

杨 勇,王建华,吉沐祥,等. 植物源农药丁子香酚与苦参碱及其混配对葡萄灰霉病的毒力测定及田间防效[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):160-163.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.047

# 植物源农药丁子香酚与苦参碱及其混配对葡萄灰霉病的毒力测定及田间防效

杨 勇,王建华,吉沐祥,吴 祥,陈宏州,李国平

(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所,江苏句容 212400)

**摘要:**为筛选防治葡萄灰霉病的高效低毒新型植物源复配杀菌剂,降低有效用药量,提高防治效果,减少和替换对葡萄灰霉病菌产生抗药性的一些常用化学杀菌剂。采用菌丝生长速率法测定植物源农药丁子香酚、苦参碱及其混配制剂对葡萄灰霉病菌的毒力,并通过田间试验评价其对葡萄灰霉病的防治效果。结果表明,丁子香酚与苦参碱及 6:1、3:1、1:1、1:3、1:6 混配组合对葡萄灰霉病菌的  $EC_{50}$  (半最大效应浓度) 值分别为 1.454 7、357.536 9、0.384 8、0.757 5、1.312 0、2.087 3、4.960 1  $\mu\text{g/mL}$ ; 5 种混配组合对葡萄灰霉病菌的增效系数 (SR) 分别为 4.41、2.56、2.21、2.75、2.00, 几种配比均具有明显增效作用,其中以 6:1 混配的组合增效系数最大。田间防效调查结果表明,0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 500 倍液 (高浓度)、0.5% 丁子香酚可溶液剂 375 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 750 倍液 (中浓度)、0.5% 丁子香酚可溶液剂 500 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 1 000 倍液 (低浓度)、0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液、1.3% 苦参碱水剂 500 倍液对葡萄灰霉病防治效果分别为 86.31%、67.03%、55.34%、80.14%、57.73%。丁子香酚和苦参碱 6:1~1:6 混配对葡萄灰霉病菌均增效明显,果穗套袋前采用 0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 500 倍液混用浸果处理后套袋,采收前调查对葡萄灰霉病害防效为 85% 以上,明显优于各单剂和中、低浓度混配处理的防效。

**关键词:**葡萄灰霉病;丁子香酚;苦参碱;复配;抑制活性;田间防效

**中图分类号:**S436.631.1<sup>+</sup>9

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2016)12-0160-04

灰霉病是由灰葡萄孢 (*Botrytis cinerea* Pers.) 引起的真菌病害,腐生性强、寄主广泛,已报道的就超过 200 种。在葡萄生产上,灰霉病是常见病害,也是最严重的病害之一,每年因灰霉病造成的葡萄损失为 20% 左右,发病严重的果园损失高达 50%<sup>[1]</sup>。该病主要侵染葡萄的花冠、花序、果实、叶片及新梢,同时也会对贮藏期的葡萄造成严重危害,如何有效控制灰霉病的发生成为葡萄产业的当务之急。

目前对葡萄灰霉病的防治大多还是使用化学药剂,然而灰葡萄孢菌具有高基因漂移潜力、种群尺度较大、繁殖速度快、遗传变异大、适合度高<sup>[2-4]</sup>,加之用药不科学,多年持续使用单一药剂,造成灰霉病菌对一些杀菌剂 (苯并咪唑类、二甲酰亚胺类、氨基甲酸酯类) 产生了抗药性,甚至出现多重抗药性,导致药剂对葡萄灰霉病的田间防效大幅下降,给病害防治带来很多困难<sup>[5-6]</sup>。灰霉病菌对苯并咪唑类、二甲酰亚胺类及氨基甲酸酯类农药的多重抗药性类型有 RRS 型 (R 表示抗, S 表示感, RRS 即为对前 2 类杀菌剂已有抗药性而对后 1 类尚敏感)、RSS 型、SSR 型和 RRR 型,前人研究发现,我国各

