

张俊有,张栋源,蒋家珍. 采用半果接种法研究几种杀菌剂对芒果炭疽病的防治效果[J]. 江苏农业科学,2020,48(24):102-107.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.24.019

采用半果接种法研究几种杀菌剂对芒果炭疽病的防治效果

张俊有¹, 蒋家珍²

(1. 山东省莱州市程郭镇农业综合服务站,山东莱州 261437; 2. 中国农业大学理学院,北京 100094)

摘要:本试验采用孢子萌发法进行室内毒力测定,研究咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等 5 种杀菌剂在 5 个浓度下对芒果炭疽菌孢子萌发的抑制效果,计算出 5 种杀菌剂对芒果炭疽菌的 EC_{50} ,并进行多重比较。结果表明咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽菌的 EC_{50} 分别为 4.493、1.596、180.438、12.830、181.810 mg/L,异菌脲抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果最好;采用半果接种法进行活体试验,研究咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等 5 种杀菌剂在 5 个浓度下对芒果炭疽病的防治效果,并进行多重比较,结果表明异菌脲对芒果炭疽病的防治效果最好。

关键词:芒果炭疽病;生物测定;孢子萌发法;半果接种法;杀菌剂

中图分类号: S436.67⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)24-0102-06

芒果肉质细腻,味道鲜美,深受消费者的喜爱,是我国经济价值很高的水果。芒果炭疽病是芒果储藏期的一种重要病害,常造成巨大的经济损失。芒果炭疽病的病原为胶孢炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*),果实在发病初期出现黑色斑点,之

后病斑扩大,形成黑色的圆形、椭圆形或不规则病斑,病斑处常凹陷,在潮湿环境下病斑处常产生红色的孢子堆,最后整个果实变黑腐烂。使用化学杀菌剂是防治植物储藏期病害的主要方法之一^[1]。本试验利用发病芒果进行病原菌的采集^[2-6]、分离^[6]、培养、转接,并通过采用孢子萌发法^[7-12]进行室内毒力测定来研究咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等 5 种杀菌剂在 5 个浓度下对芒果炭疽菌孢子萌发的抑制效果,通过半果接种法进行活体试验来研究咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯和鲜保 A 等 5 种杀菌剂在 5 个浓度下对芒果炭疽病的防治效果。

收稿日期:2019-08-22

基金项目:国家自然科学基金(编号:21772229)。

作者简介:张俊有(1968—),男,山东烟台人,高级农艺师,主要从事农业技术推广服务、农产品储藏、农产品质量安全工作。E-mail: 953868757@qq.com。

通信作者:蒋家珍,博士,副教授,研究方向为农药生物测定。E-mail:jiangjiazen@cau.edu.cn。

[36] 岳丹丹. 透骨草中化学成分及其神经细胞保护活性研究[D]. 沈阳:沈阳化工大学,2020.

[37] 黄明远. 紫花苜蓿化学成分和生物活性研究[D]. 沈阳:沈阳化工大学,2018.

[38] Cavasotto C N, Abagyan R A. Protein flexibility in ligand docking and virtual screening to protein kinases [J]. Journal of Molecular Biology, 2004, 337(1): 209-225.

[39] 林子峰, 黄新安, 徐培平, 等. 基于虚拟筛选的热毒宁抗 HRV 3C 蛋白酶抑制剂作用的研究[J]. 中药药理与临床, 2017, 33(4): 142-146.

[40] Grossmann K, Ehrhardt T. On the mechanism of action and selectivity of the corn herbicide topramezone: a new inhibitor of 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase [J]. Pest Management Science, 2007, 63(5): 429-439.

[41] Jeanmart S, Edmunds A J F, Lamberth C, et al. Synthetic approaches to the 2010-2014 new agro-chemicals [J]. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 2016, 24(3): 317-341.

[42] Wang D W, Lin H Y, Cao R J, et al. Synthesis and herbicidal activity of triketone quinoline hybrids as novel 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase inhibitors [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(23): 5587-5596.

