杧果炭疽病菌 *Colletotrichum asianum* 和 *C. fructicola* 的危害特征及对杀菌剂的敏感性初探

覃丽萍[1]， 苏 琴[1]， 谢 玲[1*]， 农 倩[1]，
陈艳露[1]， 张 艳[1]， 廖仕同[1]， 莫贱友[2]

（1. 广西壮族自治区农业科学院微生物研究所，南宁 530007；
2. 广西壮族自治区农业科学院植物保护研究所，南宁 530007）

摘要 通过离体针刺接种法初步探讨了广西杧果炭疽病的主要致病菌 *Colletotrichum asianum* 和 *C. fructicola* 在不同品种杧果上的危害症状及致病力，并用生长速率法测定这 2 种病菌代表菌株对咪鲜胺和吡唑醚菌酯的敏感性。结果显示：*C. asianum* 和 *C. fructicola* 侵染同一品种杧果的症状仅有细微的差别；每种病菌对不同品种杧果的致病力有较明显的差异，其中 *C. asianum* 对‘桂七杧’的致病力最强，对‘台农一号杧’的致病力最弱，*C. fructicola* 对‘金煌杧’的致病力最强，对‘四季蜜杧’的致病力最弱。咪鲜胺对 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 的代表菌株的 EC_{50} 分别为 0.039 5～0.132 2 μg/mL、0.057 1～0.157 4 μg/mL，吡唑醚菌酯对 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 的代表菌株的 EC_{50} 分别为 0.010 9～0.561 6 μg/mL、0.151 1～0.447 4 μg/mL，其中 *C. asianum* 对吡唑醚菌酯的最大 EC_{50} 是最小 EC_{50} 的 51.5 倍，存在抗药性风险。研究结果为杧果炭疽病的正确诊断、防治等提供理论依据。

关键词 杧果； 炭疽病； 危害特征； 杀菌剂； 敏感性

中图分类号： S 436.679 **文献标识码：** A **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018527

A preliminary study on the damage characteristics of mango anthracnose causal agents *Colletotrichum asianum* and *C. fructicola* and their sensitivity to fungicides

QIN Liping[1]， SU Qin[1]， XIE Ling[1*]， NONG Qian[1]， CHEN Yanlu[1]，
ZHANG Yan[1]， LIAO Shitong[1]， MO Jianyou[2]

（1. *Microbiological Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning* 530007, *China*；
2. *Research Institute of Plant Protection, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning* 530007, *China*）

Abstract The damage characteristics and virulence of *Colletotrichum asianum* and *C. fructicola*, the main pathogens causing mango anthracnose in Guangxi, China were studied by acupuncture inoculation using detached leaves and fruits. The sensitivity of the two pathogens to prochloraz and pyraclostrobin was also detected by mycelial growth rate method *in vitro*. The results showed that only small difference in the damage characteristics existed between *C. asianum* and *C. fructicola* when infected with the same variety, while the virulence of each *Colletotrichum* species to different mango varieties showed significant difference. *C. asianum* had strongest pathogenicity to ‘Guiqimang’ but weakest to ‘Tainong No1. Mang’. *C. fructicola* had strongest pathogenicity to ‘Jinhuangmang’ but weakest to ‘Sijimimang’. The EC_{50} values of prochloraz to *C. asianum* and *C. fructicola* were 0.039 5－0.132 2 μg/mL and 0.057 1－0.157 4 μg/mL, respectively, and those of pyraclostrobin were 0.010 9—0.561 6 μg/mL, 0.151 1—0.447 4 μg/mL,

收稿日期： 2018－12－24 **修订日期：** 2019－02－25
基金项目： 广西自然科学基金(2013GXNSFAA019064)；广西农业科学院科技发展基金(桂农科 2017JM34)；国家现代农业产业技术体系广西杧果创新团队(nycytxgxcxtd-06-03)
* 通信作者 E-mail:76613413@qq.com

respectively. The maximum EC_{50} value of pyraclostrobin to *C. asianum* was 51.5 times higher than the minimum EC_{50} value, indicating a potential risk of resistance. These results provide the foundation for the diagnosis and management of anthracnose in mango production.

