

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2022.02.003

3 种药剂对猕猴桃软腐病菌的抑菌活性及其复配效果研究

陈华保¹, 甘松灵², 张国利², 邓雪华³, 杨春平¹

1. 四川农业大学 农学院, 成都 611130;
2. 贵州道元生物科技有限公司, 贵州 安顺 561000;
3. 广东省东莞市黄埔海关技术中心, 广东 东莞 523070

摘要: 为了探究丙硫唑、咪康唑和异噻唑啉酮对猕猴桃软腐病菌菌丝生长的抑制活性, 本试验采用抑制菌丝生长速率法研究了其对猕猴桃软腐病致病菌葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)、可可毛色二孢菌(*Lasiodiplodia theobromae*)、小新壳梭孢菌(*Neofusicoccum parvum*)的抑制作用, 进一步研究了丙硫唑和咪康唑及异噻唑啉酮的复配制剂对以上病原菌的抑制作用。结果表明, 3 种药剂对菌葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌、小新壳梭孢菌均具有较好的抑制作用, 对菌葡萄座腔菌的 EC_{50} 值分别为 20.355, 7.665, 3.759 mg/L; 对可可毛色二孢菌的 EC_{50} 值分别为 6.551, 25.915, 0.839 mg/L; 对小新壳梭孢菌的 EC_{50} 值分别为 15.484, 6.778, 0.568 mg/L。进一步复配试验发现, 丙硫唑与咪康唑或异噻唑啉酮的复配制剂均能够提高对猕猴桃软腐病致病菌的防效, 丙硫唑与咪康唑复配制剂抑制以上 3 种病原菌的最佳复配比分别为 1:1, 1:1 和 1:2; 丙硫唑与异噻唑啉酮复配制剂抑制以上 3 种病原菌的最佳复配比分别为 2:1, 1:2 和 1:1。以上结果对猕猴桃软腐病的化学防治提供了理论依据, 为丙硫唑、咪康唑和异噻唑啉酮单剂及复配制剂在生产上的应用奠定了基础。

关键词: 丙硫唑; 咪康唑; 异噻唑啉酮; 猕猴桃

软腐病; 化学防治

中图分类号: S482.2

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2022)02-0017-07

Research on Antifungal Activity and Compounding Effect of Three Fungicides on Kiwifruit Soft Rot Pathogens

CHEN Huabao¹, GAN Songling², ZHANG Guoli²,
DENG Xuehua³, YANG Chunping¹

1. College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;

2. Guizhou Daoyuan Biotechnology Co. Ltd., Anshun Guizhou 561000, China;

3. Technology Center of Huangpu Customs, Dongguan Guangdong 523070, China

收稿日期: 2022-01-18

作者简介: 陈华保, 副教授, 主要从事农药学研究。

通信作者: 杨春平, 副教授。

Abstract: In order to study the antifungal activity of albendazole, miconazole and isothiazolinones to kiwifruit soft rot pathogens, mycelial growth inhibition assay was used to determine the inhibition rate of the 3 fungicides to *Botryosphaeria dothidea*, *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum parvum*. Mixtures of albendazole and miconazole or isothiazolinones against the 3 fungi were further studied. The results showed that all the fungicides had good antifungal activity against *B. dothidea*, *L. theobromae* and *N. parvum*. The EC₅₀ values of albendazole, miconazole and isothiazolinones for *B. dothidea* were 20.355, 7.665 and 3.759 mg/L, for *L. theobromae* were 6.551, 25.915 and 0.839 mg/L, and for *N. parvum* were 15.484, 6.778 and 0.568 mg/L, respectively. Further work showed that mixtures of albendazole and miconazole or isothiazolinones had better control effect on *B. dothidea*, *L. theobromae* and *N. parvum* with mixing ratio of 1 : 1, 1 : 1 and 1 : 2, respectively. The mixture of albendazole and miconazole showed the best antifungal activity to *B. dothidea*, *L. theobromae* and *N. parvum*, when mixing ratio was 2 : 1, 1 : 2 and 1 : 1, respectively. The above results provide a theoretical basis for the chemical control of kiwifruit soft rot and lay a foundation for the application of albendazole, miconazole and isothiazolinones in production.

