

引用格式:

占爽, 杨静, 胡军华, 吴玉珠, 吴望, 张嘉, 陈娜, 周彦. 大雅柑枯斑病斑的病原鉴定及防治药剂的筛选[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(5): 535–539.

ZHAN S, YANG J, HU J H, WU Y Z, WU W, ZHANG J, CHEN N, ZHOU Y. Identification of *Stagonosporopsis cucurbitacearum* as the pathogen of citrus and screening of its fungicides[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2021, 47(5): 535–539.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 大雅柑枯斑病斑的病原鉴定及防治药剂的筛选

占爽<sup>1</sup>, 杨静<sup>2</sup>, 胡军华<sup>1,3\*</sup>, 吴玉珠<sup>1</sup>, 吴望<sup>1</sup>, 张嘉<sup>1</sup>, 陈娜<sup>1</sup>, 周彦<sup>1,3</sup>

(1.西南大学柑桔研究所, 重庆 400712; 2.西南大学植物保护学院, 重庆 400712; 3.农业部西南地区果树科学观测实验站, 重庆 400712)

**摘要:** 2020年春季, 于重庆市长寿区柑橘园内采集大雅柑典型枯斑病果实, 采用组织块分离法分离得到菌株CS11, 对其进行形态学和分子生物学鉴定, 确定CS11为 *Stagonosporopsis cucurbitacearum*。向健康的柑橘盆钵苗喷洒CS11孢子悬液可致植株患病, 从患病样品中分离得到菌株CS11, 确认CS11是致病病原菌; CS11对大雅柑(*Citrus reticulata* cv. *dayagan*)、有核沃柑(*Citrus r temple* × *Dancy*)、塔罗科血橙(*Tarocco blood orange* (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck))和尤力克柠檬(*Citrus limon*)的叶、枝、果实均具有致病性。室内药剂筛选结果显示, 75% 肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60% 唑醚·代森联可湿性粉剂、450 g/L 咪鲜胺乳油、37% 苯醚甲环唑可湿性粉剂、11.5% 吡唑啉菌酯乳油5种杀菌剂对CS11有较好的抑制作用, 其中75% 肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60% 唑醚·代森联可湿性粉剂、37% 苯醚甲环唑可湿性粉剂、11.5% 吡唑啉菌酯乳油等4种药剂的EC<sub>50</sub>值均小于10 mg/kg。

**关键词:** 大雅柑; 枯斑病; 病原鉴定; 致病性; 药剂筛选

中图分类号: S436.661.1<sup>+</sup>9

文献标志码: A

文章编号: 1007–1032(2021)05–0535–05

## Identification of *Stagonosporopsis cucurbitacearum* as the pathogen of citrus and screening of its fungicides

ZHAN Shuang<sup>1</sup>, YANG Jing<sup>2</sup>, HU Junhua<sup>1,3\*</sup>, WU Yuzhu<sup>1</sup>, WU Wang<sup>1</sup>, ZHANG Jia<sup>1</sup>, CHEN Na<sup>1</sup>, ZHOU Yan<sup>1,3</sup>

(1.Citrus Research Institute, Southwest University, Chongqing 400712, China; 2.College of Plant Protection, Southwest University, Chongqing 400712, China; 3.Fruit Tree Science Observation and Experimental Station in Southwest China, Ministry of Agriculture, Chongqing 400712, China)

**Abstract:** In the spring of 2020, the typical diseased citrus fruits were collected in Changshou, Chongqing, and the blight fruits of dayagan (*Citrus reticulata* cv. *dayagan*) were obtained. The strain CS11 was obtained from the diseased samples by tissue separation. Through morphology and molecular biology characterization, strain CS11 was determined as *Stagonosporopsis cucurbitacearum* (*S. cucurbitacearum*). Pathogenicity study by spraying the spores on health citrus plants showed that strain CS11 caused blight on citrus, which confirmed the pathogenicity of strain CS11. *S. cucurbitacearum* strain CS11 has pathogenicity on *Citrus reticulata* cv. *Dayagan*, *C. r temple* × *Dancy*, *C. sinensis* (L.) Osbeck (Tarocco blood orange) and *C. limon*. And the strain CS11 is pathogenic to the leaves, branches and fruits of the 4 kinds of citrus. The growth rate method was used to determine the virulence of different agents to the strain, the results showed five fungicides including 75% trifloxystrobin tebuconazole, 60% pyraclostrobin metiram, 450 g/L prochloraz, 37% difenoconazole and 11.5% pyraclostrobin had good inhibitory effect on strain CS11. The EC<sub>50</sub> values of 75% trifloxystrobin tebuconazole,

