海南芒果可可球二孢的致病力及其对多菌灵抗性

曾耿狄， 符可芯， 刘 乐， 余 东， 王 靖， 冼欣唯， 杨 叶*

（海南大学热带农林学院，海口 570228）

摘要 从海南5个芒果主产区采集分离芒果蒂腐病菌可可球二孢菌株，采用室内人工接种的方法对110个可可球二孢菌株进行致病力测定，采用区分剂量法和菌丝生长速率法测定其中106个菌株对多菌灵的抗性。结果表明：芒果蒂腐病自然发病率29.37%；人工接种的发病率100.00%，110株可可球二孢菌株中强致病力、中等致病力及弱致病力菌株分别占64.55%、25.45%和10.00%；在106株可可球二孢菌株中，抗性菌株发生频率为52.83%，其中高抗菌株可在含100 mg/L多菌灵培养基上生长，发生频率为45.28%，中抗菌株在含100 mg/L多菌灵培养基上不能正常生长，抗性频率为7.55%；没有发现低抗菌株。多菌灵对可可球二孢田间分离菌株EC_{50}的频率分布为不连续分布，研究结果表明海南地区危害芒果的可可球二孢对多菌灵抗性非常严重。

关键词 芒果； 可可球二孢； 致病力； 多菌灵； 抗药性

中图分类号： S 436.67 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018498

Virulence and carbendazim resistance of *Botryodiplodia theobromae* causing mango stem-end rot in Hainan

ZENG Gengdi， FU Kexin， LIU Le， YU Dong， WANG Jing， XIAN Xinwei， YANG Ye

（*Institute of Tropical Agriculture and Forestry*，*Hainan University*，*Haikou* 570228，*China*）

Abstract The strains of *Botryodiplodia theobromae* were collected and separated from mango infected by stem end rot in five main mango producing areas of Hainan. The virulence of 110 *B. theobromae* strains were determined by the artificial inoculation. The resistance of 106 strains to carbendazim were tested by distinguishing dosage method and mycelial growth rate method. The results showed that the incidence of mango stem end rot was 29.37% and 100% under natural and artificial inoculation conditions, respectively. In total of 110 strains, the high virulent strains, median virulent strains, and the low virulent strains accounted by 64.55%, 25.45% and 10.00%, respectively. The resistance frequency of 106 strains to carbendazim was 52.83%. Among them, high resistance strains could grow on media containing 100 mg/L carbendazim with the resistance frequency of 45.28%, the median resistance strains not grow normally on the media containing 100 mg/L carbendazim with the resistance frequency of 7.55%, and no low resistance strains were found. The carbendazim sensitivity frequency showed non-continuous distribution. All data showed that *B. theobromae* from mango had serious resistance to carbendazim in Hainan.

Key words mango; *Botryodiplodia theobromae*; virulence; carbendazim; fungicide resistance

芒果 *Mangifera indica* L.属漆树科芒果属，是一种重要的热带亚热带经济作物，产量在热带水果中排第三位[1]。我国是芒果的主要生产国之一，主要在海南、广西、福建、台湾等热带亚热带地区种植[2]。至2007年，海南省芒果种植面积46 940 hm^2，产量30.98万t，种植面积和产量仅次于香蕉[3]。目前海南芒果主要以陵水、乐东、东方、三亚和昌江为主产区，5个市县的栽培面积和产量占全省芒果栽培面积和产量的80%以上[4]。蒂腐病会引起芒果果实迅速腐烂，是芒果贮存期除芒果炭疽病外的第二大病害，对芒果的品质、运输产生严重的危害，造成巨大的经济损失[5]。引起芒果采后蒂腐病的病原有3种，分别是可可球二孢 *Botryodiplodia theobromae* Pat.、多米尼加小穴壳菌 *Dothiorella dominicana* Pet. *et* Cif.及芒果拟茎点霉 *Phomopsis mangiferae* Ahmad[6-7]。可可球二孢广泛存在于世界各芒果种

