

# 杀菌剂对草莓灰霉病菌的毒力测定及田间防效

王 丽, 周 增强, 侯 琿

(中国农业科学院 郑州果树研究所, 河南 郑州 450009)

**摘 要:**以“甜查理”草莓为试材,草莓灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)为供试菌,采用菌丝生长速率法,研究了12种杀菌剂对草莓灰霉病菌的影响。结果表明:室内毒力试验中,50 g·L<sup>-1</sup>己唑醇 SC 的毒力最强,EC<sub>50</sub>值为0.051 9 mg·L<sup>-1</sup>;500 g·L<sup>-1</sup>异菌脲 SC、430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇 SC 和 400 g·L<sup>-1</sup>氟硅唑 EC 对草莓灰霉病菌也有很好的抑制作用。田间试验中,50 g·L<sup>-1</sup>己唑醇 SC 对草莓灰霉病的防治效果最好,防治效果达81.57%~85.42%;500 g·L<sup>-1</sup>异菌脲 SC、430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇 SC 和 400 g·L<sup>-1</sup>氟硅唑 EC 对草莓灰霉病也具有较好的防治效果,防治效果均在74%以上;10%多抗霉素 WP 和 3%中生菌素 WP 对草莓灰霉病也有一定的防治效果,防效均能达到65%以上。

**关键词:**杀菌剂;草莓灰霉病;毒力测定;田间防效

**中图分类号:**S 482.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)12-0112-03

近年来,随着人们生活水平的提高,对草莓的需求量日益增加。设施草莓的种植面积正在迅速扩大,因大棚内适宜的低温高湿环境,由灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)引起的草莓灰霉病问题日趋严重<sup>[1-2]</sup>。灰霉病菌具有侵染模式多样化、寄主多样性、可以利用菌丝、孢子或者菌核随病残体存活等特点,为灰霉病的防治带来困难,很难通过单一方法使灰霉病害得以有效控制<sup>[3]</sup>。目前生产中尚无高抗灰霉病的草莓品种,草莓灰霉病主要以化学防治为主,辅以生物防治和生态防治<sup>[4-7]</sup>。化学防治虽然见效快,但由于药剂不合理使用,一方面对生态环境造成污染。同时病原菌也易产生抗性,降低防治效果<sup>[8]</sup>。目前报道草莓灰霉病菌易产生抗药性的药剂主要有异菌脲、百菌清、甲霉灵和多霉灵等<sup>[9]</sup>。为了解决病原菌的抗药性、环境污染、高剂量用药和果品残留超标等一系列问题,应加强新型杀菌剂、生物杀菌剂、生物杀菌剂与化学防治技术协同应用等控制技术的优化与研究。该研究选择不同类型杀菌剂对草莓灰霉病菌进行室内毒力测定,筛选出高效药剂和生物药剂进行田间试验,目的是为了找出防治草莓灰霉病的有效药剂,以期为该病的防治提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试草莓品种为“甜查理”。

供试草莓灰霉病菌(*Botrytis cinerea*)从河南省中牟县草莓灰霉病发病重的大棚采集,经组织分离、纯化和鉴定后获得菌株。将菌株4℃下保存备用。

供试药剂:500 g·L<sup>-1</sup>异菌脲 SC(拜耳作物科学(中国)有限公司);430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇 SC(德国拜耳作物科学公司);50 g·L<sup>-1</sup>己唑醇 SC(江苏丰登作物保护股份有限公司);10%苯醚甲环唑 WG(瑞士先正达作物保护有限公司);400 g·L<sup>-1</sup>氟硅唑 EC(美国杜邦公司);70%甲基硫菌灵 WP(江苏龙灯化学有限公司);80%代森锰锌 WP(陶氏益农农业科技(中国)有限公司);22.7%二氰蒽醌 SC(江西禾益化工股份有限公司);250 g·L<sup>-1</sup>吡唑醚菌酯 EC(巴斯夫欧洲公司);10%多抗霉素 WP(日本科研制药株式会社);5%井冈霉素 AS(兴农药业(中国)有限公司);2%宁南霉素 AS(德强生物股份有限公司);3%中生菌素 WP(深圳诺普信农化股份有限公司)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 室内毒力试验 参照农药室内生物测定试验准则<sup>[10]</sup>,采用菌丝生长速率抑制法<sup>[11]</sup>测定。将供试的12种药剂根据需要配制成系列质量浓度梯度的溶液。无菌操作条件下,取上述配制好的药液各1 mL,分别移入直径为9 cm的培养皿中,再在各皿中分别加入融化的PSA培养基各9 mL(以不加药处理做对照)。将药液和培养基充分混匀,待培养基完全凝固后,将培养好的病原菌用打孔器打成菌饼(直径5 mm),自菌落边缘挑起