地区葡萄灰霉病菌对 3 类药剂出现不同程度的抗药性,对苯并咪唑类的抗药性已普遍存在<sup>[7]</sup>。丁子香酚是存在于桃金娘科丁子香属植物丁香 (*Eugenia caryophyllato* Thunb) 中的一种有香味的挥发性物质。20 世纪 90 年代,国内首次将丁子香酚研发作为蔬菜等作物的杀菌剂<sup>[8]</sup>,作为治疗性杀菌剂,丁子香酚具有杀菌谱广、毒性低的特点,能迅速治疗多种农作物、水果感染的真菌、细菌性病害<sup>[9-11]</sup>,如灰葡萄孢菌、腐霉菌、镰刀菌、双疫霉菌等<sup>[12]</sup>。苦参碱是由苦参的根、茎、叶和果实经乙醇等有机溶剂提取制成,主要成分为生物碱和黄酮类,被广泛应用于临床医学。近年来,国内逐渐开发出苦参碱农药,应用于防治果蔬、茶叶、烟草等作物的病虫害,并取得了良好防效<sup>[13]</sup>。丁子香酚与苦参碱作用机理各异,2 种药剂复配既具有保护作用又具有治疗作用,或许有利于克服或延缓葡萄灰霉病菌抗药性的发展,提高防治效果。为了进一步明确丁子香酚和苦参碱混配对控制葡萄灰霉病菌是否具有增效作用,本试验进行了丁子香酚和苦参碱的混合物联合毒力测定,通过田间药效试验评价了 2 种制剂混用对葡萄灰霉病的防治效果,旨在明确丁子香酚与苦参碱混配对葡萄灰霉病的毒力及合理配比,以及田间对葡萄果穗灰霉病的实际防效,为减少和替代化学农药,防止化学抗药性和残留,提高果品安全品质,寻求有效防治葡萄灰霉病的生物产品提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 室内抑菌活性测定

#### 1.1.1 试验时间与地点 于 2014 年 4—7 月在江苏丘陵区

收稿日期:2016-05-16

基金项目:国家科技富民强县专项 (编号:BN20156222);江苏省农业科技自主创新资金 [编号:CX(14)2056]。

作者简介:杨 勇 (1990—),男,安徽宣城人,硕士,研究实习员,主要从事果树栽培与植保研究。Tel: (0511) 80978060; E-mail: y10656@163.com。

通信作者:吉沐祥,研究员,主要从事果树植保与农药开发研究。Tel: (0511) 80978060; E-mail: jilvdun2800@163.com。

区镇江农业科学研究所现代农业研究室实验室进行。

1.1.2 供试菌株 葡萄灰霉病菌,采自江苏省句容市华阳镇葡萄园,由江苏丘陵地区镇江农业科学研究所植保研究室分离、鉴定、保存备用。菌株保存于马铃薯蔗糖琼脂(PSA)斜面上(4℃)。

1.1.3 供试药剂 20% 丁子香酚(eugenol)水剂(江苏剑牌农化股份有限公司);5% 苦参碱(matrine)母药(北京三浦百草绿色植物制剂有限公司);1.3% 苦参碱水剂(山西德威生化有限责任公司);0.3% 丁子香酚可溶液剂(江苏省南通神雨绿色药业有限公司)。

1.1.4 仪器设备 电子天平(感量 0.1 mg)、GZP-300A 培养箱、直径为 75 mm 的培养皿、三角瓶、移液器、移液管、洗耳球、打孔器、接种刀等。

### 1.1.5 试验方法

1.1.5.1 药液的配制及浓度设计 (1)母液配制:将 20% 丁子香酚水剂和 5% 苦参碱母药用适量丙酮溶解后加 10% 吐温 80,配制成 1 000 μg/mL 母液置于 4℃ 冰箱中备用。(2)各药剂单剂与复配剂的浓度设计:丁子香酚在含药 PSA 培养基中的有效成分浓度设计为:50.000 000、25.000 000、12.500 000、6.250 000、3.125 000、1.562 500、0.781 250、0.390 625 μg/mL;苦参碱在含药 PSA 培养基中的有效成分浓度设计为:100.000 00、50.000 00、25.000 00、12.500 00、6.250 00、3.125 00、1.562 50、0.781 25 μg/mL;丁子香酚:苦参碱(6:1、3:1、1:1、1:3 和 1:6)混配在含药 PSA 中的有效成分浓度设计均为:50.000 000、25.000 000、12.500 000、6.250 000、3.125 000、1.562 500、0.781 250、0.390 625 μg/mL。单剂与混配剂的有效成分浓度设计均为 7 个不同浓度梯度含药 PSA 培养基。