收稿日期: 2020–12–24

修回日期: 2021–04–10

基金项目: 科技部国家重点研发计划项目(2017YF D0202006–04); 农业部国家现代农业柑橘产业技术体系(CARS–26–05B)

作者简介: 占爽(1996—), 女, 湖北武汉人, 硕士研究生, 主要从事真菌基因组学与次生代谢研究, [zhanshuang@cric.cn](mailto:zhanshuang@cric.cn); \*通信作者, 胡军华, 博士, 副研究员, 主要从事真菌基因组学与次生代谢研究, [hujunhua@cric.cn](mailto:hujunhua@cric.cn)

60% pyraclostrobin metiram, 37% difenoconazole and 11.5% pyraclostrobin were all less than 10 mg/kg.

**Keywords:** *Citrus reticulata* cv. *dayagan*; *Stagonosporopsis cucurbitacearum*; caused blight; pathogenicity; screening of fungicides

*Stagonosporopsis cucurbitacearum* 是引起瓜类蔓枯病(gummy stem blight, GSB)的主要病原菌之一<sup>[1]</sup>,对葫芦属、黄瓜属等多种瓜类作物具有致病性<sup>[2]</sup>,造成苦瓜(*Momordica charantia* L.)<sup>[3]</sup>、籽用南瓜(*Cucurbita*)<sup>[4]</sup>、南瓜(*Cucurbita moschata*)<sup>[5]</sup>等的果腐病或蔓枯病发生。除此之外,*S.cucurbitacearum* 还对蕹菜(*Ipomoea aquatica*)<sup>[6]</sup>、马铃薯(*Solanum tuberosum*)<sup>[7]</sup>等具有致病性。中国的台湾地区<sup>[3]</sup>、黑龙江<sup>[8]</sup>、广西<sup>[9]</sup>和域外一些国家,如印度<sup>[10]</sup>、意大利<sup>[11]</sup>、泰国<sup>[12]</sup>、巴西<sup>[13]</sup>等均有此病原菌的记录。

大雅柑系西南大学柑桔研究所经过多年选育有望替代‘春见’的晚熟柑橘优新品种,果实大、品质优、市场前景广阔,在川渝地区已形成规模种植。自2019年11月起,从大雅柑等多个带有枯斑症状的病害样品中分离得到*S.cucurbitacearum* 菌株。为了明确*S.cucurbitacearum* 对柑橘的潜在危害,筛选有效防控药剂,笔者以2020年春季从重庆长寿采集的大雅柑枯斑果实为样品,采用组织分离法分离病原菌,并进行了鉴定和致病性测定及室内防治药剂筛选。现将结果报告如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2020年春季,自重庆长寿大雅柑种植园区采集大雅柑枯斑病斑果实。

大雅柑(*Citrus reticulata* cv. *dayagan*)、有核沃柑(*Citrus r temple* × *Dancy*)、塔罗科血橙(*Tarocco blood orange* (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck))和尤力克柠檬(*Citrus limon*)均采摘自重庆市北碚区歇马街道中国农业科学院柑桔研究所国家果树种质资源圃。有核沃柑苗木购买自重庆市北碚区歇马街道科正苗木公司。

37%苯醚甲环唑可湿性粉剂(山东省绿士农药有限公司)、450 g/L咪酰胺乳油(安道麦马克西姆有限公司)、50%甲基硫菌灵悬浮剂(陕西汤普森生物科技有限公司)、50%醚菌酯可湿性粉剂(利尔化学