收稿日期： 2018-12-04 **修订日期：** 2019-01-09
基金项目： 国家自然科学基金(31560521)
* 通信作者 E-mail：yyyzi@tom.com

植地,在中国、印度、菲律宾及韩国等均有分布[8-9],在海南,可可球二孢是引起芒果蒂腐病的第一大病原菌。该菌具有潜伏期长,发病迅速等特点。由于该病原菌在大田期间就已侵入芒果,而芒果种植期间大量频繁使用杀菌剂防治各种病害,对芒果蒂腐病病原菌造成了很大的药剂选择压力[10],使得该病菌面临产生严重抗药性的风险。苯并咪唑类杀菌剂多菌灵是一类高效、广谱、内吸性杀菌剂,也是多数苯并咪唑类杀菌剂的水解产物和有效成分。多菌灵对子囊菌亚门和担子菌亚门中的大多数病原真菌有效,主要作用于真菌体内的 β 微管蛋白,影响真菌的生长繁殖。

苯并咪唑类杀菌剂多菌灵曾是防治芒果田间及采后病害最重要的杀菌剂之一[11]。本课题组从 2014 年开始监测海南芒果主产区可可球二孢对多菌灵的抗性,发现其对多菌灵的抗药性普遍严重。2018 年再次从海南芒果主要产区采集病果,分离、纯化可可球二孢,测定其对多菌灵的抗性,旨在进一步明确可可球二孢对多菌灵的抗性水平,在田间已经减少多菌灵使用的情况下,比较抗药性群体的变化及抗性特性,为海南芒果蒂腐病的科学防治提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试材料

1.1.1　供试药剂

97.2%多菌灵原药,海南正业中农高科股份有限公司。用 0.1 mol/L 稀盐酸溶解,然后用 0.1% 吐温-80 溶液定容,配制成 50 000 mg/L 母液备用。

1.1.2　供试菌株

供试可可球二孢 *Botryodiplodia theobromae* 菌株均为本实验室从感病芒果分离、鉴定与保存。

1.2　试验方法

1.2.1　供试菌株的分离、纯化、鉴定与保存

将从海南陵水、乐东、东方、三亚和昌江 5 个芒果主产区采回的芒果于室温贮藏,待芒果完成后熟,选择出现芒果蒂腐病的果实,采用组织分离法分离病原菌。即从病果沿病健交接处取 5 mm×5 mm 的小块,用 0.1%升汞酒精消毒 60 s,再用无菌水清洗 3 次后置于 PDA 平板上,待菌落长出后,从单个菌落边缘打取菌饼转接到新的 PDA 平板上进行纯化培养。观察菌落的形态、颜色及分生孢子形态,将鉴定为可可球二孢的菌株按柯赫法则回接芒果,确认为致病菌后将其转移到 PDA 斜面上培养 7 d,4℃下保存备用。

1.2.2　可可球二孢对芒果的致病力测定

致病力测定采用室内离体菌丝接种法:将 110 个供试菌株于 28℃恒温培养 4 d,分别在各菌株菌落边缘打取菌饼(d=5 mm)。芒果待接种部位先用针头刺伤,再接种菌饼。芒果品种为'红金龙',每个果实接种 3 点,每处理接种 3 个果实,以接种无菌琼脂块为对照,室温下保湿培养。接种第 2 天开始检查、统计果实发病情况,并测量病斑直径,计算发病率和病情指数(DI)。

$$DI=\frac{\sum[\text{各级病叶(果)数}\times\text{相对级值}]}{\text{调查总叶(果)数}\times 9}\times 100。$$