Key words: albendazole; miconazole; isothiazolinones; soft rot of kiwifruit; chemical control

猕猴桃(*Actinidia deliciosa*)属猕猴桃科(Actinidiaceae)猕猴桃属(*Actinidia*),是四川省内重要的经济水果之一^[1-2].猕猴桃以其具有丰富的维生素和独特的风味而备受消费者喜爱^[3].猕猴桃软腐病是影响猕猴桃果实品质的主要病害之一,主要发生在果实收获后的后熟期,具体表现为果肉出现小指头大小的凹陷,剥开凹陷部的表皮,病部中心乳白色,周围呈黄绿色,外围浓绿色呈环状,果肉软腐^[4-5].发病后的果实风味丧失,失去食用价值^[6].

猕猴桃软腐病是一种真菌病害,病原菌主要为葡萄座腔菌(*Botryosphaeria dothidea*)、可可毛色二孢菌(*Lasiodiplodia theobromae*)、小新壳梭孢菌(*Neofusicoccum parvum*).现阶段猕猴桃生产中该病害的防治以化学防治为主.目前,我国登记用来防治猕猴桃软腐病的药剂主要有脞菌·戊唑醇、甲基硫菌灵和苯醚甲环唑等,药剂可选品种较少,若长期使用同一种杀菌剂进行该病害防治,易产生抗药性,也较难达到理想的防治效果^[7-8].据统计,目前我国市场上有300多种杀真菌农药有效成分,有些药剂虽然未被登记用于防治猕猴桃软腐病,但可能具有防治该病害的潜力.如胡容平等^[9]研究发现,咪鲜胺能抑制猕猴桃软腐病原菌的菌丝生长,EC₅₀值为0.382 5 mg/L;莫飞旭等^[10]研究发现四霉素对猕猴桃软腐病具有一定的防治效果,且在其与戊唑醇复配比例为2 : 1时对猕猴桃软腐病的田间防效为77.08%.

丙硫唑(Albendazole),属苯丙咪唑类化合物,是贵州道元生物植物源农药研究所研制的新型绿色杀菌剂,是内吸性丙硫唑类新一代农用杀菌剂,对多种植物病害具有防治作用.如周德咏^[11]研究发现,当施用浓度为1 500 g/hm²时,10%丙硫唑悬浮剂防治水稻穗颈瘟的田间防效为87.68%;陈雨等^[12]研究发现浓度为350 g/hm²的60%丙硫唑可湿性粉防治小麦赤霉病害的田间防效为89.97%.咪康唑(Miconazole)是咪唑类抗真菌药物,属1-苯乙基咪唑衍生物,为广谱抗真菌药剂,主要用于抗念珠菌等的真菌性病害^[13].异噻唑啉酮(Isothiazolinones)是一种广谱、高效、低毒、非氧化性杀生剂,主要由5-氯-2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮(CIT)和2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮(MIT)组成,对常见细菌、真菌、藻类等具有较强的抑制和杀灭作用^[14].目前有关咪康唑和异噻唑啉酮在防治植物病害方面的也有一定的报道,如张敏等^[15]研究发现,咪康唑对小麦赤霉病菌、梨黑斑病菌、西瓜枯萎病菌和香樟炭疽病菌,益康唑对梨黑斑病菌和西瓜枯萎病菌,以及酮康唑对水稻稻瘟病菌均表现出较强的杀菌活性,且均高于对照药剂苯醚甲环唑;郑敬敏等^[16]研究发现异噻唑啉酮对苹果树腐烂病病菌的室内毒力EC₅₀为1.16 mg/L.

目前,有关丙硫唑、咪康唑和异噻唑啉酮3种药剂防治猕猴桃软腐病的研究还未见报道。为了研究单剂及其复配制剂后对猕猴桃腐烂病主要致病菌的抑制作用,本研究测定了其对3种软腐病病原菌菌丝生长的抑制活性,并评估了丙硫唑与咪康唑和异噻唑啉酮的复配制剂对病原菌的联合作用,以期开发出可用于防治猕猴桃软腐病的新药剂,为猕猴桃软腐病化学防控,提供新的化学防治备选药剂。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试病原菌

葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌、小新壳梭孢菌由四川农业大学植物病理学实验室提供。

1.1.2 供试药剂

98%丙硫唑原药、98%咪康唑原药、98%异噻唑啉酮均由贵州道元生物技术有限公司提供。

1.1.3 培养基

马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA):去皮马铃薯200g,加水煮沸30min后,过滤,滤液中添加葡萄糖20g,琼脂粉15g,加水补足1000mL,pH值为7左右。

