

香蕉细菌性软腐病菌的寄主范围及香蕉品种的抗性测定

袁月, 陈雪凤, 李华平, 梁家杰, 刘琼光

(华南农业大学 资源环境学院, 广东 广州 510642)

摘要:以分离获得的3个香蕉细菌性软腐病菌为接种菌株,采用针刺和注射等接种方法进行了香蕉细菌性软腐病菌寄主范围的鉴定,并对香蕉不同品种的抗性进行了测定.结果表明,在供试的15科22种植物中有21种植物可以被病原菌侵染而发病,表明该病原菌寄主范围广泛.对我国普遍栽种的7个香蕉品种的抗性测定结果表明,不同香蕉品种抗性存在差异,其中皇帝蕉为高抗品种;农科1号、大蕉和巴西蕉为中抗品种;而金粉、广粉和威廉斯B6为中感品种.

关键词:香蕉;细菌性软腐病;寄主范围;品种抗性

中图分类号:S482.2

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2013)01-0023-05

Host Range and Banana Variety Resistance to Bacterial Soft Rot Pathogens

YUAN Yue, CHEN Xuefeng, LI Huaping, LIANG Jiajie, LIU Qiongguang

(College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Banana soft rot, a serious disease caused by *Dickeya* sp., was found in Guangdong and Hainan provinces. The host range of banana soft rot pathogens in China and the disease resistance of different banana varieties were not reported. Three isolates of banana soft rot pathogens and 22 species of plants from 15 families were investigated for pathogen-host range by using artificial inoculation methods. The results indicated that three isolates had a wide host range. In addition, seven banana varieties, which widely grew in China, were used to identify the resistance to banana soft rot. The results showed that *Musa* AA Pisang Mas had a high resistance; *Musa* AAA Cavendish cv. Brazil, *Musa* AAA Cavendish cv. Nongke No. 1, and *Musa* ABB Pisang had a moderate resistance; *Musa* ABB Pisang Awak cv. Jinfen, *Musa* AAA Cavendish cv. Williams, *Musa* ABB Pisang Awak cv. Guangfen were moderately susceptible.

Key words: banana; bacterial soft rot; host range; variety resistance

香蕉 *Musa nana* Lour. 是热带亚热带地区一种重要的经济作物,在我国海南、广东、广西、福建、云南等地大面积种植.2009年在我国广东首次发现香蕉细菌性软腐病^[1],其田间症状表现为球茎和假茎腐烂并伴有难闻气味,生长点坏死,假茎开裂,叶片黄化及萎蔫,严重时整株枯死,发病地块的香蕉生产遭到毁灭性的破坏.与 Thomas 等^[2]描述的由软腐欧

氏杆菌胡萝卜亚种 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 引起的香蕉软腐病导致的叶片黄化、植株矮小、根茎腐烂、最终植株死亡的症状有一定区别. Lin 等^[3]将来自广东的香蕉细菌性软腐病病原菌鉴定为肠杆菌科 Enterobacteriaceae, *Dickeya* sp. (*Erwinia chrysanthemi*, *Pectobacteria chrysanthemi*)^[1], Li 等^[4]在2011年通过 PCR 法检测出植物体内、土壤及水中的香蕉

收稿日期:2012-03-07 网络出版时间:2013-01-11

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/44.1110.S.20130111.0927.013.html>

作者简介:袁月(1986—),女,硕士研究生;通信作者:刘琼光(1964—),男,副教授, E-mail: qgliu@scau.edu.cn

基金项目:国家香蕉产业技术体系建设项目(CAR-32-05)