参照芒果炭疽病严重度分级标准[12],以病斑直径(X)进行分级。0 级,$X=0$;1 级,$0<X\leqslant 0.5$ cm;3 级,$0.5\ \text{cm}<X\leqslant 1.0$ cm;5 级,$1.0\ \text{cm}<X\leqslant 2.0$ cm;7 级,$2.0\ \text{cm}<X\leqslant 4.0$ cm;9 级,$X>4.0$ cm。致病力划分参照文献[11],以相同时间内病果病情指数进行划分,强致病力:病情指数≥70;中致病力:病情指数为 40～69;弱致病力:病情指数<40。

1.2.3　可可球二孢对多菌灵抗药性测定

1) 可可球二孢对多菌灵的抗性初步检测

采用菌丝生长速率法测定 106 个可可球二孢对多菌灵的敏感性。多菌灵浓度设置为 1、10 和 100 mg/L(质量浓度),以不含多菌灵的 PDA 培养基为空白对照。每处理 3 个重复,试验重复 2 次。菌株在 PDA 上培养 3 d 后打取 5 mm 菌饼分别接种于含药及空白培养基上,置于 28℃培养箱中培养 36 h 和 48 h,用十字交叉法测量菌落直径,并计算菌丝生长抑制率。参照乔广行等[13]和吴永官等[14]的文献,在含 1 mg/L药剂的 PDA 平板上生长受到明显抑制,含 10 mg/L药剂的平板上几乎不能生长的菌株判定为敏感菌株(S);在含 10 mg/L 药剂的 PDA 平板上生长受到的抑制不明显,在含 100 mg/L 药剂的 PDA 平板上抑制率大于 50%为中抗菌株(MR);在含 10 mg/L 药剂的 PDA 平板上能正常生长,在含 100 mg/L 药剂的 PDA 平板上抑制率小于 50%为高抗菌株(HR)。

$$\text{生长抑制率}=\frac{\text{对照菌落直径}-\text{处理菌落直径}}{\text{对照菌落直径}-\text{菌饼直径}}\times 100\%。$$

2) 可可球二孢对多菌灵的敏感性测定

在初步检测的基础上针对不同菌株分别设计多菌灵的供试浓度,其中敏感菌株的供试浓度为:0.005、0.01、0.05、0.25、1.25、6.25 mg/L,抗性菌株的供试浓

度为：10、50、100、500、1 000、2 000 mg/L。菌株在PDA上培养3 d后用5 mm直径打孔器打取菌饼，分别接种到6个不同浓度梯度的含药培养基上及不含药的培养基上，置于28℃培养箱中培养。每浓度设置3个重复，于36 h和48 h用十字交叉法测量菌落直径，并根据药剂浓度对数和菌丝生长抑制率用DPS和Microsoft Excel 2013软件计算出各菌株的毒力回归方程和EC_{50}。

根据初步测定结果，结合吴永官等[14]的方法进行抗性等级的划分：在含10 mg/L（质量浓度）药剂的PDA上菌落直径小于空白对照的40%为敏感菌株(S)；在含10 mg/L药剂的PDA上菌落直径大于空白对照的40%，但在含100 mg/L药剂的PDA上菌落直径小于空白对照的40%为中等抗性菌株(MR)；在含100 mg/L药剂的PDA上菌落直径超过空白对照的40%为高抗菌株(HR)。

2 结果与分析

2.1 芒果蒂腐病的发生及病原菌分离结果

本次试验从陵水采集55个，乐东56个，东方97个，三亚123个，昌江47个共378个芒果，芒果完成后熟后出现带有典型蒂腐病症状的芒果有111个，总发病率为29.37%。5个地区的自然发病率14.29%～47.27%(表1)，其中乐东的发病率最低，陵水芒果的发病率最高。芒果品种中'象牙芒'的发病率远远高于其他品种，高达97.3%(图1)。蒂腐病发病初期在果柄处出现黑褐色斑点，颜色比炭疽病病斑稍浅，随后，病斑迅速扩展并导致芒果腐烂，2～3 d芒果腐烂面积超过一半，果肉均腐烂，并出现酸臭味，完全不能食用。