股份有限公司)、40%腈菌唑可湿性粉剂(美国陶氏益农有限公司)、60%唑醚·代森联可湿性粉剂(巴斯夫欧洲公司)、25%嘧菌酯悬浮剂(英国先正达有限公司)、11.5%吡唑啉菌酯乳油(石家庄市深泰化工有限公司)、50%啉酰菌胺水分散粒剂(巴斯夫欧洲公司)、75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂(德国拜耳作物科学公司)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 大雅柑枯斑病原菌的分离与鉴定

采用组织块分离法<sup>[14]</sup>,对大雅柑病果病菌进行分离:切取大雅柑果面枯斑病斑与健康果面交界处5 mm<sup>2</sup>组织块3块,用75%乙醇清洗30 s,无菌水冲洗3次,无菌滤纸吸干水分,接种至PDA培养基上,28℃培养7 d,对分离菌株进行纯化培养。

挑取少量菌丝,加入30 μL 2× T5 Direct PCR Kit(Plant) Lysis Buffer A,95℃加热20 min后短暂离心30 s,取上清液作为DNA模板。用常规真菌鉴定通用引物ITS1(TCCGTAGGTGAACCTGCGG)/ITS4(TCCTCCGCTTATTGATATGC)扩增ITS片段进行鉴定。25 μL PCR反应体系:T5 Plant 12 μL,模板1 μL,ITS1/4各1 μL,ddH<sub>2</sub>O 10 μL。ITS片段扩增程序为:98℃预变性2 min,98℃变性10 s,55℃退火15 s,72℃延伸10 s,35个循环;72℃补充延伸3 min。PCR产物经1.0%琼脂糖凝胶电泳检测后送擎科公司测序。将获得序列提交至NCBI数据库(<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>)中进行比对。

将纯化培养的菌株在PDA培养基上28℃恒温培养7 d,0.08%吐温-水洗涤,配制成10<sup>6</sup>个/mL的孢子悬液。向健康有核沃柑苗木喷洒15 mL孢子悬液后整枝套膜。每日观察、记录发病情况并拍照。对患病组织进行病原菌分离<sup>[14]</sup>,验证科赫法则。

#### 1.2.2 病原菌的致病性测定

菌株在PDA培养基上28℃恒温培养7 d,5 mm打孔器制成菌饼。采摘大雅柑、有核沃柑、塔罗科血橙和尤力克柠檬夏季新抽发尚未转褐的枝条、未

转绿叶片和幼果各 60 份。每种组织 20 份为 1 组, 重复 3 组。75%乙醇清洗 30 s, 无菌水冲洗 3 次, 自然风干, 备用。叶片正面针刺 1 针、枝条腋芽去皮、果实针刺 1 针后均接种菌饼。对照组接种 PDA 培养基。28 ℃保湿培养。采用十字交叉法测量病斑直径, 运用 SPSS 25.0 软件分析数据。

### 1.2.3 杀菌剂对病原菌的抑制活性测定

将 10 种杀菌剂配制成 1 mg/mL 的母液, 再将母液稀释 10 倍和 100 倍。将药液与 PDA 培养基混合, 依次制成 4、2、1、0.5、0.25 mg/kg 的含药培养基, 以加入无菌水的 PDA 培养基为空白对照。每处理 3 次重复。各含药培养基接种菌饼后, 28 ℃恒温培养 7 d, 十字交叉法<sup>[15]</sup>测量菌落直径。采用农药室内生物测定数据处理系统(PBT)对各药剂试验结果进行统计分析, 获得各药剂对菌株的毒力回归方程、抑制中浓度(EC<sub>50</sub>)、抑制 90% 浓度(EC<sub>90</sub>)、相关系数(*R*)和 95%置信限。

## 2 结果与分析

### 2.1 大雅柑枯斑病病原菌的鉴定结果

从大雅柑枯斑病果实上分离纯化得到的菌株, 在 PDA 培养基上菌丝生长旺盛, 培养 5 d 即可覆盖直径 90 mm 培养皿全皿。起初菌丝为灰白色, 后逐渐变为灰色, 菌落背面为橄榄绿至铅黑色, 菌落生

长边缘规则。分生孢子为椭圆形, 基本不具隔膜。将所获菌株的 ITS 序列于 NCBI 中进行 BLAST 比对, 结果显示, 菌株与 *S.cucurbitacearum* (KM216012.1) 相似度达 99.28%, 将其编号为 CS11, 确定其为子囊菌亚门真菌 *Stagonosporopsis cucurbitacearum*。