**第一作者简介:**王丽(1981-),女,硕士,助理研究员,现主要从事果树病害等研究工作。E-mail:wanlgi06@caas.cn.

**责任作者:**周增强(1961-),男,本科,副研究员,现主要从事果树病害等研究工作。E-mail:zhouzengqiang@caas.cn.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2006BAD07B02)。

**收稿日期:**2016-02-15

菌饼,分别转接到不同处理浓度的培养基上,每处理 4 皿,重复 3 次。放入人工气候箱,在 28 ℃ 下培养。根据对照皿中菌丝的生长情况,待对照长满皿时调查菌丝的生长情况,数显游标卡尺十字交叉测量各处理的菌落扩展直径,计算抑菌率。抑菌率(%)=(对照菌落直径-处理菌落直径)/对照菌落直径×100。

1.2.2 田间防效试验 参照农药田间药效试验准则<sup>[12]</sup>。试验在河南省中牟县姚家镇西春岗村草莓大棚中进行。试验地周围有 120 hm<sup>2</sup> 草莓栽培,是河南省草莓主产区之一。试验区大棚起垄双行栽培,行距 40~50 cm,株距 20~25 cm。土壤为沙土地。试验处理:500 g·L<sup>-1</sup> 异菌脲 SC 500 g·hm<sup>-2</sup>、430 g·L<sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 97 g·hm<sup>-2</sup>、50 g·L<sup>-1</sup> 己唑醇 SC 85 g·hm<sup>-2</sup>、400 g·L<sup>-1</sup> 氟硅唑 EC 60 g·hm<sup>-2</sup>、10% 多抗霉素 WP 195 g·hm<sup>-2</sup>、3% 中生菌素 WP 16 g·hm<sup>-2</sup> 和清水对照。每小区试验草莓面积为 20 m<sup>2</sup>。重复 4 次,兑水喷雾。小区随机区组排列。用工农 16 型背负式手动喷雾器于 2014 年 12 月 2 日、12 月 9 日和 12 月 16 日喷药,共 3 次。均匀喷雾,用药量为 750 L·hm<sup>-2</sup>。第 2 年喷药时间是 2015 年 4 月 8 日、4 月 17 日和 4 月 24 日。喷药前调查病基数,第 2 次及第 3 次喷药后 7 d 调查其发病情况。每小区采用 5 点取样方法,每点调查 50 个果,记录总果数和病果数。根据调查结果,计算防治效果。病果率(%)=病果数/总果数×100,防治效果(%)=(空白对照区病果率-处理区病果率)/空白对照区病果率×100。

### 1.3 数据分析

试验数据采用 DPS 软件进行处理,得到毒力回归方程、EC<sub>50</sub> 及相关系数<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 供试杀菌剂对草莓灰霉病菌的室内毒力测定

由表 1 可知,除井冈霉素外,其它供试的杀菌剂对草莓灰霉病菌都表现出一定的毒力,但在毒力上有一定的差异。50 g·L<sup>-1</sup> 己唑醇 SC 的抑制作用最强,其