Key words mango; anthracnose; damage characteristics; fungicide; sensitivity

杧果 *Mangifera indica* L. 是著名的热带亚热带水果，其果肉鲜嫩多汁，美味可口又营养丰富，享有“热带果王”的美称。杧果在整个生产过程中易受各种病菌感染，使其产量和果实品质受到影响。杧果炭疽病(anthracnose)是杧果生长期和采后贮藏期的一大病害，主要危害嫩叶、果实，也可危害嫩枝、花序，造成梢枯、叶枯、落花落果及采后果实大量腐烂[1]。广西是我国杧果的主产区，种植面积和产量排全国第二[2]。因广西地处亚热带，炭疽病在各种植区普遍发生，极大地制约了杧果产业健康发展。

杧果炭疽病病原菌属于炭疽菌属 *Colletotrichum*，此前关于其侵染特性、致病力分化、对杀菌剂的敏感性及杧果种质对炭疽病的抗性研究等，均将所使用的菌株定义为 *Colletotrichum gloeosporioides*[3-6]，但这是复合种(species complex)概念意义上的种。随着多基因分子系统学方法在炭疽菌分类中的应用，*C. gloeosporioides* 复合种已被区分为 31 个独立种和 1 个亚种，该复合种内的多个种如 *C. asianum*、*C. fructicola*、*C. gloeosporioides*、*C. tropicale*、*C. siamense*、*C. dianesei*、*C. endomangiferae*、*C. theobromicola* 已被证实为杧果炭疽病菌[7-11]，其中 *C. asianum*、*C. fructicola* 和 *C. siamense* 为广西杧果炭疽病的病原菌[12]。然而，各个种侵染杧果的症状特点如何，它们之间是否存在差异还鲜有报道。笔者在前期的研究中观察到，*C. siamense* 侵染杧果果实的症状与前人描述的杧果炭疽病的症状有所不同[13]，那么其他种的炭疽菌在危害特点上是否也存在差异？为此，本文对广西杧果炭疽病的主要病原菌 *C. asianum*、*C. fructicola* 在不同杧果品种上的侵染症状、致病力及其对杀菌剂的敏感性进行了初步研究，以期为杧果炭疽病的正确诊断、防治提供理论依据，也为今后各杧果产区的田间品种布局提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试菌株、杧果品种及杀菌剂

C. asianum 和 *C. fructicola* 为广西杧果炭疽病的主要病原菌，分别选取致病力中等的菌株 FC1S、QZ4P[14] 进行测试；供试品种有‘台农一号杧’、‘桂七杧’、‘金煌杧’、‘四季蜜杧’；96%吡唑醚菌酯原药由山东京博农化有限公司提供，97%咪鲜胺原药由江苏辉丰农化股份有限公司提供。

1.2 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对叶片的危害特征

采集新长出的无病斑嫩叶，用自来水洗干净，再用 75%乙醇擦拭，待表面的水滴晾干后用灭菌接种针在叶背扎 1 个伤口；菌株 FC1S、QZ4P 分别在 PDA 上培养 6 d，从菌落边缘切取直径约 6 mm 的菌丝块接于伤口处，带菌丝面接触叶片，每处理重复 3 次，每重复接种 3 片叶，每片叶接种 2 个点，以接种 PDA 为空白对照。接种完成后放入垫有灭菌滤纸的托盘中，并放入湿棉花团，套上塑料袋保湿，在 28℃、自然光照下培养。分别于接种后 1、3 d 采用十字交叉法测量病斑直径，记录发病接种点数，计算发病率，再结合病情分级标准计算病情指数。