除母液外,所有试验药剂系列有效成分浓度的药液均为现配现用。

1.1.5.2 杀菌剂对葡萄灰霉病菌的室内毒力测定 采用菌丝生长速率法<sup>[14]</sup>,将各单剂与混配剂的药液依次稀释至所需浓度,然后将 1 mL 药液与 9 mL 培养基在培养皿内混匀,制成含系列浓度药剂的 PSA 培养基,采用无菌水作空白对照,各处理重复 4 次。将保留的葡萄灰霉病菌转接到 PSA 平皿中,在 25℃ 下活化 72 h,然后在近菌落边缘用打孔器制取直径为 5 mm 的菌饼,并转接到含药的 PSA 平皿和空白对照中。25℃ 培养 96 h,待对照中菌落约长至平皿直径的 4/5 时,采用十字交叉法量取菌落直径。

计算菌落直径均值,并按照下列公式计算菌丝生长平均抑制率:

菌丝生长平均抑制率 = [(对照菌落直径均值 - 处理菌落直径均值) / (对照菌落直径均值 - 接种菌饼直径)] × 100%。取抑制率在 5% ~ 95% 的数据,采用 DPS 13.0 专业版数据处理系统,计算出药剂对葡萄灰霉病菌菌丝生长抑制的回归方程、 $EC_{50}$  及其 95% 置信限。

1.1.5.3 联合作用评价方法 根据 Wadley 法<sup>[14]</sup>,计算增效系数(SR)。根据增效系数评价药剂混用的联合作用类型,即  $SR < 0.5$  为拮抗作用,  $0.5 \leq SR \leq 1.5$  为相加作用,  $SR > 1.5$  为增效作用。

$$SR = EC_{50}(E_{th}) / EC_{50}(E_{ob}); \quad (1)$$

$$EC_{50}(E_{th}) = (a + b) / [(a/EC_{50}A) + (b/EC_{50}B)]。 \quad (2)$$

式中: $A$ 、 $B$  分别为丁子香酚和苦参碱单剂; $EC_{50}A$ 、 $EC_{50}B$  分别为丁子香酚和苦参碱单剂的  $EC_{50}$  值; $a$ 、 $b$  分别为丁子香酚和苦参碱单剂在混剂中的比例; $EC_{50}(E_{th})$  为混剂  $EC_{50}$  理论值; $EC_{50}(E_{ob})$  为混剂  $EC_{50}$  实测值。

### 1.2 杀菌剂对葡萄灰霉病的田间防效试验

田间试验于 2015 年在句容市华阳镇下甸村农户葡萄园进行,葡萄品种为夏黑,树龄 5 年,栽培方式为篱架。试验设 0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 500 倍液、0.5% 丁子香酚可溶液剂 375 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 750 倍液、0.5% 丁子香酚液 500 倍液 + 1.3% 苦参碱 1 000 倍液(以下分别简称高浓度、中浓度、低浓度)、0.5% 丁子香酚 250 倍液、1.3% 苦参碱 500 倍液及清水对照 6 个处理,每处理重复 3 次,随机区组排列,每小区供试葡萄树 3 株。

果粒直径约为 1 cm 时选择晴好天气上午浸果处理,当天下午套袋,果实成熟后摘袋调查病果率。每个处理取 10 个果穗,记录调查总果粒数、病果粒数,计算病果率及防治效果。葡萄灰霉病以病果率表示各处理区的发病情况。

病果率 = (病果数 / 调查总果数) × 100%;

防治效果 = (对照区病果率 - 处理区病果率) / 对照区病果率 × 100%。 (3)

## 2 结果与分析

### 2.1 室内抑菌活性测定研究

2.1.1 丁子香酚与苦参碱对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制作用 从表 1 可看出,当丁子香酚的浓度为 0.390 625 ~ 50.000 000 μg/mL 时,对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制率为 29.15% ~ 93.47%;当苦参碱药剂处理浓度为 0.781 25 ~ 100.000 00 μg/mL 时,对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制率为 6.03% ~ 38.19%。这表明 2 种杀菌剂对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制活性以及对葡萄灰霉病菌菌丝生长的最低抑制浓度(MIC 值)有差异。