细菌性软腐病菌,表明该病原菌能够在灌溉水及土壤中存活。

植物病原细菌引起的香蕉软腐病害在20世纪80年代曾严重威胁西孟加拉^[5]及印度南部的香蕉产业^[6],在哥伦比亚^[7]、韩国^[8]及伊朗^[9]等地也有报道。就病菌种类来看,*Dickeya*有*D. dianthicola*、*D. dadantii*、*D. zeae*、*D. chrysanthemi*、*D. paradisiaca*和*D. dieffenbachiae* 6个种。通常认为,香蕉细菌性软腐病是由*D. paradisiaca*引起的^[7-10],但广东香蕉细菌性软腐病究竟是由哪个种引起,需要进一步的确定。寄主范围的测定,不仅是病原菌鉴定的一个重要依据,而且是指导病害防治的一个重要基础。*Dickeya*属的病菌通常都具有较广的寄主范围^[11-12]。香蕉细菌性软腐病属于新病害,鲜见寄主范围测定的报道。我国香蕉栽培品种较多,目前香蕉品种之间对该软腐病菌的抗病性研究鲜见报道。本文对香蕉细菌性软腐病菌的寄主范围进行测定,并对我国香蕉主要栽培品种进行抗性鉴定,旨在揭示香蕉软腐病原细菌的致病性,对制定香蕉软腐病的防治策略和香蕉产业的可持续发展具有重要的意义。

1 材料与方法

1.1 供试菌株

香蕉软腐病细菌菌株 XJ7-1-2、XJ8-3-3 和 XJ9-12,分离自广东省广州市香蕉园,由华南农业大学植物病毒研究室保存。

1.2 寄主范围测定

供试接种寄主植物:天南星科 Araceae、景天科 Crassulaceae、仙人掌科 Cactaceae、凤梨科 Bromeliaceae、大戟科 Euphorbiaceae、百合科 Liliaceae、苦苣苔科 Gesneriaceae、石竹科 Caryophyllaceae、禾本科 Gramineae、茄科 Solanaceae、菊科 Compositae、鸢尾科 Iridaceae、芭蕉科 Musaceae、十字花科 Brassicaceae、伞形科 Umbelliferae 共15科22种植物。

接种方法:将香蕉软腐病细菌各菌株在牛肉膏蛋白胨(NA)平板上30℃培养24h,用无菌水洗出菌体,制成 1×10^8 cfu/mL菌悬液($D_{600\text{ nm}} \approx 0.500$)备用。其中野芋 *Colocasia antiquorum*、洋葱 *Allium cepa*、马铃薯 *Solanum tuberosum*、白菜 *Brassica rapa*、胡萝卜 *Daucus carota* 采用离体针刺接种法接种,即针刺后,在针刺点滴上10 μL菌液,于28℃培养箱中培养。其他植物均采用活体接种法,包括注射接种法(用一次性注射器取0.5 mL菌悬液,注射于植株茎基部)和针刺接种法(同离体接种),根据植物的种类及特点,选择适合的接种方法。每个处理重复5次,接种后植株置于室温条件下,喷水保湿。以接种无菌水为对照。定期观察发病症状。

