

茄子果实绵疫病病原菌鉴定与种质资源抗性评价

王 谧,周晓慧,刘松瑜,杨 艳,刘 军,庄 勇

(江苏省农业科学院蔬菜研究所 / 江苏省高效园艺作物遗传改良重点实验室,南京 210014)

摘要: 果实绵疫病是茄子生产上的重要病害,明确病原菌并筛选出抗病种质对茄子抗绵疫病品种选育具有重要意义。本研究对采自江苏省南京市和徐州市的茄子绵疫病果实进行病原菌的分离、纯化和鉴定,并利用获得的病原菌对 146 份国内外茄子种质资源进行抗性鉴定。结果表明:从两个地区的病样中各分离出 1 株菌株,两株菌株具有辣椒疫霉菌的典型特征,通过 rDNA-ITS 序列分析确定两株均为辣椒疫霉菌,接种茄子果实后发病症状为典型的绵疫病症状,分别命名为 NJ1 和 XZ1。抗病性鉴定结果表明,种质资源间的抗性存在明显差异,抗病种质较少。3 份种质资源对 2 个菌株具有良好抗性,可作为茄子抗绵疫病育种的抗源,其中 G42 和 G114 兼抗菌株 NJ1 和 XZ1, G135 抗菌株 XZ1、中抗 NJ1。本研究为茄子抗绵疫病遗传育种研究奠定了重要基础。

关键词: 茄子;果实绵疫病;辣椒疫霉菌;种质资源;抗性鉴定

Identification of Pathogens Conferring Phytophthora Fruit Rot and Their Reactions in Eggplant Germplasm Resources

WANG Mi, ZHOU Xiao-hui, LIU Song-yu, YANG Yan, LIU Jun, ZHUANG Yong

(Institute of Vegetable Crops, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Jiangsu Key Laboratory for Horticultural Crop Genetic Improvement, Nanjing 210014)

Abstract: Phytophthora fruit rot is an important disease in eggplant. Identification of the disease-causing pathogens and the resistant germplasm accessions against these pathogens is useful in breeding of resistant varieties. In this study, the pathogens were isolated from the diseased eggplant fruit from Xuzhou city and Nanjing city of Jiangsu province, followed by tests for disease resistances in 146 globally-collected eggplant germplasm accessions. One strain was obtained from each of the samples in the two regions. Two strains (named NJ1 and XZ1) had typical characteristics of the *Phytophthora capsici*, and both were *P. capsici* as revealed by rDNA-ITS sequence analysis. The eggplants post inoculation showed typical disease symptoms of phytophthora fruit rot. A variation on resistance among germplasm accessions was observed, and only several genotypes represented ideal resistance. Three germplasm accessions with ideal resistance to both strains could be used as a source of resistance for breeding eggplant against phytophthora fruit rot. Especially, G42 and G114 were resistant to both strains, while G135 was resistant to strain XZ1 and moderate resistant to strain NJ1. Collectively, this study has laid an important foundation for genetic breeding research on phytophthora fruit rot in eggplant.

Key words: eggplant; phytophthora fruit rot; *Phytophthora capsici*; germplasm resources; disease resistance evaluation

茄子是重要的世界性蔬菜作物之一,在我国广泛栽培^[1]。江苏省茄子栽培种类丰富,常年种植面

积在 4.7 万 hm^2 左右^[2],设施栽培占比高,其大棚栽培面积占比在 60% 左右,生产中的病害威胁也愈发

收稿日期: 2022-02-07 修回日期: 2022-03-11 网络出版日期: 2022-04-07

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20220207003>

第一作者研究方向为茄子遗传育种与生物技术, E-mail: 2020804257@stu.njau.edu.cn

通信作者: 庄勇,研究方向为蔬菜遗传育种, E-mail: jaaszy@163.com

基金项目: 江苏省重点研发计划 (BE2021377)

Foundation project: Key R&D Program of Jiangsu Province (BE2021377)

凸显,尤其是果腐病的发生,严重影响产量。绵疫病是造成茄子果实腐烂的主要病害之一,为土传病害,在露地和设施条件下均可发生,高温高湿环境条件下发生普遍,一般会导致茄果减产 20%~30%,严重时损失超过 50%^[3],将茄子、辣椒、番茄等进行连作或邻作时,会导致绵疫病的大肆蔓延,发病率高达 80%~92%,造成惨重损失甚至绝收^[4]。

辣椒疫霉菌 (*Phytophthora capsici*) 和寄生疫霉菌 (*P. parasitica*) 均可引起茄子果实绵疫病,其中 *P. capsici* 是主要致病菌^[4]。*P. capsici* 寄主范围广,可危害茄果类、瓜类和豆类等蔬菜作物,导致作物的根、茎、叶和果实发病^[5-6],是引起南瓜、茄子、番茄和辣椒茎腐病以及果腐病的主要病原菌,在茄子中更易引起果实腐烂^[3]。目前对于茄子绵疫病的防治通常使用化学药剂,其缺点是成本高,果实上存在农药残留,且在高温高湿季节防治效果不明显,因此选育出抗病能力强的品种是最经济有效的防治措施。

