

卢晓雪,聂国媛,孙海燕,等. 长三角地区果蔬灰霉病病菌对 5 种杀菌剂的抗药性检测[J]. 江苏农业科学,2018,46(24):97-100.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.24.025

# 长三角地区果蔬灰霉病病菌对 5 种 杀菌剂的抗药性检测

卢晓雪,聂国媛,孙海燕,张金凤,陈怀谷,魏利辉

(江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**采用最低浓度抑制法对采自长三角的 9 个地区、6 种果蔬作物的 210 个灰葡萄孢(*Botrytis cinerea*)单孢系菌株对啞霉胺、多菌灵、腐霉利、咯菌腈、啞酰菌胺等 5 种杀菌剂的抗药性进行检测。结果表明,灰霉病病菌菌株对啞霉胺、多菌灵、腐霉利、咯菌腈、啞酰菌胺的抗性频率分别达 68.57%、70.48%、68.10%、0、15.23%,不同地区、不同寄主的灰霉病病菌对不同药剂的敏感程度不同。长三角地区果蔬灰霉病病菌对啞霉胺、多菌灵、腐霉利等 3 种药剂普遍存在抗药性问题,且抗性较为严重,建议生产中减少使用;对于新型杀菌剂咯菌腈和啞酰菌胺,未检测到对咯菌腈产生抗药性的菌株,但已检测到对啞酰菌胺产生抗药性的菌株,但抗性频率不高;在生产上应该选择替代的新型杀菌剂,但仍须做好抗性预防工作。

**关键词:**长三角地区;蔬菜;果树;灰霉病病菌;啞霉胺;多菌灵;腐霉利;咯菌腈;啞酰菌胺;抗药性;化学防治

**中图分类号:**S436 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2018)24-0097-04

果蔬灰霉病是由灰葡萄孢(*Botrytis cinerea*)引起的真菌病害,目前已经成为一种全球范围的真菌病害。灰葡萄孢寄主范围广,可以侵染多种蔬菜、果树以及其他经济作物,一旦发病就会给农业生产造成重大危害<sup>[1]</sup>。灰霉病的防治一直是一个重要问题,目前生产上主要以化学防治为主,化学防治主要有苯胺基嘧啶类啞霉胺、苯并咪唑类多菌灵、二甲酰亚胺类腐霉利等<sup>[1-2]</sup>。灰霉病病菌具有寄主范围广、遗传变异快等特点,且由于连续长期单一使用化学药剂,灰霉病病菌已经对上述药剂产生抗药性,这在国内外多个地区的多种作物上均有报道<sup>[3-4]</sup>。已有研究表明,江苏、浙江以及安徽等地区草莓、黄瓜、番茄等寄主上的灰霉病病菌对啞霉胺、多菌灵、腐霉

利等传统杀菌剂产生了较高的抗药性<sup>[5-7]</sup>。

咯菌腈和啞酰菌胺是生产上登记防治灰霉病病菌效果较好的新型杀菌剂,其中咯菌腈最初于 2009 年在我国登记使用,用于防治菊花灰霉病<sup>[1]</sup>,目前关于灰霉病病菌对咯菌腈产生抗药性的报道较少<sup>[8]</sup>。啞酰菌胺是属于新型烟碱类杀菌剂,在 21 世纪初引入我国,用于防治黄瓜灰霉病,对灰霉病病菌具有较好的防治效果<sup>[9-10]</sup>。但在国内外不同地区,已有关于灰霉病病菌对啞酰菌胺产生抗药性的报道,2010 年 Avenot 等报道了啞酰菌胺的田间抗性菌株<sup>[11]</sup>,2012 年余玲等在山西省发现了对啞酰菌胺产生抗性的菌株<sup>[12]</sup>。

由于灰霉病病菌的抗药性在生产上造成的一系列问题<sup>[13-14]</sup>,同时为了综合评价长三角地区果蔬灰霉病病菌对传统型杀菌剂和新型杀菌剂的抗药性现状,笔者从我国江苏、浙江、上海等 9 个地区,在番茄、草莓、茼蒿等 6 种果蔬产区采集灰霉病病样,采用最低浓度抑制法检测灰霉病病菌对啞霉胺、多菌灵、腐霉利、咯菌腈、啞酰菌胺等的抗药性,以期为不同地区不同作物灰霉病的田间用药和化学防治提供理论依据。