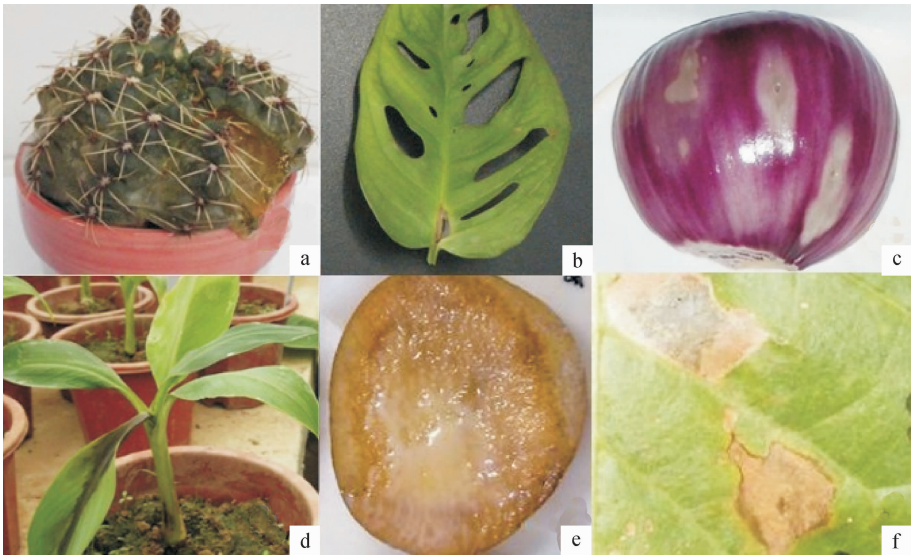
1.3 香蕉品种抗性鉴定

供试香蕉品种:皇帝蕉 *Musa AA Pisang Mas*,巴西 *Musa AAA Cavendish cv. Brazil*,金粉 *Musa ABB Pisang Awak cv. Jinfeng*,农科1号 *Musa AAA Cavendish cv. Nongke No. 1*,大蕉 *Musa ABB Pisang*,威廉斯 B6 *Musa AAA Cavendish cv. Williams*,广粉 *Musa ABB Pisang Awak cv. Guangfen* 是我国普遍种植的香蕉品种。参照方中达^[13]的方法,将供试菌株制成菌悬液(1×10^8 cfu/mL),利用注射接种法,注射蕉苗的茎基部,每株注射1 mL;以无菌水为对照,每个处理接种10株蕉苗。接种后每天观察并记录植株发病情况。建立如下香蕉细菌性软腐病分级标准:0级——无病斑;1级——注射点、假茎或叶片任何一部位出现病斑;2级——注射点、假茎或叶片有2个或以上部位出现病斑,但叶片不折断;3级——有1叶片黄化折断,或假茎开裂;4级——有2片或以上叶片枯黄折断,假茎开裂;5级——全株死亡。根据分级标准及病情指数公式,计算病情指数。病情指数 = $\Sigma(\text{病级株数} \times \text{病级}) / (\text{总株数} \times \text{最高病级}) \times 100$ 。接种后第15天,蕉苗发病情况基本稳定,因此选取15d的病情指数,按品种抗性分级标准,进行香蕉品种抗性定级。香蕉细菌性软腐病品种抗性分级标准:免疫——病情指数为0;高抗——病情指数 ≤ 25 ;中抗—— $25 < \text{病情指数} \leq 50$;中感—— $50 < \text{病情指数} \leq 75$;高感——病情指数 > 75 。

2 结果与分析

2.1 香蕉软腐病病菌寄主范围测定

3个菌株(XJ7-1-2、XJ8-3-3和XJ9-12)接种共22种寄主植物,接种3d后,有21种植物发病,对照组均不发病。不同植物的发病程度和症状表现存在差异。接种后不发病的有红包丽穗凤梨 *Vriesea poellmannii*。接种后产生腐烂症状的寄主有野芋 *Colocasia antiquorum*、唐印 *Kalanchoe thyrsifolia*、莲花掌 *Aeonium arboreum*、绯花芋 *Gymnocalycium baldianum*、牡丹玉 *Gymnocalycium friedrichii*、洋葱 *Allium cepa*、非洲堇 *Saintpaulia ionantha*、石竹 *Dianthus chinensis*、马铃薯 *Solanum tuberosum*、白菜 *Brassica rapa*、胡萝卜 *Daucus carota*;接种后产生坏死斑的寄主有龟背竹 *Monstera deliciosa*、合果芋 *Syngonium podophyllum*、一品红 *Euphorbia pulcherrima*、佳丽万年青 *Rohdea japonica*、烟草 *Nicotiana tabacum*、德国鸢尾 *Iris germanica*,种后萎蔫的寄主有菊花 *Chrysanthemum indicum*;接种后心叶萎蔫或出现病斑,接种部位变黑、腐烂的寄主有玉米 *Zea mays*、水稻 *Oryza sativa*、香蕉 *Musa nana*(图1、表1)。所有供试菌株均不侵染红包丽穗凤梨,表明凤梨不是香蕉细菌性软腐病病原菌的寄主。