EC<sub>50</sub> 值为 0.051 9 mg·L<sup>-1</sup>;500 g·L<sup>-1</sup> 异菌脲 SC、430 g·L<sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 和 400 g·L<sup>-1</sup> 氟硅唑 EC 对草莓灰霉病菌也有很好的抑制作用,EC<sub>50</sub> 值分别为 0.623 4、0.526 0、0.914 5 mg·L<sup>-1</sup>,均小于 1 mg·L<sup>-1</sup>。10% 苯醚甲环唑 WG、70% 甲基硫菌灵 WP、80% 代森锰锌 WP 和 250 g·L<sup>-1</sup> 吡唑醚菌酯 EC 对草莓灰霉病菌也有良好的抑制作用,其 EC<sub>50</sub> 介于 1.787 9~4.202 3 mg·L<sup>-1</sup>;22.7% 二氰蒽醌 SC、10% 多抗霉素 WP 和 3% 中生菌素 WP 对草莓灰霉病菌的抑制作用稍差,EC<sub>50</sub> 值分别为 51.118 1、28.721 5、64.223 5 mg·L<sup>-1</sup>。

表 1 杀菌剂对草莓灰霉病菌的毒力

药剂	回归方程	EC <sub>50</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	相关系数
500 g·L <sup>-1</sup> 异菌脲 SC	y=5.162 9+0.793 5x	0.623 4	0.951 9
430 g·L <sup>-1</sup> 戊唑醇 SC	y=5.714 2+2.559 9x	0.526 0	0.989 1
50 g·L <sup>-1</sup> 己唑醇 SC	y=6.95 10+1.518 4x	0.051 9	0.939 5
10% 苯醚甲环唑 WG	y=3.915 5+1.739 4x	4.202 3	0.901 7
400 g·L <sup>-1</sup> 氟硅唑 EC	y=5.057 3+1.476 9x	0.914 5	0.908 6
70% 甲基硫菌灵 WP	y=4.606 2+0.802 4x	3.095 8	0.917 8
80% 代森锰锌 WP	y=4.710 4+0.713 0x	2.548 0	0.952 0
22.7% 二氰蒽醌 SC	y=1.875 7+1.828 6x	51.118 1	0.935 8
250 g·L <sup>-1</sup> 吡唑醚菌酯 EC	y=4.707 9+1.157 6x	1.787 9	0.957 8
10% 多抗霉素 WP	y=2.758 5+1.537 2x	28.721 5	0.973 6
5% 井冈霉素 AS	y=2.604 2+0.821 9x	822.170 7	0.949 5
3% 中生菌素 WP	y=2.149 4+1.576 9x	64.223 5	0.993 4

### 2.2 供试杀菌剂对草莓灰霉病的田间防治效果

从表 2 可以看出,供试的 6 种杀菌剂对草莓灰霉病均有防治作用,但是不同的杀菌剂之间防治效果有一定差异。2014 年 2 次调查结果表明,50 g·L<sup>-1</sup> 己唑醇 SC、500 g·L<sup>-1</sup> 异菌脲 SC 和 430 g·L<sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 对草莓灰霉病具有较好的防治效果,第 2 次药后的防治效果均在 80% 以上,第 3 次药后的防治效果也都在 75% 以上,这 3 种药剂的防治效果差异不显著;400 g·L<sup>-1</sup> 氟硅唑 EC 对草莓灰霉病有一定的防效,2 次的防效分别为 77.22% 和 74.80%;10% 多抗霉素 WP 和 3% 中生菌素 WP 这 2 个生物制剂对草莓灰霉病也有一定的防治效果,防效均能达到 70% 以上,但与 50 g·L<sup>-1</sup> 己唑醇 SC 的防效差异显著。