病情分级标准如下[15]：0 级，无病症；1 级，$X \leqslant 5$ mm；2 级，5 mm$<X\leqslant$10 mm；3 级，10 mm$<X\leqslant$20 mm；4 级，20 mm$<X\leqslant$40 mm；5 级，$X>$40 mm。X 为病斑直径。

$$\text{病情指数}=\frac{\sum(\text{病级}\times\text{相应病级的病斑数})}{5\times\text{调查总病斑数}}\times 100;$$

$$\text{发病率}=\frac{\text{接种后发病点数}}{\text{总接种点数}}\times 100\%;$$

$$\text{校正病情指数}=\frac{\text{处理病情指数}-\text{对照病情指数}}{100-\text{对照病情指数}}\times 100;$$

$$\text{校正发病率}=\frac{\text{处理发病率}-\text{对照发病率}}{1-\text{对照发病率}}\times 100\%。$$

1.3 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对果实的危害特征

采收约八成熟、没有病斑的‘台农一号杧’、‘桂七杧’、‘四季蜜杧’及‘金煌杧’的果实，用自来水洗干净，再用 75%乙醇擦拭，晾干，用灭菌接种针扎一个约 2 mm 深的伤口；菌株 FC1S、QZ4P 分别在 PDA 上培养 6 d，从菌落边缘切取直径约 6 mm 的菌丝块接于伤口处，带菌丝面接触果面，每处理 3 个重复，每重复接种 3 个果，每个果接种 2 个点，以接种 PDA 为空白对照。采收当天接种完毕，置于篮筐中并放入湿棉花团，套上塑料袋保湿，在 28℃、自然光

照下培养,分别于接种后 1、3、5、7 d 采用十字交叉法测量病斑直径,记录接种发病点数,计算发病率,再结合病情分级标准计算病情指数。

1.4 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对不同杀菌剂的敏感性测定

1.4.1 含药培养基的制备

先将 0.01 g 原药用 2 mL 无水乙醇溶解,再用灭菌纯水配成 10 倍设置浓度,将药液与熔化后冷却至 45℃左右的 PDA 培养基按 1∶9混合均匀,制成系列测试浓度的含药培养基平板。测试浓度至少含 5 个呈等比的浓度梯度,各浓度的抑制率在 5%～95%。

1.4.2 敏感性测定

采用生长速率法测定炭疽病菌对吡唑醚菌酯、咪鲜胺的敏感性。每个种的病菌分别选取采自南宁市、田阳县、田东县及百色市管理水平、用药频率相对较高的果园的菌株各 1 株,培养 5～6 d 后从菌落边缘切取直径约 6 mm 的菌丝块,移接至含药 PDA 培养基平板中央,带菌丝面接触培养基,以加入等量无菌水为空白对照,每个处理浓度设 3 个重复。于 28℃下黑暗培养,待空白对照即将长满皿时,用十字交叉法测量各处理菌落直径,计算药剂对病菌生长的抑制率,然后用 DPS 7.0 统计分析软件求出 a、b 值、EC_{50} 及其 95%置信区间,建立毒力回归方程 $y=ax+b$ 并进行卡平方检验。生长抑制率计算公式:

$$\text{生长抑制率}=\frac{\text{对照菌落净生长量}-\text{处理菌落净生长量}}{\text{对照菌落净生长量}}\times 100\%;$$

菌落净生长量(mm)=菌落直径－菌饼直径。

2 结果与分析

2.1 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对叶片的危害特征

C. asianum 和 *C. fructicola* 对同一品种杧果叶片的危害症状存在些细微的差异,接种后 3 d,接种 *C. asianum* 的杧果病情指数比接种 *C. fructicola* 的略大些;每种病菌对不同品种杧果叶片的危害症状和致病力也有差异(表 1)。

表 1　*Colletotrichum asianum* 和 *Colletotrichum fructicola* 在杧果叶片上的危害特征及致病力[1)]

Table 1　Damage characteristics and virulence of *Colletotrichum asianum* and *Colletotrichum fructicola* on mango leaves