收稿日期:2017-08-13

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201403032)。

作者简介:卢晓雪(1988—),女,吉林大安人,硕士,研究实习员,主要从事土传病害防治研究。E-mail:xxlu\_1988@sina.com。

通信作者:魏利辉,博士,研究员,主要从事土传病害防治研究。Tel:(025)84392995;E-mail:weilihui@jaas.ac.cn。

复配剂。本研究田间试验结果表明,45% 咪鲜胺·戊唑醇 WP 900~1 050 g/hm<sup>2</sup> 对水稻纹枯病具有较好的防治效果,生产上适宜推广使用。建议防治水稻纹枯病使用 45% 咪鲜胺·戊唑醇 WP 900~1 050 g/hm<sup>2</sup> 于水稻发病初期第 1 次施药,之后根据病情发展需要或间隔 15~20 d 再施药 1 次;若纹枯病严重发生年份,建议与其他杀菌剂轮换交替使用,防治效果会更好,同时也有利于减缓抗药性的产生。

## 参考文献:

[1]陈平,柳训才. 咪鲜胺的应用概况及其残留检测研究[J]. 湖北农业科学,2007,46(3):478-480.

[2]李富根,吴新平,刘乃炽. 戊唑醇的作用特点及其应用概况[J]. 农药科学与管理,2001,22(3):40-41.

[3]中华人民共和国农业部. 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:NY/T 1156.2—2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

[4]田小青,单鑫蓓,计天岑. 几种新型杀菌剂防治水稻纹枯病药效初探[J]. 浙江农业科学,2017,58(12):2237-2238.

[5]龙文春. 水稻纹枯病的产生原因及其防治策略[J]. 农技服务,2017(11):57.

[6]吴祥,陈宏州,杨敬辉,等. 噻呋酰胺、氟环唑及其混配剂对水稻纹枯病的室内抑菌活性与田间防效[J]. 江苏农业科学,2014,42(12):152-154.

1 材料与方法

1.1 菌株的采集与纯化

2013—2014 年,在盐城、淮安、镇江、扬州、南通、苏州、上海、嘉善、宁波等 9 个地区的塑料大棚内,采集来自草莓、黄瓜、番茄、茼蒿、瓠瓜、西瓜等 6 种果蔬作物的病叶或病果,病叶或病果放于自封袋中带回实验室,在无菌条件下,经过分离纯化共得到 210 个灰葡萄孢单孢株系,转移至马铃薯葡萄糖琼脂(potato dextrose agar,简称 PDA)培养基斜面上,保存于 4 ℃ 冰箱中备用。菌株的详细信息如表 1 所示。

表 1 待测灰霉病病菌菌株信息

采集地点	菌株数 (株)	寄主作物	采集时间
江苏省盐城市	28	草莓	2013 年 4 月
江苏省淮安市	8	黄瓜	2013 年 4 月
江苏省镇江市	20	草莓	2013 年 4 月
江苏省扬州市	20	番茄	2014 年 3 月
江苏省扬州市	4	茼蒿	2014 年 3 月
江苏省南通市	11	草莓	2014 年 3 月
江苏省南通市	13	番茄	2014 年 3 月
江苏省苏州市	5	番茄	2014 年 3 月
江苏省苏州市	16	草莓	2014 年 3 月
江苏省苏州市	10	番茄	2014 年 3 月
江苏省苏州市	11	草莓	2014 年 3 月
上海市	42	番茄	2014 年 5 月
浙江省嘉善县	12	番茄	2014 年 5 月
浙江省宁波市	3	黄瓜	2014 年 5 月
浙江省宁波市	4	瓠瓜	2014 年 5 月
浙江省宁波市	3	西瓜	2014 年 5 月

1.2 供试药剂

95% 嘧霉胺原药,购自江苏丰登农药有限公司;98% 多菌灵原药,购自江苏省江阴凯江农化有限公司;98% 腐霉利原药,购自江西禾益化工股份有限公司;96% 咯菌腈原药,购自江苏省无锡路浩化工有限公司;98% 啶酰菌胺原药,购自河北美星化工有限公司。

98% 多菌灵原药用 0.1 mol/L HCl 溶液溶解成 1 000 μg/mL 母液,其他原药均用少量丙酮溶解配制成为 1 000 μg/mL 母液,均贮存于 4 ℃ 冰箱待用。