表 1 丁子香酚与苦参碱对葡萄灰霉病菌的抑制效果(72 h)

杀菌剂	处理浓度 (μg/mL)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)
丁子香酚(A)	50.000 000	8.25	93.47
	25.000 000	11.25	87.44
	12.500 000	14.75	80.40
	6.250 000	17.50	74.87
	3.125 000	24.00	61.81
	1.562 500	29.50	50.75
	0.781 250	34.75	40.20
	0.390 625	40.25	29.15
	100.000 00	35.75	38.19
苦参碱(B)	50.000 00	39.50	30.65
	25.000 00	42.25	25.13
	12.500 00	44.75	20.10
	6.250 00	47.50	14.57
	3.125 00	48.50	12.56
	1.562 50	50.25	9.05
	0.781 25	51.75	6.03
	0.000 00	54.75	
	CK	0.000 00	54.75

注:菌落直径含菌饼 5 mm。下表同。

2.1.2 丁子香酚与苦参碱混配对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制作用 从表 2 可看出,丁子香酚与苦参碱混配组合不同处理浓度对灰霉病菌表现不同程度的抑制作用。丁子香酚与苦参碱 5 种混配组合的浓度为 0.390 625 ~ 50.000 000 μg/mL 时,6:1、3:1、1:1、1:3 和 1:6 配比的

混配组合对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制率分别为 52.76%~91.46%、44.22%~90.45%、34.67%~87.44%、26.13%~84.92%、18.09%~81.41%。表明丁子香酚与苦参碱混配组合不同处理浓度对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制活性和最低抑制浓度(MIC 值)有较大差异。

表 2 丁子香酚与苦参碱混配对葡萄灰霉病菌的抑制效果(72 h)

复配组合处理浓度 (μg/mL)	6:1(A:B)		3:1(A:B)		1:1(A:B)		1:3(A:B)		1:6(A:B)	
	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)
50.000 000	9.25	91.46	9.75	90.45	11.25	87.44	12.50	84.92	14.25	81.41
25.000 000	11.75	86.43	12.25	85.43	13.50	82.91	15.25	79.40	17.50	74.87
12.500 000	14.25	81.41	14.75	80.40	15.25	79.40	17.50	74.87	24.50	60.80
6.250 000	17.50	74.87	18.50	72.86	17.50	74.87	21.50	66.83	29.50	50.75
3.125 000	20.25	69.35	22.75	64.32	24.50	60.80	26.50	56.78	34.25	41.21
1.562 500	23.25	63.32	25.75	58.29	29.75	50.25	31.25	47.24	37.50	34.67
0.781 250	25.75	58.29	29.75	50.25	34.25	41.21	36.75	36.18	42.25	25.13
0.390 625	28.50	52.76	32.75	44.22	37.50	34.67	41.75	26.13	45.75	18.09
CK	54.75		54.75		54.75		54.75		54.75	

2.1.3 丁子香酚、苦参碱及其混配剂对葡萄灰霉病菌的毒力测定 2 种单剂和 5 种复配组合对葡萄灰霉病菌的作用模型见表 3,浓度对数与防治效果概率值的相关系数均 ≥0.991 7,说明防治效果概率值的变异有 99.17%或以上来自浓度对数的变异,表明用所得模型表达浓度对数与防治效果概率值的关系可行。表 3 数据表明,丁子香酚、苦参碱单剂对葡萄灰霉病菌的 EC<sub>50</sub> 分别为 1.454 7、357.536 9 μg/mL,丁子香酚对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制活性高于苦参碱。从表 3 中也可看出,丁子香酚与苦参碱分别以质量比 6:1、3:1、1:1、1:3 和 1:6 混配后对葡萄灰霉病菌菌丝生长抑

制的 EC<sub>50</sub> 分别为 0.384 8、0.757 5、1.312 0、2.087 3、4.960 1 μg/mL,丁子香酚与苦参碱分别以质量比 6:1、3:1 和 1:1 混配后对灰霉病菌的抑制作用均强于各单剂;5 种混配组合对葡萄灰霉病菌的增效系数(SR)分别为 4.41、2.56、2.21、2.75 和 2.00,根据 Wadley 评价法,增效系数(SR)均大于 1.5,表现出增效作用,其中以质量比 6:1 混配,增效系数(SR)最高,为 4.41。因此,从整体上判断丁子香酚和苦参碱混配剂对葡萄灰霉病菌的抑制作用较好,并且推荐的最佳混配比为 6:1。

