初报[J]. 江西农业学报, 2009, 21(9): 91-92.

[16] 李涛, 李成, 吴丹, 等. 不同生物药剂对草莓灰霉病防效试验初报[J]. 上海农业科技, 2017(4): 126-127.

[17] 刘连妹, 钱雯霞, 屈海泳. 哈茨木霉孢子悬浮液对番茄幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2007, 1(4): 96-98.

[18] 魏林, 梁志怀, 曹福祥, 等. 哈茨木霉 T2-16 发酵产物对豇豆种子细胞膜及细胞保护酶系统的影响[J]. 种子, 2011, 30(3): 47-49.

[19] YEDIDIA I, BENHAMOU N, CHET I. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1999, 65(3): 1061-1070.

[20] 刘爱荣, 陈双臣, 晋文娟, 等. 哈茨木霉对接种尖孢镰刀菌后黄瓜根系次生代谢物的影响[J]. 中国生物防治学报, 2012, 28(4): 545-551.

[21] 姚彬, 王傲雪, 李景富. 哈茨木霉对4种番茄病原真菌抑制作用的研究[J]. 东北农业大学学报, 2009, 40(5): 26-31.

[22] 管怀骥, 陈莉. 哈茨木霉 TH-1 菌株对小麦纹枯病的控制效果研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(16): 9664-9665.

[23] 刘爱荣, 陈双臣, 陈凯, 等. 哈茨木霉对黄瓜尖孢镰刀菌的抑制作用和抗性相关基因表达[J]. 植物保护学报, 2010, 37(3): 545-551.

[24] 韩勇军. 哈茨木霉对禾谷镰孢病原菌的抑菌活性研究[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(2): 356-358.

[25] 王革, 李天福, 孙超岷, 等. 烟草木霉菌剂的肥效测定及叶面、根部定植研究[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(4): 27-33.

[26] ZHANG F G, ZHU Z, WANG B B, et al. Optimization of *Trichoderma harzianum* T-E5 biomass and determining the degradation sequence of biopolymers by FTIR in solid-state fermentation[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 49(8): 619-627.

[27] 黄亚丽, 王淑霞, 杜晓哲, 等. 一株具有诱导抗性木霉菌株的筛选及其对黄瓜灰霉病诱导抗性的初步研究[J]. 植物保护, 2013, 39(1): 38-43.

Control Effect of *Trichoderma harzianum* on Grey Mould Disease in Greenhouse Grown Strawberry

ZHANG Furong¹, JIA Yonghong¹, ZHAO Yongxiu²

(1. College of Vocational and Technological, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou, Inner Mongolia 014109; 2. College of Life Sciences, Inner Mongolia University, Hohhot, Inner Mongolia 010024)

Abstract: The strawberry cultivar ‘Hongyan’ was used as test material, the control effect of *Trichoderma harzianum* 300 million CFU · g⁻¹ WP on grey mould in greenhouse grown strawberry by field experiments were investigate. The results showed that when *T. harzianum* 300 million CFU · g⁻¹ WP was applied at a dose of 100—150 g per 667 m², the control effect on the grey mould of strawberry in greenhouse could reached to 75%. *T. harzianum* could be used to control strawberry grey mould which applied each dose for 100 g per 667 m² at beginning of strawberry fruiting period, could achieve better control effects of disease.

Keywords: *T. harzianum*; strawberry grey mould; control effect