1.3 培养基

PDA 培养基:马铃薯洗净去皮,称取 200 g 切成小块,加水煮烂,用纱布过滤,加入 15 g 琼脂,10 g 葡萄糖,补足 1 000 mL 去离子水。PDA 培养基用于灰霉病病菌的分离、菌株保存以及灰霉病病菌对多菌灵、腐霉利、咯菌腈的抗药性测定。根据 Chapeland 等的方法<sup>[4]</sup>配制培养基用于灰霉病病菌对嘧霉胺的抗药性测定,培养基配方:10.0 g 葡萄糖,1.5 g 磷酸氢二钾,2.0 g 磷酸二氢钾,1.0 g 硫酸铵,0.5 g 硫酸镁,16.0 g 琼脂,1 000 mL 去离子水。水琼脂培养基:15 g 琼脂,1 000 mL 去离子水。水琼脂培养基用于灰霉病病菌对啶酰菌胺的抗药性测定。上述 3 种培养基均于 121 ℃ 高压湿热灭菌 20 min,冷却后贮藏备用。

1.4 果蔬灰霉病病菌对 5 种杀菌剂的抗药性测定

采用最低浓度抑制法,嘧霉胺、多菌灵、腐霉利、咯菌腈、

啶酰菌胺分别以 1.0、1.0、5.0、0.5、5.0 μg/mL 作为鉴别浓度,并以此制备含药平板。

灰霉病病菌对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利、咯菌腈的抗药性检测方法:将待检测的灰霉病病菌菌株接入 PDA 培养基平板上,于 25 ℃ 黑暗培养 96 h 后,取直径为 5 mm 的菌片至各含药培养基平板中,以无药平板为对照,每个处理 3 次重复,25 ℃ 黑暗培养 72 h 后观察菌株生长情况,与不含药的培养基平板相比,不能或几乎不能在该浓度的含药培养基平板上正常生长的菌株为敏感菌株,能正常生长的菌株为抗性菌株。

灰霉病病菌对啶酰菌胺的抗药性检测方法:参照潘金菊等的方法<sup>[15]</sup>,检测啶酰菌胺对灰霉病病菌孢子萌发的影响。将待检测的灰霉病病菌菌株接入 PDA 培养基平板上,于 25 ℃ 黑暗培养 5 d 至菌丝长满平板后,黑光灯诱导灰霉病病菌产孢,在 25 ℃ 条件下诱导 3~5 d,收集灰霉病病菌的孢子并过滤除去菌丝,调至 100 倍显微镜下每个视野 30~40 个孢子,将 100 μL 孢子悬浮液均匀地涂布在含药的水琼脂培养基平板上,以无药水琼脂培养基平板为对照,每个处理 3 次重复,25 ℃ 黑暗培养 12 h 后,观察孢子萌发情况,与不含药的培养基平板相比,不能或几乎不能在该浓度的含药培养基平板上正常生长的菌株为敏感菌株,能正常生长的菌株为抗性菌株。

统计各个地区各个寄主上灰霉病病菌的抗性菌株的发生频率。抗性频率=抗性菌株数/测定总菌株数×100%。

2 结果与分析

2.1 长三角地区果蔬灰霉病病菌对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利的抗药性

2013—2014 年从长三角的 9 个地区、6 种不同果蔬作物的病叶或病果上采集分离得到 210 株灰霉病病菌菌株,采用最低浓度抑制法检测这些菌株对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利等 3 种传统杀菌剂的抗药性。由表 2 可知,210 株灰霉病病菌菌株对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利的抗药性较高,抗性频率分别为 68.57%、70.48%、68.10%。比较 210 株灰霉病病菌菌株的抗药性结果发现,采自不同地区、不同寄主的灰霉病病菌对同种药剂的抗药性不同,但采自同一地区、同种寄主的灰霉病病菌对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利的抗性频率总体上差异较小。总体来看,在所有采集灰霉病病菌菌株的 9 个地区,仅扬州地区的灰霉病病菌对 3 种药剂的抗性频率均较低,采自盐城、淮安、镇江、南通、苏州、上海、嘉善、宁波等地区的灰霉病病菌对上述 3 种传统药剂均产生了较高的抗药性。由表 3 可知,对于不同寄主上的灰霉病病菌来说,从草莓、黄瓜和番茄的病叶或病果上分离的灰霉病病菌对嘧霉胺、多菌灵、腐霉利的抗药性较高;此外,采自茼蒿、瓠瓜上的灰霉病病菌也检测到了部分抗性菌株,但由于在这 2 种寄主上分离得到的灰霉病病菌数量较少,若要准确评价其抗药性,须进行后续的样品采集和抗药性检测工作。综合上述结果发现,嘧霉胺、多菌灵、腐霉利这 3 种传统杀菌剂对长三角不同地区、不同寄主上的灰霉病病菌的抑制效果较差。