1.1.4 试验仪器

sw-CJ-2FD洁净工作台(苏州安泰空气技术有限公司,型号:sw-CJ-2FD);SPX型智能生化培养箱(宁波江南仪器厂,型号:SPX型);LDZX-50KBS立式高压蒸汽灭菌器(上海申安医疗器械厂,型号:LDZX-50KBS)。

1.2 试验方法

1.2.1 猕猴桃软腐病菌的活化

在无菌操作条件下,将培养皿中的葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌、小新壳梭孢菌用直径0.5cm的打孔器打成菌饼,接种在含有PDA培养基的培养皿中,并置于25℃恒温培养箱培养72h备用。

1.2.2 药剂配制

将98%丙硫唑原药用丙酮预溶,配制成100mg/L的母液备用,添加适量吐温80无菌水溶液依次稀释为浓度梯度为100,50,25,12.5,6.25mg/L的溶液(丙酮最终含量不超过1%)。将98%咪康唑原药用N,N-二甲基甲酰胺预溶,配制成100mg/L的母液备用,添加适量吐温80无菌水溶液稀释为浓度梯度为50,25,12.5,6.25,3.125mg/L的溶液(N,N-二甲基甲酰胺最终含量不超过1%)。将14%异噻唑啉酮预溶,配制成25mg/L的母液备用,添加适量吐温80无菌水溶液稀释为浓度梯度为6.25,3.125,1.5625,0.7813,0.3906mg/L的溶液。

1.2.3 杀菌剂对猕猴桃软腐病菌的抑菌作用测定

采用抑制菌丝生长速率法^[17],测定供试药剂对葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌、小新壳梭孢菌的抑菌活性。首先,取0.5mL药液与4.5mL融化的含硫酸链霉素的PDA培养基混匀,倒入无菌的培养皿(直径为5cm)中制成带药培养基平板。培养基凝固后,在每个培养基平面放入1个供试菌的菌饼(直径为0.5cm),使菌饼带菌丝的一面贴在培养基表面,每种药剂5个浓度处理,每处理3次重复,含有0.1%的吐温80水溶液为对照。25℃下培养72h后,依据对照组中菌丝生长情况对比葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌以及小新壳梭孢菌的菌丝生长情况,采取十字交叉法用直尺测量2次菌落直径(mm),并减去菌饼直径,求出菌落平均直径代表其大小。根据如下公式计算抑制率。

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{\text{对照菌丝净生长量} - \text{处理菌丝净生长量}}{\text{对照菌丝净生长量}} \times 100\%$$

将药剂浓度(mg/L)换算成浓度对数作为横坐标(x), 菌丝生长抑菌率的几率值作为纵坐标(y), 绘制回归直线, 求出毒力回归方程($y = ax + b$)和相关系数(r).

1.2.4 丙硫唑与咪康唑和异噻唑啉酮复配制剂的杀菌效果研究

将丙硫唑分别和异噻唑啉酮、咪康唑两种药剂进行复配, 将丙硫唑与咪康唑和异噻唑啉酮剂按有效成分配制成 4:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:4 共 5 个配比(质量比)的二元复配药剂. 然后测定药剂对供试病原菌菌丝生长的抑制作用, 计算抑制率及毒力值(EC_{50}), 再通过以下公式计算共毒系数(CTC).

$$\text{共毒系数(CTC)} = \frac{1/EC_{50AB}}{P_A/EC_{50A} + P_B/EC_{50B}} \times 100$$

式中, EC_{50A} , EC_{50B} 和 EC_{50AB} 分别为丙硫唑和咪康唑或异噻唑啉酮以及两种药剂复配对葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌、小新壳梭孢菌生长的有效抑制中浓度, P_A , P_B 分别为丙硫唑、咪康唑或异噻唑啉酮在复配药剂中的有效成分所占比例. 共毒系数高于 120 为增效作用, 共毒系数在 80~120 为相加作用, 小于 80 为拮抗作用.