表1 2018年海南不同地区芒果蒂腐病的发病率

Table 1 Incidence of mango stem-end rot in different areas of Hainan in 2018

地区 Area	品种 Variety	品种发病率/% Incidence	地区总的发病率/% Total incidence
陵水 Lingshui	台农	51.28	47.27
	金煌	37.50	
乐东 Ledong	金煌	19.44	14.29
	红金龙	5.00	
东方 Dongfang	象牙	97.30	39.18
	台农	3.39	
三亚 Sanya	澳芒	33.33	14.63
	台农	19.74	
	台芽	6.90	
昌江 Changjiang	台农	44.68	44.68

图1 刚采回的未后熟的芒果(左)及后熟后自然发病的芒果(右)

Fig. 1 Fresh green unripe mango (left) and ripe mango showing stem-end rot (right)

2.2 可可球二孢不同菌株的致病力

部分菌株在接种48 h后果实上开始出现明显水渍状病斑；其他菌株接种后60 h果实上开始出现明显水渍状病斑，对照芒果均无发病。接种3 d后病斑呈暗褐色，无光泽，病健部交界明显，在28～32℃下病斑迅速扩展，由暗褐色变为深褐色或紫黑色，接种5 d后果肉组织出现软化、流汁症状，果面出现大量菌丝(图2)。所有供试菌株接种5～7 d后，整个果实腐烂发臭。对110个菌株的致病力测定结果表明，强致病力菌株占64.55%，其中有20个菌株可使芒果的病情指数超过90，中等致病力菌株占25.45%，弱致病力菌株占10%。从芒果的采集地区来看，以乐东强致病力菌株最多，达86.67%，昌江地区的强致病力菌株最少仅占41.67%，东方、三亚及陵水的强致病力菌株在61.90%～72.22%之间。

2.3 可可球二孢对多菌灵抗性的初步检测

剔除4个致病力极弱的菌株(病情指数小于10)，采用区分剂量法对106个菌株进行抗性初步测定，结果(表2)表明，敏感性菌株为50个，占47.17%；抗性菌株为56个，抗性频率为52.83%，其中8个菌株为中抗菌株，发生频率为7.55%；48个菌株为高抗菌株，发生频率为45.28%。海南各地抗性菌株的发生频率存在差异，抗性频率在0～95.65%之间。其中，乐东和三亚芒果主产区的菌株抗性频率较高，东方和陵水芒果上分离的菌株的抗性较低，昌江本次没有发现抗性菌株，说明可可球二孢对多菌灵的抗性在海南省存在普遍性和地区差异性，且各地区之间差异较大。

图 2　芒果接种可可球二孢菌株 YZJH20605 后的发病症状

Fig. 2　Disease symptoms of mango inoculated by YZJH20605 strain of *Botryodiplodia theobromae*

表 2　2018 年海南不同地区可可球二孢对多菌灵抗性频率

Table 2　Frequencies of resistance in *Botryodiplodia theobromae* strains to carbendazim in Hainan in 2018

芒果产区 Region	菌株数量/株 Number of isolates	抗性菌株/株 Number of resistant isolates	抗性频率/% Resistance frequency
昌江 Changjiang	11	0	0
东方 Dongfang	24	5	20.83
乐东 Ledong	23	22	95.65
三亚 Sanya	37	26	70.27
陵水 Lingshui	11	3	27.27
合计 Total	106	56	52.83