2.2 长三角地区果蔬灰霉病病菌对咯菌腈和啶酰菌胺的抗药性

为了综合评价长三角地区果蔬灰霉病病菌对传统杀菌剂

表 2 长三角不同地区果蔬灰霉病菌对啞霉胺、多菌灵、腐霉利的抗性频率

地区	检测菌株数 (株)	啞霉胺		多菌灵		腐霉利	
		抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)
盐城	28	19	67.86	17	60.71	19	67.86
淮安	8	8	100.00	8	100.00	8	100.00
镇江	20	19	95.00	19	95.00	18	90.00
扬州	24	3	12.50	2	8.33	2	8.33
南通	24	10	41.67	15	62.50	11	45.83
苏州	42	26	61.90	28	66.67	27	64.29
上海	42	41	97.62	41	97.62	40	95.24
嘉善	12	11	91.67	11	91.67	11	91.67
宁波	10	7	70.00	7	70.00	7	70.00
合计	210	144	68.57	148	70.48	143	68.10

表 3 长三角地区不同种果蔬作物上灰霉病菌对啞霉胺、多菌灵、腐霉利的抗性频率

寄主作物	检测菌株数 (株)	啞霉胺		多菌灵		腐霉利	
		抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)
草莓	86	61	70.93	62	72.09	59	68.60
黄瓜	11	11	100.00	11	100.00	11	100.00
番茄	102	67	65.69	71	69.61	69	67.65
茼蒿	4	1	25.00	0	0.00	0	0.00
瓠瓜	4	4	100.00	4	100.00	4	100.00
西瓜	3	0	0.00	0	0.00	0	0.00
合计	210	144	68.57	148	70.48	143	68.10

和新型杀菌剂的抗药性情况,指导生产实践,对采自长三角不同地区、不同寄主上的 210 株灰霉病菌菌株对咯菌腈和啞酰菌胺的抗药性进行检测。由表 4 可知,在 210 株灰霉病菌菌株中,未检测到对咯菌腈产生抗药性的菌株,说明咯菌腈对灰霉病菌具有较好的防治效果。关于灰霉病菌对啞酰菌胺的抗药性,检测啞酰菌胺对孢子萌发的抑制效果,灰霉病菌并未能在试验过程中全部产孢,产孢率较低,经过孢子诱导条件的优化,仍有 59 株灰霉病菌未能成功产孢,产孢率为 71.90%,因此最终检测 151 株成功产孢的灰霉病菌对啞酰菌胺的抗药性。

表 4 长三角不同地区果蔬灰霉病菌对咯菌腈和啞酰菌胺的抗性频率

地区	咯菌腈			啞酰菌胺		
	检测菌株数(株)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	产孢菌株数(株)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)
盐城	28	0	0	10	0	0.00
淮安	8	0	0	4	2	50.00
镇江	20	0	0	15	0	0.00
扬州	24	0	0	11	0	0.00
南通	24	0	0	18	1	5.56
苏州	42	0	0	38	10	26.32
上海	42	0	0	38	3	7.89
嘉善	12	0	0	8	4	50.00
宁波	10	0	0	9	3	33.33
合计	210	0	0	151	23	15.23

由表 4、表 5 可知,全部检测的 151 株成功产孢的灰霉病菌中,在 5.0 μg/mL 鉴别浓度下,检测到 23 株对啞酰菌胺产生抗药性的菌株,抗性频率为 15.23%。从不同地区菌株的抗性频率来看,不同地区之间菌株抗性差异较大,淮安、嘉

善、宁波等地区菌株的抗性频率较高,但由于检测的菌株数量较少,须要进行后续的菌株采集和抗药性检测工作,进一步评价这 3 个地区菌株的抗药性;苏州地区的菌株抗性频率较高,达到 26.32%;南通、上海等地区的菌株抗性频率较低,盐城、镇江、扬州等地区未发现对啞酰菌胺产生抗药性的菌株。对于采自不同寄主菌株的抗药性来说,黄瓜和瓠瓜上的灰霉病菌抗药性较高,茼蒿和西瓜上未发现对啞酰菌胺产生抗药性的菌株,但因菌株数量较少,须要进行后续的菌株采集和抗药性检测工作,进一步评价上述 4 种寄主上灰霉病菌的抗药性;在草莓和番茄上发现了抗性菌株,但抗性频率也较低。综上所述,在长三角地区部分地区不同果蔬品种上检测到对啞酰菌胺产生抗性的菌株,但抗性频率较低。