沃柑苗木接种 CS11 孢子悬液 15 d 后开始发病, 其幼嫩叶片上可见明显病斑, 病斑从叶柄基部开始逐渐向叶尖和枝干同时扩展, 随后患病叶片掉落, 整枝枯萎; 幼果的果蒂最先开始出现黑色凹陷病斑并逐渐扩展, 随后果实变褐色、掉落。收集发病组织, 通过组织块分离法培养, 再次获得 *S.cucurbitacearum* 菌株, 其形态学和 ITS1/4 序列均与菌株 CS11 一致, 验证了科赫法则。

### 2.2 大雅柑枯斑病病原菌的致病性

CS11 在大雅柑、塔罗科血橙、有核沃柑和尤力克柠檬的枝条、叶片、果实上都可形成病斑。接种 4 d 后, 叶片上出现深褐色斑点并伴有黄色晕圈, 枝干出现枯斑, 果实出现黑褐色斑。CS11 菌丝在离体组织材料上生长旺盛, 可包裹住整个离体组织(图 1)。CS11 在有核沃柑叶片上形成的病斑最大, 直径达 3.43 mm, 在塔罗科血橙和尤力克柠檬枝条上的病斑直径分别为 4.89 mm 和 5.19 mm; 在塔罗科血橙果实上病斑直径达 2.47 mm。菌株在枝条上病斑相比叶片和果实的更大, 形成得更快速。



1、2、3、4 分别为大雅柑、塔罗科血橙、有核沃柑、尤力克柠檬叶片的症状; 5、6、7、8 分别为大雅柑、塔罗科血橙、有核沃柑、尤力克柠檬枝条的症状; 9、10、11、12 分别为大雅柑、塔罗科血橙、有核沃柑、尤力克柠檬果实的症状。

图 1 菌株 CS11 对 4 种柑橘的致病性

Fig.1 The pathogenicity of *S. cucurbitacearum* strain CS11 to 4 kinds of citrus

## 2.3 杀菌剂对大雅柑枯斑病 病原菌的抑制活性

室内杀菌剂毒力测定结果显示,50%甲基硫菌灵悬浮剂等 5 种药剂,剂量 4 mg/kg 时对菌株生长抑制不足 50%。75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60%唑醚·代森联可湿性粉剂、450 g/L 咪鲜胺乳油、37%苯醚甲环唑可湿性粉剂、11.5%吡唑啉菌酯乳油等 5 种杀菌剂稀释 250 倍对菌株生长抑制超过 50%。

75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60%唑醚·代森

联可湿性粉剂、450 g/L 咪鲜胺乳油、37%苯醚甲环唑可湿性粉剂、11.5%吡唑啉菌酯乳油等 5 种杀菌剂的  $EC_{50}$  值均小于 10 mg/kg,并且 75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60%唑醚·代森联可湿性粉剂、37%苯醚甲环唑可湿性粉剂、11.5%吡唑啉菌酯乳油的  $EC_{90}$  值小于 50 mg/kg,对菌株生长具有明显的抑制效果(表 1),可进一步进行田间药剂防控试验。

表 1 杀菌剂对菌株 CS11 的抑制作用

Table 1 Inhibitory effect of different fungicides on *S. cucurbitacearum* strain CS11

药剂	回归方程	$EC_{50}/(mg \cdot kg^{-1})$	$EC_{90}/(mg \cdot kg^{-1})$	R	95%置信限
11.5%吡唑啉菌酯乳油	$Y=6.2407+1.6922X$	0.1848	1.0571	0.9118	0.0129~2.6566
75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂	$Y=5.9560+1.0983X$	0.1348	1.9788	0.9616	0.0052~3.5190
450 g/L 咪鲜胺乳油	$Y=3.7736+1.3111X$	8.6168	81.8066	0.8871	0.0656~1132.2120
60%唑醚·代森联可湿性粉剂	$Y=4.3260+1.7208X$	2.4643	13.6905	0.9704	0.3009~20.1802
37%苯醚甲环唑可湿性粉剂	$Y=5.1001+2.1601X$	0.8988	3.5232	0.9896	0.2329~3.4677