表 3 丁子香酚、苦参碱及不同配比对葡萄灰霉病菌的毒力

药剂	回归方程	相关系数 (r)	EC <sub>50</sub> (E <sub>0h</sub> )及其 95%置信限(μg/mL)	EC <sub>50</sub> (E <sub>1h</sub> ) (μg/mL)	增效系数 (SR)
丁子香酚(A)	y=4.843 7+0.960 4x	0.998 7	1.454 7(1.344 9~1.573 6) 357.536 9(293.851 5~435.024 7)		
苦参碱(B)	y=3.528 8+0.576 2x	0.998 2			
A:B(6:1)	y=5.252 2+0.608 2x	0.993 0	0.384 8(0.291 5~0.508 0)	1.696 0	4.41
A:B(3:1)	y=5.084 0+0.695 9x	0.997 4	0.757 5(0.660 9~0.868 1)	1.937 0	2.56
A:B(1:1)	y=4.909 1+0.770 9x	0.991 7	1.312 0(1.066 2~1.614 5)	2.897 6	2.21
A:B(1:3)	y=4.746 5+0.793 3x	0.996 4	2.087 3(1.853 1~2.351 1)	5.748 6	2.75
A:B(1:6)	y=4.406 3+0.853 6x	0.996 3	4.960 1(4.446 7~5.532 8)	9.940 2	2.00

注:x 为对数浓度,y 为抑制率概率值。

2.2 田间防治效果试验

为了进一步验证丁子香酚和苦参碱混用组合对葡萄灰霉病的防治效果,特进行了田间防治效果试验。从药后 50 d 采摘前调查对葡萄灰霉病病粒防治效果(表 4)可以看出,混用组合高浓度防效为 86.31%,显著高于 2 个单剂和混用组合中浓度及低浓度,而 0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液单剂对灰霉病的防效也达到了 80% 以上,显著高于混合组合中、低浓度。因此,葡萄灰霉病防治效果,以高浓度混用组合最优,0.5% 丁子香酚可溶液剂 250 倍液对套袋前浸果处理也有较好防效。

2.3 安全性调查

套袋前浸果处理施药后的 10、30、50 d(采收时)拆袋目测观察,各处理区葡萄果实生长发育正常,无明显药害或药

斑,表明供试药剂在试验剂量范围内对葡萄果穗安全。

3 结论与讨论

灰霉病是广泛分布于全世界葡萄种植国家和地区的重要病害,它严重影响了葡萄的产量和质量。传统防治灰霉病的药剂如腐霉利、啞霉胺、多菌灵、百菌清等由于使用频繁,灰霉病菌部分药剂已产生抗药性,防效较差。严红等通过检测葡萄灰霉病菌对苯并咪唑类、二甲酰亚胺类、氨基甲酸酯类杀菌剂的抗药性发现,葡萄灰霉病菌对多菌灵的抗药性严重,为 83.5%,对腐霉利和乙霉威的抗药性频率分别为 14.7% 和 17.4%,抗药性处于发展阶段<sup>[7]</sup>。张玮等研究表明,中国葡萄灰霉病菌对啞霉胺的抗药性频率为 22.22%~62.50%,抗药性普遍,并与多菌灵、腐霉利、乙霉威均存在交互抗药性<sup>[15]</sup>。

表 4 丁子香酚和苦参碱混用不同浓度与单剂对葡萄灰霉病的田间防效

处理	果穗灰霉病(药后 50 d)			
	平均果粒数 (粒/穗)	平均发病粒数 (粒/穗)	平均发病果粒率 (%)	平均果粒防效 (%)
0.5% 丁子香酚可溶性液剂 250 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 500 倍液(高浓度)	49.80	1.30	2.61	86.31a
0.5% 丁子香酚可溶性液剂 375 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 750 倍液(中浓度)	50.00	2.00	4.00	67.03c
0.5% 丁子香酚可溶性液剂 500 倍液 + 1.3% 苦参碱水剂 1 000 倍液(低浓度)	58.00	3.50	6.03	55.34e
0.5% 丁子香酚可溶性液剂 250 倍液	61.60	3.70	5.18	80.14b
1.3% 苦参碱水剂 500 倍液	48.11	3.44	7.16	57.73d
CK	53.80	9.20	17.10	