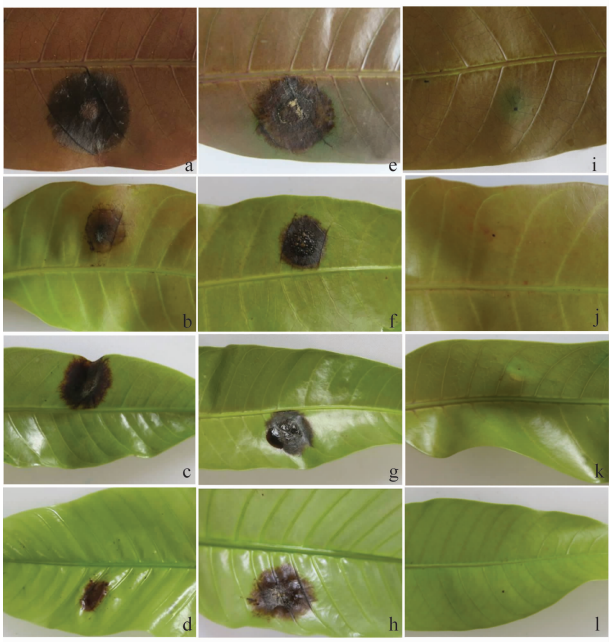
品种 Variety	接种后时间/d Time after inoculation	*Colletotrichum asianum* 校正病情指数 Corrected disease index	*Colletotrichum asianum* 校正发病率/% Corrected incidence	*Colletotrichum asianum* 症状 Symptom	*Colletotrichum fructicola* 校正病情指数 Corrected disease index	*Colletotrichum fructicola* 校正发病率/% Corrected incidence	*Colletotrichum fructicola* 症状 Symptom
桂七杧 Guiqimang	1	43.3 cC	100.0 aA	病斑墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐,接种后 4 d产生橘黄色分生孢子堆	30.0 cCD	88.9 aAB	病斑初为黑褐色,外围土黄色,后扩展为墨黑色,时有绿色晕圈,接种 3 d 后产生黄色分生孢子堆
	3	71.1 aA	100.0 aA		61.1 aA	100.0 aA	
金煌杧 Jinhuangmang	1	35.6 cC	100.0 aA	病斑初为黄褐色,后变黑褐色	32.2 cC	100.0 aA	病斑黑褐色,外围较浅,接种 3 d 后产生橘红色分生孢子堆
	3	58.9 bAB	100.0 aA		53.3 aAB	100.0 aA	
台农一号杧 Tainong No. 1 mang	1	16.7 dD	77.8 aA	病斑初为墨黑色,边缘较整齐,后病斑扩展至叶缘使叶片扭曲,接种 4 d 后产生橘黄色分生孢子堆	18.9 dD	88.9 aAB	病斑初为浅褐色至黑褐色,后扩大变成墨黑色
	3	62.2 bAB	100.0 aA		57.8 aAB	100.0 aA	
四季蜜杧 Sijimimang	1	10.0 dD	33.3 bB	病斑初为褐色,后随病情发展变黑褐色,接种 4 d 后产生橘黄色分生孢子堆	18.9 dD	66.7 bB	病斑初为褐色,后随病情发展变黑褐色,接种 3 d 后产生橘黄色分生孢子堆
	3	55.6 bB	100.0 aA		46.7 bB	100.0 aA	

1) 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。下同。
Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at $P<0.05$, and different capital letters indicate highly significant difference at $P<0.01$. The same below.

C. asianum 接种叶片后 1 d,'桂七杧'的病情指数最高,其次是'金煌杧',二者的差异不显著,但'桂七杧'与'台农一号杧'、'四季蜜杧'的病情指数差异极显著;'四季蜜杧'的发病率最低,与其他 3 个品种的发病率差异达极显著水平,而其他 3 个品种的发病率两两相比较差异不显著。接种后 3 d,'桂七杧'

的病情指数最高，然后依次是‘台农一号杧’、‘金煌杧’、‘四季蜜杧’，后三者的病情指数两两相比较，差异不显著，但与‘桂七杧’相比较，差异均达显著水平；4 个品种的发病率均为 100%。

C. fructicola 接种叶片后 1 d，‘金煌杧’的病情指数最高，其次是‘桂七杧’，二者差异不显著；‘台农一号杧’和‘四季蜜杧’的病情指数相同，与‘金煌杧’的差异均达极显著水平，与‘桂七杧’的差异均达显著水平。‘金煌杧’的发病率最高，其次是‘桂七杧’和‘台农一号杧’，‘四季蜜杧’最低，前三者两两相比较，差异不显著，但‘四季蜜杧’与‘金煌杧’的差异达极显著水平，与‘桂七杧’、‘台农一号杧’的差异达显著水平。接种后 3 d，‘桂七杧’的病情指数最高，然后依次是‘台农一号杧’、‘金煌杧’、‘四季蜜杧’，前三者两两相比较差异不显著，‘桂七杧’与‘四季蜜杧’差异达极显著水平，‘台农一号杧’、‘金煌杧’与‘四季蜜杧’差异均达显著水平；4 个品种的发病率均为 100%。