[43] Lei K, Hua X W, Tao Y Y, et al. Discovery of (2-benzoyl-1-ol)-containing 1,2-benzothiazine derivatives as novel 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) inhibiting-based herbicide lead compounds [J]. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 2016, 24(2): 92-103.

[44] 徐玉玲. 新型吡唑类 HPPD 抑制剂的设计、合成及生物活性研究[D]. 武汉:华中师范大学,2015.

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 从超市采购具有芒果炭疽病的病果,经过一段时间的保湿培养会产生红色的孢子堆,从孢子堆上即可获得芒果炭疽菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)。获得的芒果炭疽菌一部分转接到马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基斜面上,另一部分配制成孢子悬浮液进行后续试验。

1.1.2 供试杀菌剂

试验所用杀菌剂详见表 1,均来源于中国农业大学理学院应用化学系。

表 1 供试杀菌剂

原药名称	含量(%)	英文名
咪鲜胺	97	prochloraz
抑霉唑	97	imazalil
异菌脲	97	iprodione
吡唑醚菌酯	98	pyraclostrobin
鲜保 A	98	preservative A

1.2 试验方法

1.2.1 病原菌的培养 从超市中采购有芒果炭疽病症状的病果,将病果放入塑料盒中密闭保湿培养 7 d 左右,直到芒果表面产生红色的孢子堆。

1.2.2 病原菌的采集

1.2.2.1 接种到 PDA 培养基斜面上 在灭菌后的超净工作台中,用接种针挑取病果上少量的红色孢子堆,接种到 PDA 培养基斜面上,放入培养箱中保存。

1.2.2.2 配制孢子悬浮液 取出已经产孢的病果,用柔软的毛刷轻刷病果上红色的孢子堆来获取孢子,在无菌水中使之悬浮并进行过滤,制成孢子悬浮液。在显微镜下镜检,观察孢子形态以确认。用无菌水对孢子悬浮液进行稀释,孢子悬浮液的浓度以在 10 × 15 倍显微镜下每个视野 40 ~ 60 个孢子为宜。

1.2.3 药液的配制 将水溶性药剂直接用无菌水溶解并用容量瓶定容,其他药剂选用少量丙酮或二甲亚砜(DMSO)等溶解,然后加入 0.1% 吐温 80,再用无菌水稀释,有机溶剂最终含量不超过 2%。

1.2.4 孢子萌发试验

1.2.4.1 药剂处理与孢子萌发培养 吸取 1 mL 孢子悬浮液注入指形管中,再加入各浓度的 1 mL 杀菌

剂并混合均匀,配成的孢子与药剂混合液中药剂的浓度分别为 500.00、50.00、5.00、0.50、0.05 mg/L。吸取孢子与药剂混合液,滴在凹玻片上,每个处理重复 3 次,以不加药剂的孢子悬浮液作对照。在装有浅层水的培养皿中保湿培养,在培养箱中培养 24 h 后调查孢子萌发情况。把芽管长度达到孢子短径长度 1 倍的视作萌发。

1.2.4.2 镜检时间 当对照组孢子萌发率达到 90% 及以上时,检查各个处理的孢子萌发情况。每个处理随机观察 3 个及以上视野,调查孢子总数 200 个以上,分别记录孢子萌发数和孢子总数。计算半最大效应浓度(EC₅₀)并进行多重比较。

1.2.4.3 记录与计算方法

$$\text{孢子萌发率} = \frac{\text{萌发孢子数}}{\text{检验孢子数}} \times 100\% ;$$

$$\text{校正萌发率} = \frac{\text{处理萌发率}}{\text{对照萌发率}} \times 100\% ;$$

$$\text{抑制率} = 100\% - \text{校正萌发率}。$$

1.2.5 半果接种试验

1.2.5.1 病原菌的转接 用记号笔标记出芒果的正反面。无菌对照芒果正面喷施无菌水,接菌对照芒果正面喷施孢子悬浮液,药液处理芒果正面先喷施孢子悬浮液,之后在正面喷施药液,每个处理重复 4 次。将接种的果实放入保湿桶中,或直接放入保鲜袋中,在温度为 25 ℃ 条件下培养;保湿 18 h 后,解除保湿环境,将果实晾干,然后再次放入保鲜袋中培养。