表 5 长三角地区不同种果蔬作物上灰霉病菌对咯菌腈和啞酰菌胺的抗性频率

地区	咯菌腈			啞酰菌胺		
	检测菌株数(株)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)	产孢菌株数(株)	抗性菌株数(株)	抗性频率(%)
草莓	86	0	0	57	9	15.79
黄瓜	11	0	0	7	3	42.86
番茄	102	0	0	80	9	11.25
茼蒿	4	0	0	1	0	0.00
瓠瓜	4	0	0	4	2	50.00
西瓜	3	0	0	2	0	0.00
合计	210	0	0	151	23	15.23

3 讨论与结论

灰霉病菌给农业生产造成了极其严重的危害<sup>[16-17]</sup>,长期以来用于防治果蔬灰霉病的传统杀菌剂主要包括啞霉胺、

多菌灵、腐霉利等<sup>[18]</sup>。这些传统的化学防治药剂均已发现抗性菌株,这些药剂在农业生产中的防治效果较差,在国内外关于很多地区都相继报道了灰霉病病菌对一些传统的化学防治药剂产生了较高的抗药性<sup>[18-20]</sup>。

本研究综合评价了长三角不同地区不同寄主上的灰霉病病菌对上述 3 种传统杀菌剂的抗药性情况,结果表明,从长三角 9 个地区、6 种果蔬作物采集分离得到的 210 株灰霉病病菌,对 3 种杀菌剂均表现出很高的抗性水平,抗性频率分别为 68.57%、70.48%、68.10%。除扬州地区外,其他 8 个地区的灰霉病病菌均对上述 3 种杀菌剂产生了较高抗药性;除采自部分寄主上的灰霉病病菌菌株数较少外,草莓、黄瓜、番茄上的灰霉病病菌对上述 3 种杀菌剂均产生了较高抗药性。表明 3 种传统型对长三角地区灰霉病的防治效果较差,说明在农业生产中须要选择新型替代杀菌剂防治果蔬灰霉病。

咯菌腈和啮酰菌胺是防治果蔬灰霉病效果较好的新型杀菌剂<sup>[21]</sup>,检测采自长三角地区的 210 株灰霉病病菌对这 2 种杀菌剂的抗药性,未发现对咯菌腈产生抗药性的菌株,说明咯菌腈对灰霉病病菌具有较好的防治效果,对咯菌腈的使用应做好抗性预防工作。

在成功产孢的 159 株灰霉病病菌菌株中,检测到对啮酰菌胺产生抗性的菌株有 23 株,抗性频率为 15.23%,抗性频率较低;除了部分检测菌株数较少的地区外,苏州地区灰霉病病菌对啮酰菌胺的抗药性较高,抗性频率达 26.32%;说明啮酰菌胺对灰霉病的总体防治效果较好,但部分地区的灰霉病病菌对啮酰菌胺已经产生了较高的抗药性。Veloukas 等证实,近年来由于该药剂的大量使用,已经导致啮酰菌胺对灰霉病病菌的防治效果下降<sup>[22]</sup>。纪军建等的研究也表明,咯菌腈在防治灰霉病时可作为首选药剂,啮酰菌胺在防治灰霉病时可作为候选药剂<sup>[23]</sup>。

综上所述,咯菌腈在防治灰霉病时效果最好,啮酰菌胺的效果次之,检测到对啮酰菌胺产生抗性的菌株,药剂的田间使用应做好抗性预防工作,同时注意抗药性暴发的风险;对不同地区、不同寄主上的灰霉病病菌的抗药性进行重点监测,指导科学用药。在药剂抗性严重的地区或寄主上,应减少该类药剂的使用次数或使用量,尽量避免单剂使用。建议停止使用啮霉胺、多菌灵、腐霉利等高抗药剂,推荐使用吡咯类杀菌剂,如咯菌腈等,或烟酰胺类杀菌剂,如啮酰菌胺等,但使用时仍应注意药剂的用量,并注意与不同作用机制的杀菌剂复配或交替使用。