## 3 讨论

自 2019 年以来,笔者从重庆万州、云南玉溪、广西桂林等多地的大雅柑、沃柑、尤力克柠檬、冰糖橙、佛手柑等患病柑橘样品中已分离得到 5 株 *S. cucurbitacearum* 菌株,此次从大雅柑果实上分离得到的菌株 CS11 在形态上与已报道的菌株相似<sup>[3]</sup>,其 ITS 分子序列与菌株 *S. cucurbitacearum*(KM216012.1)相似达 99.28%。针对 *S. cucurbitacearum* 的转录组分析<sup>[16]</sup>、遗传分析和 QTL 定位<sup>[17]</sup>等均已报道,可参考用于后续研究病原菌侵染柑橘的起源、传播和致病机理。

菌株 CS11 的孢子可在无伤条件下侵染沃柑苗木的幼嫩叶片和果实,菌株对 4 种柑橘的叶、枝、果都具有致病性。同时,CS11 菌丝生长极快,4 d 即可缠绕包裹整个离体果实。目前,此致病菌只零散地在各地区、各品种中患有其他柑橘真菌病害的样品中发现,尚未在柑橘产区大范围暴发或单独发生。另外发现获得 *S. cucurbitacearum* 菌株的同时易得到 *Alternaria* sp. 菌株,但针对 *Alternaria* sp. 的杀菌剂普遍对 *S. cucurbitacearum* 生长抑制效果不理想。这表明 *S. cucurbitacearum* 对柑橘具有较大的潜在风险。

已有研究表明,时节、用药量对病原菌的侵染都有影响<sup>[18]</sup>,而菌株对嫩枝致病性极强,对新叶片和膨大期果实也具备致病力;因此,新梢抽发时期

和果实膨大期是防控用药的关键。此前研究表明,*S. cucurbitacearum* 对戊唑醇类杀菌剂敏感<sup>[19]</sup>。45%戊唑·咪鲜胺、40%氟啉菌酯·丙硫菌唑、10%苯醚甲环唑、60%吡啉·啉菌酯等药剂对菌株有较好的抑制效果外,甲基营养型芽孢杆菌(*Bacillus amyloliquefaciens*)对 *S. cucurbitacearum* 也有一定防治效果<sup>[20]</sup>。目前常用杀菌剂中对菌株生长有明显抑制作用的较少,戊唑醇类药剂仍是最佳选择。田间可优先参考喷洒 75%肟菌·戊唑醇水分散粒剂、60%唑醚代森联可湿性粉剂、37%苯醚甲环唑可湿性粉剂和 11.5%吡唑啉菌酯乳油,用于防治大雅柑枯斑病。

## 参考文献:

- [1] 谭蕊. 西南地区西瓜蔓枯病菌群体遗传结构研究[D]. 重庆:西南大学,2018.  
TAN R. Population genetic structure of gummy stem blight fungi in southwest China[D]. Chongqing: Southwest University, 2018.
- [2] STEWART J E, TURNER N A, BREWER M T. Evolutionary history and variation in host range of three *Stagonosporopsis* species causing gummy stem blight of cucurbits[J]. Fungal Biology, 2015, 119(5): 370-382.
- [3] 罗佩昕,王照仁,蔡叔芬,等. 台湾地区由 *Stagonosporopsis cucurbitacearum* 所引起苦瓜黑腐病及其防治药剂筛选[J]. 植物医学, 2019, 61(2): 19-25.  
LUO P X, WANG Z R, CAI S F, et al. Identification and fungicide screening of black rot of balsam pear caused by