1.3 数据处理与分析

试验所有数据利用 Excel 对测定数据进行处理和计算, 利用抑菌率公式、毒力测定方法及共毒系数公式计算抑菌率、毒力指数、抑制中浓度(EC_{50})、浓度对数与几率值之间的相关系数等, 比较不同杀菌剂对猕猴桃软腐病菌的抑制作用.

2 结果与分析

2.1 3 种药剂对猕猴桃软腐病菌菌丝生长的影响

由试验结果可以看出, 3 种药剂对葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌菌丝生长均具有较好的抑制作用, 其中异噻唑啉酮对 3 种病原菌的抑制效果最好, 其 EC_{50} 值分别为 3.759, 0.839 和 0.568 mg/L(表 1).

表 1 3 种药剂对猕猴桃软腐病原菌的毒力测定结果

供试病原菌	杀菌剂	毒力回归方程	相关系数(r)	$EC_{50}/(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$
葡萄座腔菌	丙硫唑	$y = 1.351x + 3.239$	0.969	20.355
	咪康唑	$y = 1.027x + 4.092$	0.981	7.665
	异噻唑啉酮	$y = 1.083x + 4.379$	0.984	3.759
可可毛色二孢菌	丙硫唑	$y = 1.215x + 4.004$	0.964	6.551
	咪康唑	$y = 1.224x + 3.265$	0.898	25.915
	异噻唑啉酮	$y = 0.724x + 3.897$	0.993	0.839
小新壳梭孢菌	丙硫唑	$y = 1.145x + 3.643$	0.975	15.484
	咪康唑	$y = 1.109x + 4.062$	0.941	6.778
	异噻唑啉酮	$y = 1.601x + 5.373$	0.937	0.568

2.2 丙硫唑与咪康唑复配制剂对猕猴桃软腐病菌的抑制效果

由试验结果可以看出,在1:4~4:1的配比下,丙硫唑与咪康唑复配制剂对葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌菌丝生长均表现出了明显的增效作用.葡萄座腔菌在二者配比为1:1时具有最大的共毒系数(421.300),可可毛色二孢菌在二者配比为1:1时具有最高的共毒系数(405.160),小新壳梭孢菌在二者配比为1:2时具有最大的共毒系数(418.488),这表明此配比为防治葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌的最佳配比分别为1:1,1:1和1:2(表2).

表2 丙硫唑与咪康唑复配制剂对猕猴桃软腐病原菌的室内毒力测定结果

供试病原菌	丙硫唑:咪康唑	毒力回归方程	相关系数 (<i>r</i>)	EC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	共毒系数 (CTC)
葡萄座腔菌	1:4	$y = 1.089x + 4.497$	0.940	2.961	295.704
	1:2	$y = 1.439x + 4.313$	0.927	3.046	317.673
	1:1	$y = 1.305x + 4.452$	0.992	2.643	421.300
	2:1	$y = 1.437x + 4.252$	0.939	3.261	402.136
	4:1	$y = 1.310x + 4.177$	0.965	4.252	359.595
可可毛色二孢菌	1:4	$y = 1.377x + 4.010$	0.964	5.209	312.670
	1:2	$y = 1.337x + 4.316$	0.976	3.250	401.588
	1:1	$y = 1.032x + 4.576$	0.979	2.581	405.160
	2:1	$y = 0.655x + 4.747$	0.980	2.431	358.771
	4:1	$y = 0.710x + 4.705$	0.918	2.568	299.908
小新壳梭孢菌	1:4	$y = 0.749x + 4.706$	0.970	2.463	309.942
	1:2	$y = 0.750x + 4.778$	0.897	1.993	418.488
	1:1	$y = 0.835x + 4.686$	0.923	2.337	403.381
	2:1	$y = 0.972x + 4.469$	0.953	3.481	311.402
	4:1	$y = 0.844x + 4.533$	0.968	3.539	348.021

2.3 丙硫唑与异噻唑啉酮复配制剂对猕猴桃软腐病菌的抑制效果

由试验结果可知,在(1:4)~(4:1)的比例下,丙硫唑与异噻唑啉酮复配制剂对葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌菌丝生长均表现出了明显的增效作用.葡萄座腔菌在二者配比为2:1时具有最大的共毒系数(404.932),可可毛色二孢菌在二者配比为1:2时具有最高的共毒系数(421.143),小新壳梭孢菌在二者配比为1:1时具有最大的共毒系数(431.228),这表明此配比为防治葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌的最佳配比分别为2:1,1:2和1:1(表3).