1.2.5.2 病情指数与防治效果的计算 观察发病后的病斑,测量估算各果实的病斑面积与果实总面积。当加菌液且未进行药剂处理的对照组发病率达到 80% 左右时,调查所有药剂处理组的发病率与病情指数,进而计算防治效果。发病情况分级如下:0 级为无病;1 级为病斑面积占果实面积的 5% 以下;3 级为病斑面积占果实面积的 6% ~ 15%;5 级为病斑面积占果实面积的 16% ~ 25%;7 级为病斑面积占果实面积的 26% ~ 50%;9 级为病斑面积占果实面积的 51% 及以上。

病情指数按公式(1)进行计算,计算结果保留 2 位小数。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum (\text{各级病果数} \times \text{对应级数值})}{\text{调查总果数} \times 9} \times 100。$$

(1)

防治效果按公式(2)进行计算。

防治效果 = $\left(1 - \frac{CK0 \times PT1}{CK1 \times PT0}\right) \times 100\%$ 。(2)

式中:CK0 为空白对照不喷药液的病情指数;CK1 为空白对照喷药液的病情指数;PT0 为处理组不喷药液的病情指数;PT1 为处理组喷药处理的病情指数。

1.3 数据分析

采用 SPSS 21.0 软件对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 离体试验

5 种杀菌剂对芒果炭疽菌孢子萌发的抑制效果见表 2,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽菌的毒力回归方程分别为 $Y = 1.823X - 8.464$ 、 $Y = 1.494X - 7.267$ 、 $Y = 2.395X - 9.720$ 、 $Y = 1.546X - 6.623$ 、 $Y = 2.598X - 10.732$,相关系数均表现为极显著相关。咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽菌的 EC_{50} 分别为 4.493、1.596、180.438、12.830、181.810 mg/L,可

见咪鲜胺、异菌脲、吡唑醚菌酯抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果较好,抑霉唑、鲜保 A 抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果较差。

表 2 5 种杀菌剂对芒果炭疽菌的 EC_{50} 值和毒力回归方程

杀菌剂	毒力回归方程	相关系数 (r)	EC_{50} (mg/L)
咪鲜胺	$Y = 1.823X - 8.464$	0.995 **	4.493
异菌脲	$Y = 1.494X - 7.267$	0.989 **	1.596
抑霉唑	$Y = 2.395X - 9.720$	0.991 **	180.438
吡唑醚菌酯	$Y = 1.546X - 6.623$	0.993 **	12.830
鲜保 A	$Y = 2.598X - 10.732$	0.981 **	181.810

注: ** 表示极显著相关 ($P < 0.01$)。

从表 3 可以看出,5 mg/L 浓度下咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽菌孢子萌发的抑制率分别为 52.20%、68.83%、30.25%、43.43%、31.75%。5 mg/L 浓度下异菌脲对芒果炭疽菌的孢子萌发抑制率最高,抑霉唑对芒果炭疽菌的孢子萌发抑制率最低。

表 3 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果

%

杀菌剂	重复次数 (次)	抑制率均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间	
					下限	上限
咪鲜胺	4	52.200	7.617 1	3.808 5	40.080	64.320
异菌脲	4	68.825	7.447 8	3.723 9	56.974	80.676
抑霉唑	4	30.250	5.572 9	2.786 4	21.382	39.118
吡唑醚菌酯	4	43.425	10.824 5	5.412 2	26.201	60.649
鲜保 A	4	31.750	3.483 8	1.741 9	26.207	37.293
整体	20	45.290	16.026 6	3.583 7	37.789	52.791

从表 4 可以看出,方差齐次性检验的显著性值为 0.180,方差齐次,数据可进行 F 测验。

表 4 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果方差齐次性检验

项目	值
Levene 统计量	1.085
自由度 1	4
自由度 2	15
显著性	0.180

从表 5 可以看出, F 为 18.526, $P < 0.01$,浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂在抑制芒果炭疽菌孢子萌发方面有着极显著性差异。