a~d: 接种*C. asianum*; e~h: 接种*C. fructicola*; i~l:对照。a、e、i: ‘桂七杧’; b、f、j: ‘金煌杧’; c、g、k: ‘台农一号杧’; d、h、l: ‘四季蜜杧’。下同
a–d: Inoculated with *C. asianum*; e–h: Inoculated with *C. fructicola*; i–l: Negative control. a, e, i: ‘Guiqimang’; b, f, j: ‘Jinhuangmang’; c, g, k: ‘Tainong No. 1 mang’; d, h, l: ‘Sijimimang’. The same below

图 1 不同品种杧果叶片接种炭疽菌后 3 d 的症状表现

Fig. 1 Symptoms of the leaves of different varieties of mango 3 d after inoculation

2.2 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对果实的危害特征

C. asianum 和 *C. fructicola* 侵染同一品种杧果的症状表现基本一致，不同点在于 *C. fructicola* 接种‘桂七杧’和‘金煌杧’后 7 d，病斑上产生橘黄色的分生孢子，但 *C. asianum* 接种‘桂七杧’和‘金煌杧’在观察期内未能观察到分生孢子。同时 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 侵染‘金煌杧’的症状与其他 3 个品种的症状表现有较明显的区别(图 2)。

接种 *C. asianum* 后‘桂七杧’发病最快，接种后 1、3、5、7 d 的病情指数在 4 个品种中都是最大的，‘台农一号杧’发病最慢，接种后 1、3、5、7 d 的病情指数最低，二者差异达极显著水平。接种 *C. fructicola* 后1 d，各品种的病情指数两两相比差异不显著，其中‘桂七杧’病情指数最大，‘台农一号杧’的病情指数最小；接种后 5、7 d‘金煌杧’的病情指数最大，‘四季蜜杧‘的最小，二者的差异达到极显著水平。

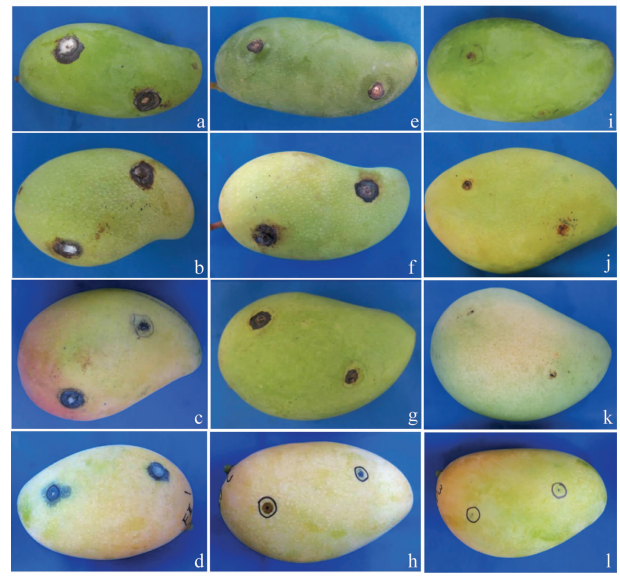


图 2 不同品种杧果果实接种炭疽菌后 7 d 的症状表现

Fig. 2 Symptoms of the fruits of different varieties of mango 7 d after inoculation

2.3 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 对药剂的敏感性

咪鲜胺对 4 个 *C. asianum* 菌株的 EC_{50} 为 0.039 5～0.132 2 μg/mL，最高 EC_{50} 是最低的 3.3 倍；吡唑醚菌酯对 4 个 *C. asianum* 菌株的 EC_{50} 为 0.010 9～0.561 6 μg/mL，最高 EC_{50} 是最低的 51.5 倍。咪鲜胺对 4 个 *C. fructicola* 菌株的 EC_{50} 为 0.057 1～0.157 4 μg/mL，最高 EC_{50} 是最低的 2.8 倍，吡唑醚菌酯对 4 个 *C. fructicola* 菌株的 EC_{50} 为 0.151 1～0.447 4 μg/mL，最高 EC_{50} 是最低的 3.0 倍(表 3)。