## 参考文献:

- [1] 纪军建,张小风,王文桥,等. 番茄灰霉病防治研究进展[J]. 中国农学通报,2012,28(31):109-113.
- [2] 李保聚,朱国仁. 番茄灰霉病发展症状诊断及综合防治[J]. 植物保护,1998,24(6):18-20.
- [3] 刘波,叶钟音,刘经芬,等. 对多菌灵、速克灵具多重抗性的灰霉病菌菌株性质的研究[J]. 南京农业大学学报,1993,16(3):50-54.
- [4] Chapeland F, Fritz R, Lanen C, et al. Inheritance and mechanisms of resistance to anilopyrimidine fungicides in *Botrytis cinerea* (*Botryotinia fuckeliana*) [J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 1999, 64(2): 85-100.
- [5] 潘以楼,朱桂梅,郭建. 江苏草莓灰霉病菌对 5 种杀菌剂的抗药性[J]. 江苏农业学报,2013,29(2):299-304.
- [6] 湛江华,姚红燕,王丽丽,等. 宁波设施蔬菜灰霉病菌对腐霉利和啮霉胺的抗药性检测[J]. 宁波农业科技,2016(1):6-8.
- [7] 张从宇,张子学,崔广荣. 安徽省番茄灰霉菌抗药性测定和治理[J]. 植物保护,2006,32(3):32-34.
- [8] Myresiotis C K, Karaoglanidis G S, Tzavellaklonari K. Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxanil, dicarboximide fungicides [J]. Plant Disease, 2007, 91(4): 407-413.
- [9] 颜范勇,刘冬青,司马利锋,等. 新型烟酰胺类杀菌剂——啮酰菌胺[J]. 农药,2008,47(2):132-135.
- [10] 唐朝,晋知文,谢学文,等. 啮酰菌胺对黄瓜灰霉病防治效果的综合评价[J]. 中国蔬菜,2016(2):51-55.
- [11] Avenot H F, Michailides T J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi [J]. Crop Protection, 2010, 29(7): 643-651.
- [12] 余玲,刘慧平,韩巨才,等. 山西省灰霉菌对啮酰菌胺的敏感性测定[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2012,32(3):232-234.
- [13] Yarden O, Katan T. Mutations leading to substitutions at amino acids 198 and 200 of beta-tubulin that correlate with benomyl-resistance phenotypes of field strains of *Botrytis cinerea* [J]. Phytopathology, 1993, 83(12): 1478-1483.
- [14] Yin Y N, Kim Y K, Xiao C L. Molecular characterization of boscalid resistance in field isolates of *Botrytis cinerea* from apple [J]. Phytopathology, 2011, 101(8): 986-995.
- [15] 潘金菊,刘峰,慕卫,等. 黄瓜炭疽病菌对杀菌剂敏感性的优化测定方法研究[J]. 农药科学与管理,2005,26(6):20-22,19.
- [16] 牛贞福,徐金强,田召玲,等. 诱抗剂对番茄植物学性状和灰霉病抗性的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(2):103-105.
- [17] 杨勇,王建华,吉沐祥,等. 植物源农药丁香酚与苦参碱及其混配对葡萄灰霉病的毒力测定及田间药效[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):160-163.
- [18] Elad Y, Yunis H, Katan T. Multiple fungicide resistance to benzimidazoles, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel [J]. Plant Pathology, 1992, 41(1): 41-46.
- [19] 周明国,叶钟音,刘经芬. 南京市郊灰霉菌对苯并咪唑类杀菌剂田间抗性的检测[J]. 南京农业大学学报,1987,10(2):53-57.
- [20] Sun H Y, Wang H C, Chen Y, et al. Multiple resistance of *Botrytis cinerea* from vegetable crops to carbendazim, diethofencarb, procymidone, and pyrimethanil in China [J]. Plant Disease, 2010, 94(5): 551-556.
- [21] Bardas G A, Veloukas T, Koutita O, et al. Multiple resistance of *Botrytis cinerea* from kiwifruit to SDHIs, QoIs and fungicides of other chemical groups [J]. Pest Management Science, 2010, 66(9): 967-973.
- [22] Veloukas T, Leroy M, Hahn M A. Detection and molecular characterization of boscalid-resistant *Botrytis cinerea* isolates from strawberry [J]. Plant Disease, 2011, 95(10): 1302-1307.
- [23] 纪军建,张小风,韩秀英,等. 8 种杀菌剂对番茄灰霉病菌的毒力及田间番茄灰霉病菌对咯菌腈的敏感性[J]. 植物保护,2012,38(6):144-146,150.