表 2 杀菌剂对草莓灰霉病菌的田间防治效果

药剂	2014 年				2015 年			
	第 2 次喷药后 7 d		第 3 次喷药后 7 d		第 2 次喷药后 7 d		第 3 次喷药后 7 d	
	病果率	防效	病果率	防效	病果率	防效	病果率	防效
500 g·L <sup>-1</sup> 异菌脲 SC	1.30	81.48abcA	3.60	76.95abAB	1.70	79.47abAB	4.10	77.37bcAB
430 g·L <sup>-1</sup> 戊唑醇 SC	1.20	82.94abA	3.40	78.35abAB	1.50	81.32abAB	3.50	80.73abA
50 g·L <sup>-1</sup> 己唑醇 SC	1.10	84.02aA	2.90	81.57aA	1.20	85.42aA	3.10	82.94aA
400 g·L <sup>-1</sup> 氟硅唑 EC	1.60	77.22abcA	4.00	74.80abAB	1.60	80.42abAB	4.00	78.08bcAB
10% 多抗霉素 WP	1.70	75.58bcA	4.30	72.82bAB	2.00	75.60bcAB	4.70	73.89cBC
3% 中生菌素 WP	1.90	72.69cA	4.60	70.60bB	2.40	70.72cB	5.90	67.32dC
CK	7.00	—	15.80	—	8.30	—	18.10	—

注:同列数据后不同大写字母表示差异极显著(P<0.01),不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2015 年 2 次调查结果表明,50 g·L<sup>-1</sup> 己唑醇 SC、400 g·L<sup>-1</sup> 氟硅唑 EC 和 430 g·L<sup>-1</sup> 戊唑醇 SC 对草莓灰霉病具有较好的防治效果,第 2 次药后的防治效果均

在 80% 以上,第 3 次药后的防治效果也都在 75% 以上,这 3 种药剂的防治效果差异不显著;500 g·L<sup>-1</sup> 异菌脲 SC 对草莓灰霉病有一定的防效,2 次的防效分别为

79.47%和77.37%;10%多抗霉素 WP 和 3%中生菌素 WP 这 2 个生物制剂对草莓灰霉病也有一定的防治效果,防效均能达到 65%以上。

### 3 结论与讨论

草莓灰霉病是草莓生产中发生严重的病害之一,目前化学防治仍是控制该病的有效措施。由于灰霉病菌具有繁殖快、遗传变异大和适合度高等特点,随着杀菌剂的长时间使用,已对多种药剂出现了不同程度的抗药性,甚至多药抗性<sup>[14]</sup>。为了防止灰霉病菌抗药性的发展和减少果实上农药残留的问题,人们越来越重视生物防治在灰霉病防治中的重要作用。该试验测定了 12 种杀菌剂的室内毒力,除井冈霉素外,其它药剂对草莓灰霉病菌的菌丝生长均有明显的抑制作用。 $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  己唑醇 SC 的抑制作用最强,其  $\text{EC}_{50}$  值为  $0.051\ 9\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $500\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  异菌脲 SC、 $430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  戊唑醇 SC 和  $400\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  氟硅唑 EC 的次之,  $\text{EC}_{50}$  值分别为  $0.623\ 4$ 、 $0.526\ 0$ 、 $0.914\ 5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,均小于  $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。从中筛选出这 4 种对草莓灰霉病菌抑制作用较好的化学药剂,和有一定抑制作用的 10%多抗霉素 WP 和 3%中生菌素 WP 2 种生物制剂,进一步进行田间试验。

田间试验结果表明, $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  己唑醇 SC 对草莓灰霉病的防治效果最好,防效均在 80%以上; $500\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  异菌脲 SC、 $430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  戊唑醇 SC 和  $400\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  氟硅唑 EC 对草莓灰霉病也有良好的防治效果,防效均在 74%以上;此外,10%多抗霉素 WP 和 3%中生菌素 WP 2 种生物制剂对草莓灰霉病也有一定的防治效果,末次药后防效分别为 72.82%、73.89%和 70.60%、67.32%。

对于这些药剂,建议在草莓灰霉病发病初期立即用药,每隔 7 d 左右喷 1 次。随着异菌脲等在生产上不合理的应用,灰霉病菌已对其产生了抗药性<sup>[15]</sup>。己唑醇、戊唑醇等是三唑类杀菌剂,最好在春节后使用,以免春节前低温时施用抑制植株生长<sup>[16]</sup>。此外,应注意生物药剂和化学药剂的交替使用,以避免或减少病原菌抗药性