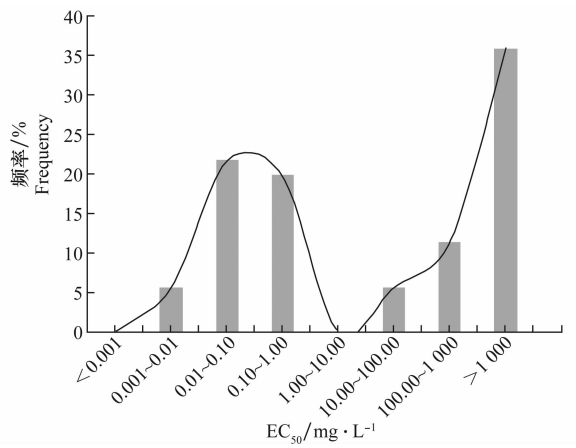

图 3　多菌灵对芒果蒂腐病菌田间分离菌株 EC_{50} 的频率分布

Fig. 3　Frequency distribution of carbendazim EC_{50} values against field isolates of *Botryodiplodia theobromae*

2.4　可可球二孢对多菌灵抗性水平测定

采用生长速率法,分别设计 5～7 个药剂浓度测定多菌灵对上述菌株的毒力,计算 EC_{50}。50 个敏感菌株在含 1 mg/L 多菌灵的 PDA 平板上均不能正常生长,EC_{50} 在 0.001～1 mg/L 之间,平均值为 0.18 mg/L;中抗菌株在含 100 mg/L 多菌灵的 PDA 平板上不能正常生长,10 mg/L＜EC_{50}＜100 mg/L,8 个中抗菌株的 EC_{50} 平均值为 80.41 mg/L;所有高抗菌株在含 100 mg/L多菌灵的 PDA 平板上能正常生长,其中 EC_{50} 在 100～1 000 mg/L之间的有 10 个,其他 38 个高抗菌株在含 1 000 mg/L 多菌灵的培养基上均能正常生长,表现出极高的抗性水平,EC_{50} 应该都大于 1 000 mg/L。

所有田间分离菌株对多菌灵的敏感性频率分布见图 3,可以看出,多菌灵对可可球二孢田间分离菌株 EC_{50} 的频率分布呈现典型的双峰趋势,为不连续分布,抗性呈质量遗传特性,具有抗性水平高、进化快、固有抗性风险高的特点。

3　讨论

大量研究表明,苯并咪唑类杀菌剂存在高抗性风险,是现有杀菌剂中病原菌产生抗性最为严重的药剂。多菌灵属于苯并咪唑类杀菌剂,因其杀菌谱广,内吸性强,防病效果好,被广泛应用于防治多种病害,但由于其作用位点单一,病原菌极易产生抗药性[15]。周明国等报道引起小麦赤霉病的禾谷镰孢菌 *Fusarium graminearum* 在华北地区已经出现了对多菌灵有高水平抗性的菌株[16]。灰霉病菌 *Botrytis cinerea* 是产生抗性较早的病原菌之一[17-18],对苯并咪唑类中的多菌灵,N-苯基氨基甲酸酯类的乙霉威等均产生了抗性,甚至是多重抗性[19]。刘慧平等对山西各地区的灰霉病菌进行了抗药性监测,结果显示山西各地灰霉菌对多菌灵的抗性均较为严重[20]。另外,链格孢属 *Alternaria*[21]、葡萄炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*[22]、苹果轮纹病菌 *Botryosphaeria dothidea*[23]、芒果炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*[24]、匍柄霉属 *Stemphylium*[25]、油菜菌核病菌 *Sclerotinia sclerotiorum*[26]、黄瓜黑星病菌 *Cladosporium cucumerinum*[27] 等都对多菌灵产生了抗性。2010 年师超等发现抗多菌灵的芒果蒂腐病菌可可球二孢对甲基硫菌灵的平均 EC_{50} 高于 1 000 mg/L[28]。2015 年王萌、陈小莉等发现芒果蒂腐病菌可可球二孢对苯并咪唑类杀菌剂甲基硫菌灵和多菌灵的抗性频率分别为 87.5%和 90.1%[29]。本研究结果表明在海南省芒果主产区的可可球二孢菌对多菌灵产生了很强的抗药性,但是相比前几年的结果,抗性频率有所下降,这可能与抗性等级划分的标准不同有关。如果以单剂量为区分剂量标价抗