表 2　*Colletotrichum asianum* 和 *Colletotrichum fructicola* 在果实上的危害特征及致病力

Table 2　Damage characteristics and virulence of *Colletotrichum asianum* and *Colletotrichum fructicola* on fruits

品种 Variety	接种后时间/d Time after inoculation	*C. asianum* 校正病情指数 Corrected disease index	*C. asianum* 校正发病率/% Corrected incidence	*C. asianum* 症状 Symptom	*C. fructicola* 校正病情指数 Corrected disease index	*C. fructicola* 校正发病率/% Corrected incidence	*C. fructicola* 症状 Symptom
桂七杧 Guiqimang	1	16.7 eFGH	44.4 cCD	病斑墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐	8.9 ghEF	38.9 cdBC	病斑墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐,上生橘黄色分生孢子堆
	3	35.6 bcABCD	86.7 aAB		29.9 cdeC	100.0 aA	
	5	49.4 aAB	100.0 aA		32.1 cdeBC	100.0 aA	
	7	51.9 aA	100.0 aA		34.6 cdBC	100.0 aA	
金煌杧 Jinhuangmang	1	2.2 fHI	11.1 deE	病斑初为铁锈色,后从中间开始变黑色,边缘往往不整齐	3.3 hF	16.7 deC	病斑初为铁锈色,后从中间开始变成黑色,边缘往往不大整齐,上生橘黄色分生孢子堆
	3	25.3 cdeCDEF	66.7 bBC		24.1 efCD	66.7 bcAB	
	5	41.7 abABC	100.0 aA		44.0 bAB	100.0 aA	
	7	51.2 aAB	100.0 aA		53.6 aA	100.0 aA	
台农一号杧 Tainong No. 1 mang	1	0.0 fI	0.0 eE	病斑墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐	1.1 hF	5.6 eC	病斑墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐
	3	18.4 eEFG	60.0 bcBC		25.3 defCD	86.7 abA	
	5	28.9 cdeCDEF	100.0 aA		32.6 cdeBC	100.0 aA	
	7	35.0 bcdBCDE	100.0 aA		36.4 bcBC	100.0 aA	
四季蜜杧 Sijimimang	1	4.4 fGHI	22.2 dDE	病斑初为墨黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐,后变不规则形,中央凹陷,外围呈水渍状	7.8 ghEF	38.9 cdBC	病斑初为褐色或黑色,圆形或近圆形,边缘较整齐,后中央凹陷
	3	22.9 deDEF	100.0 aA		13.2 gDEF	83.3 abA	
	5	29.0 cdeCDEF	100.0 aA		16.8 fgDE	83.3 abA	
	7	47.0 abAB	100.0 aA		24.0 efCD	83.3 abA	

表 3　*Colletotrichum asianum* 和 *Colletotrichum fructicola* 代表菌株对咪鲜胺、吡唑醚菌酯敏感水平

Table 3　The sensitivity of *Colletotrichum asianum* and *Colletotrichum fructicola* to prochloraz and pyraclostrobin

病菌种名 Species	菌株编号 Isolate	咪鲜胺 prochloraz b	标准误 Standard error	EC_{50}/μg·mL^{-1}	95%置信限 Confidence interval	χ^2	$P_{0.05}$
C. asianum	RZ8L	6.524 3	0.141 1	0.132 2	0.112 2～0.155 7	0.011 9	7.81
	TT27F	7.608 9	0.180 2	0.067 6	0.057 7～0.079 0	0.350 1	7.81
	LT99L	6.300 4	0.147 7	0.075 6	0.055 6～0.102 8	0.018 6	7.81
	ST126L	7.661 5	0.107 7	0.039 5	0.035 5～0.044 0	0.005 1	7.81
C. fructicola	HX10L	6.537 2	0.107 9	0.110 2	0.091 9～0.132 2	0.154 9	9.49
	DJ83F	6.204 5	0.030 9	0.123 1	0.114 8～0.132 0	0.001 8	9.49
	DD101F	6.901 7	0.133 9	0.057 1	0.047 2～0.069 1	0.027 9	11.07
	YJ113L	6.204 2	0.097 6	0.157 4	0.130 2～0.190 2	0.021 6	9.49