表3 丙硫唑与异噻唑啉酮复配制剂对猕猴桃软腐病原菌的室内毒力测定结果

供试病原菌	丙硫唑： 异噻唑啉酮	毒力回归 方程	相关系数 (<i>r</i>)	EC ₅₀ /(mg·L ⁻¹)	共毒系数 (CTC)
葡萄座腔菌	1:4	$y = 0.712x + 4.836$	0.989	1.705	263.356
	1:2	$y = 0.943x + 4.802$	0.984	1.615	319.507
	1:1	$y = 0.995x + 4.665$	0.962	2.166	292.886
	2:1	$y = 1.074x + 4.678$	0.962	2.033	404.932
	4:1	$y = 0.680x + 4.529$	0.962	4.938	218.920
可可毛色二孢菌	1:4	$y = 0.933x + 5.446$	0.957	0.326	311.759
	1:2	$y = 1.294x + 5.722$	0.962	0.281	421.143
	1:1	$y = 1.230x + 5.460$	0.988	0.416	357.251
	2:1	$y = 0.990x + 5.195$	0.867	0.604	331.735
	4:1	$y = 1.376x + 4.790$	0.964	1.401	198.093
小新壳梭孢菌	1:4	$y = 1.113x + 5.677$	0.988	0.245	287.073
	1:2	$y = 1.060x + 5.733$	0.999	0.203	412.189
	1:1	$y = 0.997x + 5.590$	0.934	0.254	431.228
	2:1	$y = 1.521x + 5.462$	0.973	0.490	323.948
	4:1	$y = 1.327x + 5.123$	0.937	0.803	308.442

3 结论与讨论

猕猴桃软腐病是威胁猕猴桃产量和品质的重要病害,目前防治的主要方法为施用化学农药.本文研究发现丙硫唑对猕猴桃软腐病致病菌葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌具有一定的抑制效果.现有的文献报道,不同区域引起猕猴桃软腐病的病原有较大差异.如李诚等^[18]研究表明江西猕猴桃软腐病的病原物分别是葡萄座腔菌、盘多毛孢菌(*Pestalotiopsis specie*)、层出镰刀菌(*Fusarium proliferatum*)、拟茎点霉菌(*Phomopsis specie*)和链格孢菌(*Alternaria specie*),主要为葡萄座腔菌和拟茎点霉菌;段爱莉等^[19]研究发现陕西海沃德猕猴桃软腐病菌主要为青霉菌(*CLF-S penicilliumspecie*)和长柄木霉菌(*Trichoderma longibrachiatum*);张美芳等^[20]发现湖南猕猴桃软腐病菌主要为青霉菌和交链孢霉菌(*Alternaria alternate*);周游等^[21]研究发现四川猕猴桃软腐病的病原物为葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌.由于不同地区猕猴桃软腐病的致病菌存在一定差异,本文选用了葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌作为药剂筛选的主要病原菌,因此本试验结果可为四川猕猴桃软腐病的防治提供理论依据.

目前,对于防治猕猴桃软腐病的药剂筛选已有一定的报道.如刘达富等^[22]研究发现,75%肟菌·戊唑醇水分散剂在田间药效试验中对引起猕猴桃软腐病的拟茎点霉菌具有较好的防效;胡容平等^[9]研究发现,咪鲜胺对引起猕猴桃软腐病的葡萄座腔菌防效最好,EC₅₀值为0.382 mg/L.虽然众多的研究已经发现某些药物对特定的猕猴桃软腐病致病菌存在较强的抑制效果,但目前猕猴桃软腐病的化学防治方面仍存在一些的问题,比如猕猴桃软腐病为多种病原菌混合侵染致病,而目前大多数研究仅针对某一个病原菌进行药剂筛选,这导致了在实际生产中经实验室筛

选获得的药剂对猕猴桃软腐病的田间防治效果不佳;其次,不同区域引起猕猴桃软腐病的病原种类有较大差异,筛选的药剂具有一定的区域选择性。

葡萄座腔菌、可可毛色二孢菌和小新壳梭孢菌3种病原菌是引起四川猕猴桃软腐病的主要病原菌,目前尚未有针对这些病原菌的药剂筛选工作的报道.本文选用丙硫唑、咪康唑、异噻唑啉酮这3种作用机理不同的杀菌剂为供试药剂,系统研究了3种药剂对3种病原菌的抑制作用.二元复配组合杀菌研究表明丙硫唑与咪康唑或异噻唑啉酮进行复配后,具有更高的抑菌效果.以上结果对四川猕猴桃软腐病的化学防治提供了理论依据,为丙硫唑、咪康唑和异噻唑啉酮的单剂及复配制剂在生产上的应用奠定了基础。