性，往往会过高估计抗性频率。根据我们此次针对芒果蒂腐病菌可可球二孢以区分剂量的初步检测及精密毒力测定所得的 EC_{50} 来看，敏感菌株在含 1 mg/L 多菌灵的培养基上就会受到明显的抑制，其 EC_{50} 小于 1 mg/L；中抗菌株在含 100 mg/L 多菌灵的培养基上受到明显抑制，10 mg/L＜EC_{50}＜100 mg/L；高抗菌株在 100 mg/L 能正常生长，EC_{50}＞100 mg/L，按这个标准进行分级，区分剂量法与生长速率法两种测定方法，抗性分级的结果比较一致，可用于以后可可球二孢对多菌灵的抗性检测。此外，抗性频率的下降可能和近年来海南芒果主产区多菌灵的使用量减少有关。对多菌灵产生抗性的可可球二孢菌株保持着跟敏感菌株一样的致病力，说明菌株的适合度高；同时，抗性菌株的抗性水平仍然非常高，田间抗性菌株主要为高水平抗性菌株，抗药性水平并没有下降的趋势，也说明此类药剂产生抗性后的风险极高。

2015 年陈小莉等研究发现，从陵水、乐东、三亚与昌江分离的 124 株芒果可可球二孢，强致病力菌株占 28.23%，中等致病力菌株占 66.93%，弱致病力菌株占 4.84%[12]。本研究对 110 个菌株的致病力测定结果表明，分离出来的强致病力菌株比例最高，占 64.55%，中等致病力菌株占 25.45%，弱致病力菌株占 10.00%。从采集地区来看，以乐东强致病力菌株最多，达 86.67%，昌江地区的强致病力菌株最少仅占 41.67%，东方、三亚及陵水的强致病力菌株在 61.90%～72.22%之间。这可能跟昌江的芒果种植业发展比较晚有关。

目前海南省多菌灵抗性菌株分布相对较广，并且多为高抗菌株，这也许和芒果蒂腐病菌可可球二孢基因自然突变有关，后续将会针对病菌抗药性的分子机制展开研究。但是，鉴于该病菌对多菌灵已产生严重的抗性，限制其在海南芒果上使用，并且选用作用机制不同的化学药剂进行复配等综合防治策略对提高芒果蒂腐病防治效率等尤为重要。

参考文献

[1] 韦家少. 世界芒果产业发展概况[J]. 中国热带农业，2005(5)：22－25.

[2] 梁伟红，李玉萍，董定超，等. 中国芒果产业发展现状及对策[J]. 中国热带农业，2008(3)：18－21.

[3] 华敏. 海南芒果产业发展现状与对策[J]. 中国热带农业，2008(5)：12－13.

[4] 张贺，韦运谢，漆艳香，等. 海南省芒果畸形病的发现与鉴定[J]. 热带作物学报，2015，36(7)：1302－1306.

[5] 李日旺，黄国弟，苏美花，等. 我国芒果产业现状与发展策略[J]. 南方农业学报，2013，44(5)：875－878.

[6] SRIVASTAVA D N. Epidemiology and prevention of diplodia stem-end rot of ripe mango fruits[J]. Acta Horticulturae，1972，24：235－236.

[7] SANGCHOTE S. Postharvest diseases of mango fruits and their losses [J]. Kaselsart Journal Natural Sciences，1987，21：81－85.

[8] JOHNSON G，COOKE T，MEAD A. Infection and quiescence in mango stem-end rot pathogens [J]. Acta Horticulturae，1993，341：329－336.

[9] HONG S K，LEE S Y，CHOI H W，et al. Occurrence of stem-end rot on mango fruits caused by *Lasiodiplodia theobromae* in Korea [J]. The Plant Pathology Journal，2012，28(4)：455.

[10] 李敏，胡美姣，岳建军，等. 芒果可可球二孢蒂腐病菌生物学培养特性[J]. 热带作物学报，2009，30(11)：1660－1664.