多重比较结果(表 6)显示,第 1 列有抑霉唑、鲜保 A 对应的孢子萌发抑制率,第 2 列有吡唑醚菌酯、咪鲜胺对应的孢子萌发抑制率,第 3 列有异菌脲

表 5 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果方差分析

项目	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	0.406	4	0.101	18.526	0.000
组内	0.082	15	0.005		
总数	0.488	19			

对应的孢子萌发抑制率。因此,当显著性水平为 0.05 时,在 5 mg/L 浓度下,在抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果方面,抑霉唑与鲜保 A 之间无显著性差异,抑霉唑与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有显著性差异。异菌脲抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果最好。

表 6 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果多重比较

杀菌剂	重复次数 (次)	$\alpha=0.05$ 的子集		
		1	2	3
抑霉唑	4	30.250%		
鲜保 A	4	31.750%		
吡唑醚菌酯	4		43.425%	
咪鲜胺	4		52.200%	
异菌脲	4			68.825%
显著性		0.778	0.114	1.000

由多重比较结果(表 7)可知,第 1 列有抑霉唑、鲜保 A、吡唑醚菌酯对应的孢子萌发抑制率,第 2 列有吡唑醚菌酯、咪鲜胺对应的孢子萌发抑制率,第 3 列有异菌脲对应的孢子萌发抑制率。因此,当显著性水平为 0.01 时,在 5 mg/L 浓度下,在抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果方面,抑霉唑与鲜保 A、吡唑醚菌酯之间无显著性差异,抑霉唑与咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯之间无显著性差异,鲜保 A 与咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有显著性差异。异菌脲抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果最好。

表 7 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果多重比较

杀菌剂	重复次数 (次)	$\alpha=0.01$ 的子集		
		1	2	3
抑霉唑	4	30.250%		
鲜保 A	4	31.750%		
吡唑醚菌酯	4	43.425%	43.425%	
咪鲜胺	4		52.200%	
异菌脲	4			68.825%
显著性		0.029	0.114	1.000

2.2 芒果活体试验

5 种杀菌剂对芒果炭疽病的防治效果见表 8。500.00 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 84.4%、89.5%、54.8%、82.5%、47.4%;50.00 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 75.5%、84.9%、41.8%、72.5%、44.8%;5.00 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 52.3%、64.3%、

27.2%、42.6%、28.1%;0.50 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 32.9%、25.2%、25.5%、16.8%、25.5%;0.05 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 14.1%、17.7%、10.4%、6.5%、7.6%。

表 8 半果接种法 5 种杀菌剂在 5 个浓度下对芒果炭疽病的防治效果

杀菌剂	用药浓度 (mg/L)	防治效果 (%)
咪鲜胺	500.00	84.4
	50.00	75.5
	5.00	52.3
	0.50	32.9
	0.05	14.1
异菌脲	500.00	89.5
	50.00	84.9
	5.00	64.3
	0.50	25.2
	0.05	17.7
抑霉唑	500.00	54.8
	50.00	41.8
	5.00	27.2
	0.50	25.5
	0.05	10.4
吡唑醚菌酯	500.00	82.5
	50.00	72.5
	5.00	42.6
	0.50	16.8
	0.05	6.5
鲜保 A	500.00	47.4
	50.00	44.8
	5.00	28.1
	0.50	25.5
	0.05	7.6

注:不同用药浓度处理均重复 4 次。

从表 9 可以看出,在 5 mg/L 浓度下,咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽病的防治效果分别为 52.34%、64.31%、27.16%、42.56%、28.08%。5 mg/L 浓度下异菌脲对芒果炭疽病的防治效果最好,抑霉唑对芒果炭疽病的防治效果最差。

从表 10 可以看出,方差齐次性检验的显著性值为 0.392,方差齐次,数据可进行 F 测验。

表 9 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂对芒果炭疽病防治效果

%

杀菌剂	重复次数 (次)	防治效果均值	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间	
					下限	上限
咪鲜胺	4	52.344	4.424 0	2.212 0	45.304	59.384
异菌脲	4	64.314	8.660 3	4.330 1	50.534	78.094
抑霉唑	4	27.159	9.873 1	4.936 6	11.449	42.870
吡唑醚菌酯	4	42.561	7.687 7	3.843 9	30.328	54.794
鲜保 A	4	28.078	5.119 1	2.559 6	19.932	36.224
总数	20	42.891	16.048 2	3.588 5	35.381	50.402