- Stagonosporopsis cucurbitacearum* in Taiwan[J]. Plant Med, 2019, 61(2): 19–25.
- [4] 赵茜. 籽用南瓜蔓枯菌遗传多样性分析及潜在致病基因挖掘[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.
- ZHAO Q. Genetic diversity analysis and potential pathogenic factors identification of *Stagonosporopsis cucurbitacearum* in seed pumpkin[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2019.
- [5] ZHAO Q, WU J Z, ZHANG L Y, et al. Identification and characteristics of *Stagonosporopsis cucurbitacearum* pathogenic factors influencing pumpkin seeding survival in northeast China[J]. Journal of Phytopathology, 2019, 167(1): 41–55.
- [6] LIU P Q, WEI M Y, ZHU L, et al. First report of spot blight on water spinach(*Ipomoea aquatica*) caused by *Stagonosporopsis cucurbitacearum* in China[J]. Plant Disease, 2017, 101(5): 838–839.
- [7] LOUIS B, WAIKHOM S D, SINGH W M, et al. Diversity of ascomycetes at the potato interface: new devastating fungal pathogens posing threat to potato farming[J]. Plant Pathology Journal, 2014, 13(1): 18–27.
- [8] ZHAO Q, WU J Z, ZHANG L Y, et al. Identification and characterization of *Cucurbita gummy* stem blight fungi in Northeast China[J]. Journal of Phytopathology, 2018, 166(5): 305–313.
- [9] 秦健, 陈振东, 宋焕忠, 等. 广西苦瓜蔓枯病的病原分离与鉴定[J]. 植物病理学报, 2018, 48(2): 280–284.
- QIN J, CHEN Z D, SONG H Z, et al. Identification of causal organism of gummy stem blight of balsam pear in Guangxi[J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2018, 48(2): 280–284.
- [10] MAHAPATRA S, RAO E S, SANDEEPKUMAR G M, et al. *Stagonosporopsis cucurbitacearum* the causal agent of gummy stem blight of watermelon in India[J]. Australasian Plant Disease Notes, 2020, 15(1): 1–3.
- [11] MOUMNI M, MANCINI V, ALLAGUI M B, et al. Black rot of squash(*Cucurbita moschata*) caused by *Stagonosporopsis cucurbitacearum* reported in Italy[J]. Phytopathologia Mediterranea, 2019, 58(2): 379–383.
- [12] NUANG MEK W, AIDUANG W, SUWANNARACH N, et al. First report of gummy stem blight caused by *Stagonosporopsis cucurbitacearum* on cantaloupe in Thailand[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 2018, 40(2): 306–311.
- [13] SILVA M, FREITAS N M, MENDONÇA H L, et al. First report of *Stagonosporiopsis cucurbitacearum* causing fruit rot of *Luffa cylindrica* in Brazil[J]. Plant Disease, 2013, 97(8): 1120–1125.
- [14] 陆家云. 植物病原真菌学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 454–458.
- LU J Y. Plant Pathogenic Mycology[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2001: 454–458.
- [15] 吴望, 吴玉珠, 胡军华, 等. ‘沃柑’果斑病病原菌鉴定及防治药剂筛选[J]. 果树学报, 2021, 38(3): 385–393.
- WU W, WU Y Z, HU J H, et al. Pathogen identification and fungicide screening of ‘Orah’ fruit spot disease[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(3): 385–393.
- [16] BREWER M T, RATH M, LI H X. Genetic diversity and population structure of cucurbit gummy stem blight fungi based on microsatellite markers[J]. Phytopathology, 2015, 105(6): 815–824.
- [17] LIU S L, SHI Y X, MIAO H, et al. Genetic analysis and QTL mapping of resistance to gummy stem blight in *Cucumis sativus* seedling stage[J]. Plant Disease, 2017, 101(7): 1145–1152.
- [18] DALCIN M S, TSCHOEKE P H, AGUIAR R W, et al. Severity of gummy stem blight on melon in relation to cultivars, use of fungicides and growing season[J]. Horticultura Brasileira, 2017, 35(4): 483–489.
- [19] LI H X, STEVENSON K L, BRWER M T. Differences in sensitivity to a Triazole fungicide among *Stagonosporopsis* species causing gummy stem blight of cucurbits[J]. Plant Disease, 2016, 100(10): 2106–2112.
- [20] 蒋妮, 宋利沙, 蒋水元, 等. 内生甲基营养型芽孢杆菌对罗汉果斑枯病的拮抗作用[J]. 西南农业学报, 2020, 33(1): 77–84.
- JIANG N, SONG L S, JIANG S Y, et al. Prevention and control effects of medicinal plant endophyte bacillus methylotrophicus on *Siraitia grosvenorii* leaf blight[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2020, 3(1): 77–84.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维