病菌种名 Species	菌株编号 Isolate	吡唑醚菌酯 pyraclostrobin b	标准误 Standard error	EC_{50}/μg·mL^{-1}	95%置信限 Confidence interval	χ^2	$P_{0.05}$
C. asianum	RZ8L	5.850 7	0.060 3	0.042 0	0.026 0～0.067 8	0.007 2	7.81
	TT27F	5.167 6	0.108 8	0.561 6	0.301 1～1.047 5	0.019 7	7.81
	LT99L	10.615 0	0.400 2	0.010 9	0.009 9～0.012 0	0.010 7	7.81
	ST126L	5.714 9	0.137 9	0.124 3	0.070 7～0.218 4	0.027 1	7.81
C. fructicola	HX10L	5.461 3	0.092 6	0.151 1	0.089 2～0.255 8	0.020 2	9.49
	DJ83F	5.209 9	0.097 8	0.366 0	0.177 7～0.753 7	0.023 7	9.49
	DD101F	5.379 8	0.052 7	0.447 4	0.355 1～0.563 7	0.007 9	7.81
	YJ113L	5.549 6	0.017 2	0.247 9	0.223 5～0.275 0	0.000 7	7.81

3　结论与讨论

两种炭疽菌在同一品种杧果上引起的症状没有明显区别,但两种病菌对不同品种杧果的致病力有较明显的差异。*C. asianum* 接种于‘台农一号杧’果实后 1 d 的病情指数为 0.0,随后的观察期内其病情指数在 4 个品种中均为最小,说明‘台农一号杧’的果实对 *C. asianum* 既抗侵染又抗扩展;*C. fructicola* 接种果实后 1 d,‘台农一号杧’的病情指数最小,‘桂七杧’的最大,‘四季蜜杧’紧随其后,但随后的观察期

内‘四季蜜柑’的病情指数均为最小，说明‘台农一号柑’的果实较抗 *C. fructicola* 的侵染，‘桂七柑’和‘四季蜜柑’的果实不抗 *C. fructicola* 的侵染，但‘四季蜜柑’较抗 *C. fructicola* 的扩展。综合来看，*C. asianum* 对‘桂七柑’的致病力最强，对‘台农一号柑’的致病力最弱；*C. fructicola* 对‘金煌柑’的致病力最强，对‘四季蜜柑’的致病力最弱。本研究采用针刺接种法进行离体接种，具有试验条件易控制、简单易行、发病充分等特点，但与大田实际情况可能有一定的差距，要充分了解 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 的侵染特点，还需进行活体无伤接种才能更接近田间实际情况。

种植抗病品种是病害防治最经济、有效的方法，生产上在选择种植品种时，应同时考虑品种的品质和抗病性，抗感品种搭配种植，避免单一感病品种连片种植。‘桂七柑’是百色地区特有的柑果名品，以其独特香气、细腻的口感广受消费者喜爱，但 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 在该品种上的初侵染速度和扩展速度都相对较快，其综合抗性较差，不宜大面积连片种植。‘台农一号柑’和‘四季蜜柑’对 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 综合抗性好，品质也相当好，是不错的品种选择，尤其是‘四季蜜柑’可反季节开花结果，使其果实在 10－12 月成熟，因错开了柑果上市高峰期，果实售价连年上升[16]，经济效益好，可考虑扩大种植面积。