本研究采用室内毒力测定与田间药效试验相结合的方法,测试了丁子香酚、苦参碱及其混配组合对葡萄灰霉病的防治效果。试验结果表明,通过室内毒力测定,丁子香酚和苦参碱对葡萄灰霉病菌均具有抑菌活性,其中丁子香酚对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制活性明显高于苦参碱。在单剂毒力的基础上,结合不同杀菌剂的作用机理,选择丁子香酚和苦参碱进行不同配比的毒力测定。试验发现 5 个配比(6:1、3:1、1:1、1:3、1:6)均表现为明显增效作用,其中丁子香酚、苦参碱 6:1 混配对葡萄灰霉病菌菌丝生长的抑制活性最好,增效作用最高。将筛选出的新型混剂进行田间小区试验,将丁子香酚和苦参碱进行不同稀释倍数混配处理。结果表明,0.5% 丁子香酚 250 倍液 + 1.3% 苦参碱 500 倍液,对葡萄灰霉病的防效达到了 85% 以上,室内毒力测定与田间药效试验结果基本相符,室内表现抑菌效果较好的混配剂组合在田间防效最高。在试验浓度条件下浸果处理该药剂对葡萄果穗安全,无药害发生。因此,丁子香酚和苦参碱混配可作为生产上防控葡萄灰霉病的植物源新药剂。

由此可见,植物源农药丁子香酚和苦参碱复配或混用防治葡萄灰霉病可行,研究结果为生产中减少和替代化学农药,减少化学农药残留和提高葡萄安全品质提供了试验依据,从而为葡萄病害的防治提供了新方法,具有较好的应用前景,但在对叶部和花穗灰霉病及其他病害防治等方面还有待进一步研究。

参考文献:

[1]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.  
[2]丁 中,刘 峰,王会利,等. 番茄灰霉菌的多重抗药性研究[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2001,32(4):452-456.  
[3]Bouchra C, Achouri M, Hassani L M I, et al. Chemical composition

and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan labiatae against *Botrytis cinerea* Pers [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2003,89(1):165-169.  
[4] Elad Y, Yunis H, Katan T. Multiple fungicide resistance to benzimidazole, dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Botrytis cinerea* in Israel[J]. Plant Pathology,1992,41(1):41-46.  
[5]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.  
[6] Leroux P, Chapeland F, Desbrosses D, et al. Patterns of cross - resistance to fungicides in *Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*) isolates from French vineyards[J]. Crop Protection,1999,18(10):687-697.  
[7]严 红,燕继晔,王忠跃,等. 葡萄灰霉病菌对 3 种杀菌剂的多重抗药性检测[J]. 果树学报,2012,29(4):625-629.  
[8]肖 曲. 丁子香酚在番茄-土壤系统中的残留降解动态研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2005.  
[9]黄家南. 灰霜特防治龙眼花果病害试验初报[J]. 广西热作科技,1999(4):20-22.  
[10]黄家南. 灰霜特防治香蕉炭疽病试验初报[J]. 福建果树,2000(1):48.  
[11]岑贞陆,陈永宁. 灰霜特防治水稻细菌性条斑病试验[J]. 广西农业科学,2001(1):20-21.  
[12]陈 莉,戴荣彩,陈家梅,等. 丁子香酚在番茄和土壤中的残留动态[J]. 农药,2006,45(2):116-118.  
[13]豆 卫,王俊梅,谭成虎,等. 苦参碱防治荒漠草地蝗虫试验研究[J]. 草业科学,2010,27(3):153-156.  
[14]农业部农药检定所. NY/T 11156.6—2006 农药室内生物测定试验准则杀菌剂第 6 部分:混配的联合作用测定[S]. 北京:中国农业出版社,2006:1-2.  
[15]张 玮,乔广行,黄金宝,等. 中国葡萄灰霉病菌对啮霉胺的抗药性检测[J]. 中国农业科学,2013,46(6):1208-1212.