a: 绯花玉;b: 龟背竹叶片;c: 洋葱鳞茎;d: 香蕉;e: 马铃薯块茎;f: 烟草叶片。

图 1 香蕉细菌性软腐病菌部分寄主植物接种后发病特征

Fig. 1 Symptoms of some host plants infected by pathogen of banana soft rot

表 1 香蕉软腐病病原菌寄主范围鉴定

Tab. 1 Identification of host range of banana soft rot pathogens

寄主植物	接种方法	症状描述
龟背竹	叶脉注射	接种部位产生坏死斑
合果芋	叶脉注射	接种部位产生坏死斑
野芋	针刺叶柄	接种点腐烂
唐印	叶片针刺	发病严重, 叶片腐烂
莲花掌	叶片针刺	发病严重, 叶片腐烂
绯花玉	茎部针刺	发病严重, 整球腐烂
牡丹玉	茎部针刺	发病严重, 整球腐烂
红包丽穗凤梨	叶片针刺	不发病
一品红	叶片针刺	接种部位产生坏死斑, 严重时叶片下垂
佳丽万年青	叶片针刺	接种部位产生坏死斑, 叶片下垂
洋葱	针刺鳞茎	接种部位腐烂
非洲堇	叶脉注射	接种部位腐烂, 叶片下垂
石竹	茎部注射	接种部位腐烂
玉米	茎基注射	接种部分产生水渍状病斑, 心叶叶脉出现病斑
水稻	茎基注射	发病严重, 接种部分有水渍状病斑, 心叶枯萎
烟草	叶脉注射	接种部位产生坏死斑
马铃薯	块茎针刺	发病严重, 接种部位产生软腐
菊花	叶脉注射	接种叶片萎蔫
德国鸢尾	叶片注射	接种部位产生坏死斑
香蕉	茎基注射	发病严重, 接种部位产生病斑, 心叶坏死, 假茎开裂
白菜	针刺叶柄	接种点腐烂
胡萝卜	针刺块根	发病严重, 接种点腐烂

在供试的 21 种寄主植物中, 唐印、莲花掌、绯花

芋、牡丹玉、玉米、水稻、菊花、马铃薯、香蕉、胡萝卜的发病程度明显强于其他 11 种植物. 3 个供试菌株 (XJ7-1-2、XJ8-3-3 和 XJ9-12) 接种同一寄主植物, 其发病程度与症状差异不明显, 表明 3 个供试菌株对这些寄主植物不存在明显的致病力差异. 在供试植物中存在同科不同属植物, 如龟背竹、合果芋、野芋同属于天南星科, 唐印、莲花掌同属于景天科, 佳丽万年青、洋葱同属于百合科, 水稻、玉米同属于禾本科, 烟草和马铃薯同属于茄科. 在这些同科植物中, 供试菌株对茄科马铃薯的致病力强于烟草; 对禾本科水稻的致病力强于玉米, 说明香蕉软腐病病原菌对同科不同属的植物可能存在致病力差异.

2.2 香蕉不同品种抗病性鉴定

接种后, 蕉苗假茎基部注射位点发生腐烂, 病斑向上蔓延, 进而新叶坏死, 假茎开裂, 叶柄腐烂, 导致叶片黄化下垂, 发病严重的植株全株软腐倒伏, 与田间症状相符. 金粉、威廉斯 B6、广粉接种后 12 h 即开始发病; 巴西蕉、大蕉接种后 1 d 开始发病; 农科 1 号接种后 3 d 开始发病; 皇帝蕉接种后 4 d 开始发病. 接种后 15 d, 皇帝蕉发病率为 75%; 大蕉发病率为 87.5%; 巴西蕉、金粉、农科 1 号、威廉斯 B6、广粉发病率为 100%. 根据各品种接种 15 d 发病情况 (表 2), 对照香蕉细菌性软腐病品种抗性分级标准, 并作进一步的统计分析. 结果表明, 不同香蕉品种抗性存在差异: 皇帝蕉为高抗品种; 巴西蕉、农科 1 号和大蕉为中抗品种; 金粉、威廉斯 B6 与广粉为中感品种. 试验结果证明, 品种抗性不仅与发病程度即病情指数相关, 也与发病快慢相关, 抗性越强的品种, 发病越晚, 抗性越弱的品种, 发病越快. 另外, 用相同浓度