咪鲜胺和吡唑醚菌酯是生产上用于防治炭疽病的作用机理不同的两类杀菌剂，本研究结果显示咪鲜胺对 *C. asianum* 和 *C. fructicola* 的 EC_{50} 分别为 0.039 5～0.132 2 μg/mL 和 0.057 1～0.157 4 μg/mL，以 0.066 6 μg/mL[17] 为柑果炭疽病菌对咪鲜胺的敏感性基线，*C. asianum* 和 *C. fructicola* 对咪鲜胺的抗性倍数（菌株的 EC_{50} 与敏感性基线的比值）分别为 0.6～2.0 和 0.9～2.4，均为敏感菌株。郭堂勋等[18]测定了 29 株广西柑果炭疽病菌对吡唑醚菌酯的敏感性，发现吡唑醚菌酯的 EC_{50} 在 0.14～4.64 μg/mL 之间，最大 EC_{50} 是最小 EC_{50} 的 33.1 倍。本研究测定的 *C. asianum* 菌株中，吡唑醚菌酯的最大 EC_{50} 是最小 EC_{50} 的 51.5 倍。尽管本研究所测定的菌株数量有限，但所选用的菌株为采自主产区的代表菌株，也足以说明 *C. asianum* 不同菌株对吡唑醚菌酯的敏感性差异在进一步拉大，存在抗药性风险，应减少该药及同类药剂单剂在防治柑果炭疽病上的使用。

参考文献

[1] 赖传雅，袁高庆. 农业植物病理学[M]. 第 2 版. 北京：科学出版社，2008：160.

[2] 傅国华，韩立越，许能锐. 中国芒果产业链现状[J]. 热带农业科技，2008，31(4)：27－31.

[3] 莫贱友，赵广，李其利，等. 柑果炭疽病病原菌侵染特性研究[J]. 中国南方果树，2017，46(2)：20－25.

[4] 李江华，杨石有，张蕊，等. 柑果炭疽菌株对台农 1 号的致病力分化研究[J]. 中国南方果树，2017，46(2)：77－80.

[5] 覃丽萍，史国英，谢玲，等. 芒果炭疽病菌对咪鲜胺的敏感性检测[J]. 南方农业学报，2013，44(4)：594－597.

[6] 罗睿雄，黄建峰，张欣，等. 229 份柑果种质对炭疽病抗性初步评价[J]. 热带农业科学，2013，33(3)：36－40.

[7] WEIR B S, JOHNSTON P R, DAMM U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex[J]. Studies in Mycology, 2012, 73: 115－180.

[8] UDAYANGA D, MANAMGODA D S, LIU X Z, et al. What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits? [J]. Fungal Diversity, 2013, 61(1): 165－179.

[9] LIMA N B, BATISTA M V De A, De MORAIS M A, et al. Five *Colletotrichum* species are responsible for mango anthracnose in northeastern Brazil[J]. Fungal Diversity, 2013, 61(1): 75－88.

[10] VIEIRA W A S, MICHEREFF S J, De MORAIS M A, et al. Endophytic species of *Colletotrichum* associated with mango in northeastern Brazil [J]. Fungal Diversity, 2014, 67(1): 181－202.

[11] PARDO-DE LA HOZ C J, CALDERÓN C, RINCÓN A M, et al. Species from the *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum boninense* and *Colletotrichum gloeosporioides* species complexes associated with tree tomato and mango crops in Colombia [J]. Plant Pathology, 2016, 65(2): 227－237.

[12] 覃丽萍，余功明，张艳，等. 广西柑果炭疽病菌种类的构成与分布[J]. 果树学报，2018，35(4)：469－480.

[13] QIN Liping, HUANG Siliang, LIN Shanhai, et al. First report of anthracnose of *Mangifera indica* caused by *Colletotrichum siamense* in Sanya city in China [J]. Plant Disease, 2017, 101(6): 1038.

[14] 覃丽萍，苏琴，汪茜，等. 广西柑果炭疽病菌致病力差异测定[J]. 中国植保导刊，2016，36(4)：5－8.

[15] 陈业渊，贺军虎. 热带、南亚热带果树种质资源数据质量控制规范[M]. 北京：中国农业出版社，2006：102－103.

[16] 方中斌，黄荣春，沈方科，等. 四季蜜柑反季节早结丰产栽培技术[J]. 中国南方果树，2013，42(4)：116－120.

[17] 成禄艳. 芒果炭疽病菌对几种杀菌剂的抗药性研究[D]. 广州：华南农业大学，2016.

[18] 郭堂勋，赵广，李其利，等。广西柑果炭疽菌致病力、抗药性及遗传多样性分析[C]//中国植物病理学会 2016 年学术年会论文集. 北京：中国农业科学技术出版社，2016：142.

（责任编辑：田 喆）