[11] 毕朝位. 禾谷镰孢菌 *Fusarium graminearum* Schwabe 两个 β-微管蛋白基因功能及对多菌灵的抗药性分子机理[D]. 南京：南京农业大学，2009.

[12] 陈小莉，王萌，杨叶，等. 杧果蒂腐可可球二孢菌致病力测定及杧果主要品种抗病性评价[J]. 果树学报，2015，32(3)：481－486.

[13] 乔广行，严红，么奕清，等. 北京地区番茄灰霉病菌的多重抗药性检测[J]. 植物保护，2011，37(5)：176－180.

[14] 吴永官，陆少峰，黄思良，等. 华南地区瓜类疫霉对甲霜灵的田间抗药性[J]. 微生物学报，2011，51(8)：1078－1086.

[15] 张蕊，张贺，刘晓妹，等. 杀菌剂对芒果蒂腐病菌的抑菌活性及复配增效作用[J]. 农药，2016(6)：463－465.

[16] 周明国，王建新. 禾谷镰孢菌对多菌灵的敏感性基线及抗药性菌株生物学性质研究[J]. 植物病理学报，2001，31(4)：365－370.

[17] BOLLEN G J，SCHOLTEN G. Acquired resistance to benomyl and some other systemic fungicides in a strain of *Botrytis cinerea* in cyclamen [J]. Netherlands Journal of Plant Pathology，1971，77(3)：83－90.

[18] ZHANG C Q，LIU Y H，ZHU G N. Detection and characterization of benzimidazole resistance of *Botrytis cinerea*，in greenhouse vegetables [J]. European Journal of Plant Pathology，2010，126(4)：509－515.

[19] 刘德荣，谢丙炎，黄三文，等. 应用特异等位 PCR 快速鉴定灰霉病菌抗苯莱特与乙霉威菌株[J]. 菌物学报，2001，20(2)：238－243.

[20] 刘慧平，韩巨才，阎秀琴，等. 灰霉病原菌对多菌灵的抗性监测[J]. 山西农业大学学报(自然科学版)，2003，23(2)：93－97.

[21] 黄大野，李宝聚，石延霞，等. 三种多菌灵耐药性链格孢属真菌 β-tubulin 基因的序列特征[J]. 菌物学报，2012，31(5)：710－716.

[22] 陈聃，时浩杰，吴慧明，等. 浙江省葡萄炭疽菌对甲基硫菌灵和戊唑醇的抗药性研究[J]. 果树学报，2013，30(4)：665－668.

[23] 马志强，李红霞. 苹果轮纹病菌对多菌灵抗药性监测初报[J]. 农药学学报，2000，2(3)：94－96.

[24] 詹儒林，郑服丛. 芒果炭疽病菌 β-微管蛋白基因的克隆及其与多菌灵抗药性发生的关系[J]. 微生物学报，2004，44(6)：827－829.

[25] 黄大野，李宝聚，石延霞，等. 匍柄霉属真菌对多菌灵耐药性分子机制的初步研究[J]. 植物病理学报，2013，43(3)：314－317.

[26] 杨敬辉，潘以楼，朱桂梅，等. 油菜菌核病菌对多菌灵和乙霉威的抗药性机理[J]. 植物保护学报，2004，31(1)：74－78.

[27] 潘洪玉，王少斌. 黄瓜黑星病菌对多菌灵抗药性的测定[J]. 植物保护学报，1997，24(3)：285－286.

[28] 师超，胡美姣，李敏，等. 多种杀菌剂对抗多菌灵的芒果蒂腐病菌菌株的毒力测定[J]. 农药研究与应用，2010(3)：30－34.

[29] 王萌，陈小莉，杨叶，等. 海南芒果蒂腐病对 8 种杀菌剂的抗药性测定[J]. 农药，2015，54(5)：384－386.

（责任编辑：杨明丽）