表 2 供试香蕉品种接种香蕉细菌性软腐病菌后 15 d 的抗性特征
Tab. 2 Disease index and resistance of different banana varieties

品种	发病率/%			病情指数 ¹⁾			综合抗性 ²⁾
	XJ8-3-3	XJ7-1-2	平均值	XJ8-3-3	XJ7-1-2	平均值	
皇帝蕉	60	90	75.0	13.89 a	22.22 a	18.06 C	高抗
巴西蕉	100	100	100.0	43.33 a	43.33 a	43.33 B	中抗
金粉	100	100	100.0	65.56 a	71.67 a	68.61 A	中感
农科 1 号	100	100	100.0	28.89 a	38.33 a	33.61 B	中抗
大蕉	86	89	87.5	22.22 a	38.89 a	30.56 B	中抗
威廉斯 B6	100	100	100.0	43.33 b	73.33 a	58.33 A	中感
广粉	100	100	100.0	67.22 a	71.11 a	69.17 A	中感

1) 同一香蕉品种 2 个菌株导致的病情比较,凡是有一个相同小写字母者,表示在 0.05 水平上差异不显著;同列病情指数平均值后凡是有一个相同大写字母者,表示在 0.05 水平上差异不显著(Duncan's 多重比较法)。2) 高抗:病情指数≤25;中抗:25<病情指数≤50;中感:50<病情指数≤75。

的 XJ7-1-2 菌悬液和 XJ8-3-3 菌悬液分别接种 7 个香蕉品种,15 d 后计算蕉苗病情指数,同一品种 2 个不同菌株的病情指数两两比较结果表明,威廉斯 B6 受 2 个菌株侵染的病情指数存在显著差异,表明供试菌株 XJ7-1-2 与 XJ8-3-3 间可能存在一定的致病力差异;但其余 6 个香蕉品种则差异不显著,这初步表明不同的香蕉品种对这 2 种菌株的抗性表现不同。

3 讨论与结论

Dickeya 等^[7]将来自哥伦比亚香蕉上的 30 个菌株鉴定为 *E. chrysanthemi* pv. *paradisiaca* (*D. paradisiaca*),原因是这些菌株寄主范围窄^[10],其生理生化性状与寄主范围广的其他 *E. chrysanthemi* 菌株明显不同。*Dickeya* sp. 寄主范围很广,目前划分为 6 个种,能够引起魔芋、彩色马蹄莲、风信子、向日葵、大丽花、菊苣、菠萝、洋蓟、高凉菜、天竺葵、芹菜、蒜、葱、牛蒡、蔓绿绒、芦荟、甘薯、黄瓜、西葫芦、茄子、番茄、辣椒、兰科植物等多种植物的软腐^[14-23],它们是否是本研究中香蕉软腐病菌的潜在寄主,有待进一步测定。

近年来,在广东发生的香蕉细菌性软腐病,其病原菌初步鉴定为 *Dickeya* sp.^[1],但有关该病原细菌的寄主范围目前还不清楚。本研究结果表明,通过人工接种,香蕉细菌性软腐病原菌可侵染天南星科、景天科、仙人掌科、大戟科、百合科、苦苣苔科、石竹科、禾本科、茄科、菊科、鸢尾科、芭蕉科、十字花科、伞形科等 14 科 21 种植物,证明香蕉细菌性软腐病病原菌寄主范围较广,对多种植物有潜在的致病力,这与 Dickeya 等^[7]将来自哥伦比亚香蕉的软腐病菌鉴定为 *E. chrysanthemi* pv. *paradisiaca* (*D. paradisiaca*) 的寄主范围较窄明显不同。根据我们的寄主范围测