产生、环境污染和农药残留等问题。将来试验可能会对化学药剂和生物药剂进行复配研究,提高杀菌剂的使用寿命和防治效果。

### 参考文献

- [1] 高九思,张安全. 保护地草莓灰霉病发生规律及综合防治技术[J]. 现代农业科技,2006(7):85-86.
- [2] 曾光辉,金秀敏. 草莓灰霉病综合防治技术[J]. 温州农业科技,2009(1):37-38.
- [3] WILLIAMSON B, TUDZYNSKI B, TUDZYNSKI P, et al. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease[J]. Molecular Plant Pathology, 2007, 8(5):561-580.
- [4] 陈宇飞,文景芝,李立军. 葡萄灰霉病研究进展[J]. 东北农业大学学报,2006,37(5):693-699.
- [5] 杨敬辉,陈宏州,吴琴燕,等. 啮酰菌胺对草莓灰霉病菌的毒力测定及田间防治[J]. 江西农业学报,2010,22(9):94-95.
- [6] 袁坤,吴光旭,郭春林,等. 艾蒿提取物对草莓灰霉病菌的抗菌活性研究[J]. 安徽农学通报,2006,12(13):55-56.
- [7] 刘玉连,焦瑞莲. 日光温室草莓灰霉病的无公害防治[J]. 农业工程技术(温室园艺),2008(9):42-43.
- [8] 石明旺,孙永叶,贺荣国,等. 杀菌剂及其复配对番茄灰霉病菌的毒力测定[J]. 河南科技学院学报,2007,35(3):54-56.
- [9] 张传博,易萌,孙云子,等. 几种杀菌剂及其复配对草莓灰霉病菌的室内毒力测定[J]. 湖北农业科学,2013,52(14):3299-3305.
- [10] 朱春雨,吴文平,张弘,等. 农药室内生物测定试验准则(杀菌剂)第 2 部分:抑制病原真菌菌丝生长试验平皿法[S]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [11] 黄彰欣. 植物化学保护实验指导[M]. 北京:中国农业大学出版社,1993:57.
- [12] GB/T 17980. 120-2004 农药田间药效试验准则(二)第 120 部分:杀菌剂防治草莓灰霉病[S]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [13] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002:364-369.
- [14] 尹大芳. 江苏省草莓灰霉病菌抗药性检测及抗性机制的研究[D]. 杭州:浙江大学,2015.
- [15] 王梅,尹显慧,龙友华,等. 几种杀菌剂对番茄灰霉病菌的毒力及田间防效[J]. 北方园艺,2015(12):107-110.
- [16] 胡锐,邢彩云,李丽霞,等. 25%己唑醇等药剂防治大棚草莓白粉病药效试验[J]. 中国果树,2011(4):73.

## Toxicity and Field Control Efficiency of Fungicides Against Strawberry *Botrytis cinerea*

WANG Li, ZHOU Zengqiang, HOU Hui

(Zhengzhou Fruit Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450009)

**Abstract:** Taking ‘Tian Chali’ strawberry as material, *Botrytis cinerea* as test fungus, using mycelium growth rate method, the effect of 12 fungicides on *Botrytis cinerea* was studied. The results showed that  $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  hexaconazole SC had the best toxicity against *Botrytis cinerea*, with the  $\text{EC}_{50}$  value  $0.051\ 9\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $500\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  iprodione SC,  $430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  tebuconazole SC and  $400\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  flusilazole EC also could primely inhibit mycelia growth of *Botrytis cinerea* in laboratory. 6 fungicides were screened to test in the field control trial. Field trials showed that the effect of  $50\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  hexaconazole SC against *Botrytis cinerea* was the best, the control efficiency reached 81.57%—85.42%;  $500\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  iprodione SC,  $430\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  tebuconazole SC and  $400\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  flusilazole EC also had better control effect, which were more than 74%; the control effect of 10% polyoxin WP and 3% zhongshengmycin WP were more than 65%.

**Keywords:** fungicides; strawberry *Botrytis cinerea*; toxicity determination; field control effect