参考文献:

- [1] 雷玉山,王西锐,姚春潮.猕猴桃无公害生产技术[M].杨凌:西北农林科技大学出版社,2010.
- [2] 李新伟.猕猴桃属植物分类学研究[D].武汉:中国科学院研究生院(武汉植物园),2007.
- [3] 王瑞玲.红阳猕猴桃采后病害生理及臭氧保鲜技术研究[D].雅安:四川农业大学,2010.
- [4] 余桂萍,周洪旗.猕猴桃软腐病的发生规律与防治初探[J].资源开发与市场,2009,25(5):392-393.
- [5] 金玲莉,陈东元,涂娟,等.猕猴桃主要病害及其综合防控技术[J].现代园艺,2013(1):157,159.
- [6] 任军,雷洲,刘登科,等.我国猕猴桃软腐病的研究进展[J].江苏农业科学,2020,48(8):29-32.
- [7] MOREHART A L. The Occurrence of *Calcarisporium parasiticum* Isolates of *Botryosphaeria Quercuum* from Oak Trees in Delaware[J]. Plant Disease, 1994, 78-101.
- [8] MANNING M A, MEIER X, OLSEN T L, et al. Fungi Associated with Fruit Rots of *Actinidia Chinensis* 'Hort16A' in New Zealand[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2003, 31(4): 315-324.
- [9] 胡容平,石军,林立金,等.四川猕猴桃软腐病防治初步研究[J].西南农业学报,2017,30(2):366-370.
- [10] 莫飞旭,石金巧,潘东妹,等.四霉素与戊唑醇复配对猕猴桃软腐病的防控效果[J].中国植保导刊,2019,39(2):71-74.
- [11] 周德咏.10%丙硫唑悬浮剂防治水稻穗颈瘟药效研究[J].现代农业科技,2017(4):98.
- [12] 陈雨,高同春.一种含丙硫唑和丙硫唑的杀菌组合及其应用.201610547520.3[P].2016-09-07.
- [13] GEBREMEDHIN S, DOROCKA-BOBKOWSKA B, PRYLINSKI M, et al. Miconazole Activity Against *Candida* Biofilms Developed on Acrylic Discs[J]. Journal of Physiology and Pharmacology; an Official Journal of the Polish Physiological Society, 2014, 65(4): 593-600.
- [14] 王磊,武绍峰,顾学斌.异噻唑啉酮类杀菌剂的应用研究[J].工业微生物,2015,45(5):60-64.
- [15] 张敏,赵焯娜,韩飞,等.5种甾醇生物合成抑制劑类(SBIs)抗真菌药物对9种植物病原真菌的活性筛选[J].农药学报,2020,22(1):182-187.
- [16] 郑敬敏,何爱华,冯建雄,等.一种异噻唑啉酮农用杀菌剂.200910022209.7 [P].2013-06-19.
- [17] 慕立义.植物化学保护研究方法[M].北京:中国农业出版社,1994.
- [18] 李诚,蒋军喜,冷建华,等.奉新县猕猴桃果实腐烂病原菌分离鉴定[J].江西农业大学学报,2012,34(2):259-263.
- [19] 段爱莉,雷玉山,高贵田,等.贮藏“海沃德”猕猴桃中霉菌的分子鉴定及生物学特性的研究[J].食品工业科技,2012,33(10):321-325.
- [20] 张美芳,何玲,张美丽,等.“秦美”猕猴桃贮藏期病原真菌的鉴定[J].西北农业学报,2015,24(6):132-137.
- [21] 周游,龚国淑,秦文,等.猕猴桃软腐病病原鉴定及其毒素获取方法研究[C].中国植物病理学会2012年学术年会论文集,2012.
- [22] 刘达富,王井田,陆雪峰,等.猕猴桃果实腐烂病田间药效试验[J].浙江林业科技,2015,35(2):70-73.