表 10 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂对芒果炭疽病
防治效果方差齐次性检验

项目	值
Levene 统计量	1.101
自由度 1	4
自由度 2	15
显著性	0.392

从方差分析结果(表 11)可知, F 为 18.303, $P<0.01$,5 mg/L 浓度时,5 种杀菌剂在对芒果炭疽病防治效果方面有着极显著性差异。

表 11 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂对芒果炭疽病
防治效果方差分析

	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
组间	0.406	4	0.102	18.303	0.000
组内	0.083	15	0.006		
总数	0.489	19			

由多重比较结果(表 12)可知,第 1 列有抑霉唑、鲜保 A 对应的防治效果,第 2 列有吡唑醚菌酯、咪鲜胺对应的防治效果,第 3 列有异菌脲对应的防治效果。因此,当显著性水平为 0.05 时,在 5 mg/L 浓度下,在芒果炭疽病防治效果方面,抑霉唑与鲜保 A 之间无显著性差异,抑霉唑与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有显著性差异。异菌脲对芒果炭疽病的防治效果最好。

由多重比较结果(表 13)可知,第 1 列有抑霉唑、鲜保 A、吡唑醚菌酯对应的防治效果,第 2 列有吡唑醚菌酯、咪鲜胺对应的防治效果,第 3 列有咪鲜胺、异菌脲对应的防治效果。因此,当显著性水平为 0.01 时,在 5 mg/L 浓度下,在芒果炭疽病防治效果方面,抑霉唑与鲜保 A、吡唑醚菌酯之间无显著性差异,抑霉唑与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性

表 12 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂对芒果炭疽病
防治效果多重比较

杀菌剂	重复次数 (次)	$\alpha=0.05$ 的子集		
		1	2	3
抑霉唑	4	27.159%		
鲜保 A	4	28.078%		
吡唑醚菌酯	4		42.561%	
咪鲜胺	4		52.344%	
异菌脲	4			64.314%
显著性		0.864	0.083	1.000

差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯之间无显著性差异,鲜保 A 与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有极显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间无显著性差异。异菌脲对芒果炭疽病的防治效果最好。

表 13 浓度为 5 mg/L 时 5 种杀菌剂对芒果炭疽病
防治效果多重比较

杀菌剂	重复次数 (次)	$\alpha=0.01$ 的子集		
		1	2	3
抑霉唑	4	27.159%		
鲜保 A	4	28.078%		
吡唑醚菌酯	4	42.561%	42.561%	
咪鲜胺	4		52.344%	52.344%
异菌脲	4			64.314%
显著性		0.013	0.083	0.038

3 结论与讨论

咪鲜胺、异菌脲、抑霉唑、吡唑醚菌酯、鲜保 A 等对芒果炭疽菌的 EC_{50} 分别为 4.493、1.596、180.438、12.830、181.810 mg/L。咪鲜胺、异菌脲、吡唑醚菌酯等抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果较好,抑霉唑、鲜保 A 等抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果较差。

当显著性水平为 0.05 时,在 5 mg/L 浓度下,在抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果方面,抑霉唑与鲜保 A 之间无显著性差异,抑霉唑与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有显著性差异;当显著性水平为 0.01 时,在 5 mg/L 浓度下,在抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果方面,抑霉唑与鲜保 A、吡唑醚菌酯之间无显著性差异,抑霉唑与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯之间无显著性差异,鲜保 A 与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有极显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有极显著性差异。异菌脲抑制芒果炭疽菌孢子萌发的效果最好。