定结果,我们推测,广东香蕉细菌性软腐病病原菌可能是除 *D. paradisiaca* 以外的种,有关该病原细菌种的鉴定,将另文发表。因此,对香蕉细菌性软腐病的防治,在耕作栽培上要注意与非寄主植物轮作。

本研究结果还表明,香蕉细菌性软腐病病原菌对不同科的植物的致病力有差异,且对同科不同属的植物也存在致病力差异,这与 Lee 等^[12]提出从不同寄主植物中分离出的 *Erwinia chrysanthemi* 可能具有寄主专化性和遗传变异性的观点相符。

通过抗性试验得出,皇帝蕉对香蕉细菌性软腐病的抗病性最强,广粉则最容易感病,与田间调查结果相符。在已发生香蕉细菌性软腐病的地域,建议种植抗病性较强的品种以减轻甚至避免该病害造成的危害。

王玉龙等^[24]证实大白菜软腐病品种抗性中苗期抗性与成株抗性具有相关性。本研究仅对 7 个香蕉品种的苗期进行了温室内抗性鉴定,香蕉细菌性软腐病的苗期抗性与成株期是否相同,即是否具有生育期抗病性,还有待进一步验证。在香蕉品种抗性测定中发现,XJ7-1-2 与 XJ8-3-3 菌株间存在一定的致病力差异,有关香蕉软腐细菌是否存在不同的生理小种,有待于分离更多的菌株来研究证实。

Dickeya sp. 能够在土壤中长时间存活,也有报道^[25]在流动水中发现该病原菌,该病原菌可以通过土壤、灌溉水传播^[26]。目前通过土壤和水流传播的植物细菌病害,尚未发现有效的化学防治方法,因此香蕉细菌性软腐病一旦发生将很难根治。有研究指出,水合霉素和菌毒清能够对该病害起到防治作用,但未进行田间试验^[1]。亦有报道称,加收米、春雷霉素、农用链霉素和水合霉素或其混合剂对欧氏软腐杆菌 *Erwinia carotovora* (Jones) Bergey et al. 引起的幼龄蕉苗球茎细菌性软腐病有较好防效^[26]。目前筛选和

培育抗病品种是防治香蕉病害最安全、经济和有效的方法,本研究通过香蕉软腐病菌的寄主范围的测定和品种抗性试验,为香蕉细菌性软腐病综合防治策略的制定奠定了基础。

参考文献:

- [1] 蒲小明,林壁润,沈会芳,等. 防控香蕉细菌性软腐病绿色药剂筛选[J]. 广东农业科学, 2010, 37(9): 44-45.
- [2] THOMAS P, GOPLAKRISHNAN C, KRISHNAREDDY M. Soft rot inciting: *Pectobacterium carotovorum* (*Erwinia carotovora*) is unlikely to be transmitted as a latent pathogen in micropropagated banana[J]. Plant Cell Tissue and Organ Cult, 2011, 105(3): 423.
- [3] LIN B R, SHEN H F, PU X M, et al. First report of a soft rot of banana in mainland China caused by a *Dickeya* sp. [J]. Plant Dis, 2010, 94(7): 640.
- [4] LI Peiqian, LIN Birun, SHEN Huifang, et al. Species-specific detection of *Dickeya* sp. (*Pectobacterium chrysanthemi*) in infected banana tissues, soil and water[J]. Afr J Biotechnol, 2011, 74(10): 16774-16780.
- [5] CHATFOPADHYAY P K, 郭建辉. 威胁西孟加拉香蕉栽培的细菌性软腐病[J]. 福建热作科技, 1987, 41(4): 48.
- [6] SNEHALATHARANI A, KHAN A N A. Biochemical and physiological characterisation of *Erwinia* species causing tip-over disease of banana [J]. Arch Phytopathol Plant Protect, 2010, 43(11): 1072-1080.
- [7] DICKEYA R S, VICTORIA J I. Taxonomy and emended description of strains of *Erwinia* isolated from *Musa paradisiaca* Linnaeus[J]. Int J Syst Bacteriol, 1980, 30(1): 129-134.
- [8] CHIO J E, PARK J S, KANG H W. Bacterial soft rot of banana fruit caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* and *Pseudomonas cichorii* [J]. Korean J Plant Patho, 1988, 3(4): 202-206.
- [9] HASSANZADEH N. Characterization of a new soft rot *Erwinia* to banana in Iran[J]. Iranian J Plant Patho, 1990 (26): 1-4.
- [10] SAMSON R, LEGENDRE J B, CHRISTEN R, et al. Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Brenner et al. 1973) and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zeae* sp. nov. [J]. Int J Syst Evol Microbiol, 2005, 55(4): 1415-1427.
- [11] MA B, HIBBING M E, KIM H S, et al. Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya* [J]. Phytopathology, 2007, 97(9): 1150-1163.
- [12] LEE Y A, CHEN K P, HSU Y W. Characterization of *Erwinia chrysanthemi*, the soft-rot pathogen of white-flowered calla lily, based on pathogenicity and PCR-RFLP and PFGE analyses [J]. Plant Patho J, 2006, 55(4): 530-536.
- [13] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 63-65.
- [14] 黄艳霞. 菊基腐病菌的常用检测技术[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(增刊): 27-29.
- [15] 盛德贤, 覃宇, 冉隆平, 等. 不同抗生素对魔芋软腐病防治的研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(15): 153-155.
- [16] 谷春艳, 范加勤, 杨雪, 等. 彩色马蹄莲细菌性软腐病菌的鉴定及其群体感应淬灭的研究[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(3): 71-77.
- [17] 陈永强, 李梅, 牟登科, 等. 春羽细菌性软腐病病原鉴定[J]. 广东农业科学, 2010, 37(12): 78-80.
- [18] 李冰, 马晓红, 沈强, 等. 风信子软腐病病原的鉴定和杀菌剂试验[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2011, 29(5): 20-24.
- [19] 陈振佳, 文衍堂. 三种热作细菌性病害的病原菌鉴定[J]. 热带作物学报, 1995, 16(2): 93-97.
- [20] 吴大椿, 鄢小宁. 食用仙人掌软腐病病原鉴定[J]. 湖北农学院学报, 2004(1): 15-17.
- [21] 赵玲, 柴兆祥, 李金花, 等. 四株胡萝卜软腐欧文氏杆菌胡萝卜亚种新菌株的分离鉴定[J]. 草业学报, 2011, 20(4): 244-251.
- [22] 黄立飞, 罗忠霞, 房伯平, 等. 我国甘薯新病害-茎腐病的研究初报[J]. 植物病理学报, 2011, 41(1): 18-23.
- [23] 李林, 徐作珽, 李长松, 等. 西葫芦软腐病病原的初步研究[J]. 园艺学报, 2007, 34(5): 1189-1194.
- [24] 王玉龙, 张学君, 李润, 等. 大白菜软腐病苗期抗性及其与成株期抗性的关系[J]. 华北农学报, 1995, 10(3): 80-83.
- [25] PALACIO-BIELSA A, RODRÍGUEZ MOSQUERA M, CAMBRAÁLVAREZ M, et al. Phenotypic diversity, host range and molecular phylogeny of *Dickeya* isolates from Spain[J]. Eur J of Plant Pathol, 2010, 127(3): 311-324.
- [26] 周传波, 庄光辉, 张世能, 等. 香蕉球茎软腐病发生与防治[J]. 中国南方果树, 2007, 36(5): 48-50.

【责任编辑 周志红, 霍欢】