在半果接种法试验中,当显著性水平为 0.05 时,在 5 mg/L 浓度下,在芒果炭疽病防治效果方面,抑霉唑与鲜保 A 之间无显著性差异,抑霉唑与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯、咪鲜胺、异菌脲之间有显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间有显著性差异;当显著性水平为 0.01 时,在 5 mg/L 浓度下,在芒果炭疽病防治效果方面,抑霉唑与鲜保 A、吡唑醚菌酯之间无显著性差异,抑霉唑与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性差异,鲜保 A 与吡唑醚菌酯之间无显著性差异,鲜保 A 与咪鲜胺、异菌脲之间有极显著性差异,吡唑醚菌酯与咪鲜胺之间无显著性差异,吡唑醚菌酯与异菌脲之间有极显著性差异,咪鲜胺与异菌脲之间无显著性差异。异菌脲对芒果炭疽病的防治效果最好。

防治芒果炭疽病推荐使用异菌脲,一方面异菌脲对芒果炭疽病的防治效果较好,另一方面异菌脲在水中的分散性好,水溶液较为均匀稳定。

室内毒力测定试验结果表明,异菌脲、咪鲜胺抑制芒果炭疽菌孢子萌发效果较好,半果法活体试验结果表明,异菌脲、咪鲜胺对芒果炭疽病防治效

果较好。异菌脲、咪鲜胺等对芒果炭疽病防治效果较好的原因之一可能是能有效抑制芒果炭疽菌孢子的萌发。后续试验中,可以进一步测定咪鲜胺、异菌脲等杀菌剂对芒果炭疽菌菌丝生长的抑制作用^[13],也可以进行咪鲜胺和异菌脲的复配毒力测定筛选出药效较好的复配比例。

参考文献:

- [1] Tripathi P, Dubey N K, Shukla A K. Use of some essential oils as post-harvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea* [J]. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2008, 24(1): 39-46.
- [2] 臧睿, 黄丽丽, 康振生, 等. 陕西苹果树腐烂病菌 (*Cytospora* spp.) 不同分离株的生物学特性与致病性研究[J]. 植物病理学报, 2007, 37(4): 343-351.
- [3] 惠娜娜, 郭建明, 李继平, 等. 6 种杀菌剂对苹果树腐烂病菌的毒力测定及田间防治效果[J]. 中国果树, 2018(6): 54-56.
- [4] Wang X, Zang R, Yin Z, et al. Delimiting cryptic pathogen species causing apple valsa canker with multilocus data [J]. Ecology and Evolution, 2014, 4(8): 1369-1380.
- [5] 曹克强, 国立耘, 李保华, 等. 中国苹果树腐烂病发生和防治情况调查[J]. 植物保护, 2009, 35(2): 114-117.
- [6] 陈存坤, 王文生, 高元惠, 等. 新疆厚皮甜瓜采后病害及主要病原真菌的分离与鉴定[J]. 保鲜与加工, 2008, 8(6): 54-56.
- [7] Kim J O, Shin J H, Gumilang A, et al. Effectiveness of different classes of fungicides on *Botrytis cinerea* causing gray mold on fruit and vegetables [J]. Plant Pathology Journal, 2016, 32(6): 570-574.
- [8] 崔娜, 黄思良, 岑贞陆, 等. 杀菌剂对细交链孢菌的室内抑菌效果[J]. 广西农业科学, 2006, 37(4): 394-396.
- [9] 黄海, 张鑫, 邹杭, 等. 番茄灰霉病菌室内毒力测定及药效试验[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(2): 184-190.
- [10] 赵新海, 钟丽娟, 徐冲, 等. 康地蕾对黄瓜枯萎病的室内生物活性测定[J]. 浙江农业科学, 2008(5): 600-601.
- [11] Arslan U. Efficacy of boric acid, monopotassium phosphate and sodium metabisulfite on the control of apple scab [J]. Journal of Phytopathology, 2016, 164(9): 678-685.
- [12] 段海明, 余利, 黄伟东, 等. 不同温度下 6 种化学杀菌剂对玉米茎腐病菌的抑制活性及与生防菌发酵上清液的混配[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(1): 41-49.
- [13] Futane A S, Dandnaik B P, Salunkhe S S, et al. Management of storage diseases of onion by using different fungicides and antibiotics [J]. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2018, 7(3): 1149-1158.