本研究对采自江苏地区的茄子病果进行绵疫病病原菌的分离和鉴定,依据病原形态学特征,结合 rDNA-ITS 序列分析,明确引起江苏地区茄子绵疫病的病原,并采用果实离体接种的方法对 146 份国内外茄子种质资源进行抗病鉴定与评价,以期筛选出对茄子绵疫病具有抗性的种质资源,为进一步开展茄子的抗病育种奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

用于病原菌分离的绵疫病病果于 2020 年夏季分别从南京和徐州茄子生产基地采集。供试的茄子种质资源共 146 份,其中国内种质 31 份,包括 21 个省(市、自治区)的 29 份地方品种和 2 份自交系;国外种质 115 份,引自亚洲、非洲、欧洲和美洲的 29 个国家。所有种质资源于 2021 年春季定植在江苏省农业科学院六合基地大棚中,管理同常规,6-7 月时采收大小适中、未达商品成熟期的果实用于抗性鉴定,设置 3 次重复,每次重复取 3 个果实。

1.2 试验方法

1.2.1 病原菌的分离与纯化 采用组织分离法对病果进行病原菌的分离以及纯化^[7],方法如下:病腐的果实表面喷洒 75% 酒精消毒,无菌环境下切取样品病健交界处 0.5 cm × 0.5 cm 小块,75% 酒精消毒 15 s 之后用无菌水进行彻底清洗,再使用无菌滤纸吸干水分后放入 V8 培养基中,26 °C 黑暗环境倒

置培养,经多次纯化获得 2 个菌株,分别命名为 NJ1 和 XZ1,将其保存于 4 °C 冰箱中备用。

1.2.2 形态学鉴定 将纯化所得病原菌转接于 V8 培养基上,黑暗条件 26 °C 倒置培养 5 d 后,测定供试菌株的菌落直径,并且观察菌落形态以及特征。待菌丝长满平板,使用灭菌蒸馏水加入平板内以刚好没过菌丝为准,置于光照下连续培养 48 h,放入 4 °C 冰箱 10 min 后取出放置 30 min,吸取悬浮液,置于显微镜下观察^[8]。

1.2.3 分子生物学鉴定 将菌株转接于 V8 培养基上进行继代培养,待其生长 9 d 菌丝完全长满平板之后,充分刮取新鲜的菌丝,液氮下快速冷冻后研磨处理,使用 Cat#DP3112 试剂盒(北京百泰克生物技术有限公司)提取真菌 DNA。使用 rDNA-ITS 扩增序列引物 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATA TGC-3') 和 ITS5 (5'-GGAAGTAAAAAGTCGTA ACAAGG-3') 对提取的 DNA 进行 PCR 扩增。反应体系为 50 μL 体系,其中包含:22 μL ddH₂O, 25 μL PCR master Mix, 1 μL DNA 模板, 1 μL ITS4, 1 μL ITS5, 总体积 50 μL。设置 PCR 程序为:94 °C 预变性 3 min; 94 °C 变性 30 s, 60 °C 退火 30 s, 72 °C 延伸 7 min, 共进行 35 个循环;最后 72 °C 延伸 7 min。使用 1.2% 的琼脂糖凝胶进行电泳检测,之后送上海生工完成测序。用获得的 ITS 序列与 GenBank 序列数据库进行同源序列比对分析,利用 MEGA6.0 软件构建系统发育树^[9]。

1.2.4 致病性测定 离体茄子果实的无伤接种。试验材料为市售茄子果实,使用 10% 的次氯酸钠溶液消毒果实表面 5 min,后用蒸馏水冲洗并擦干。将 V8 培养基上培养 9 d 的菌株取直径为 5 mm 的菌饼挑贴于茄子果实表面,后置于无菌塑料盒内适量喷洒无菌水进行保湿^[10],在 26 °C 环境下光照培养 7 d,分别于第 1、3、5、7 d 记录发病情况,以接种空白 V8 培养基的茄子果实作为对照,果实发病后取病健交界处重新分离病原菌,将其与原接种菌株进行比较,观察菌落的形态及颜色,如果一致,则确定该菌为接种菌株,试验重复 3 次。

1.2.5 抗性评价鉴定方法 将分离得到的病原菌在 V8 培养基上 26 °C 黑暗培养 9 d 后备用。试验方法采用离体果实接种鉴定法,先接种菌株 NJ1,对表现中抗以上的种质资源再接种菌株 XZ1,接种方法参考 Granke 等^[11]:挑选外表健康无明显外伤的茄子果实,取直径为 5 mm 的菌饼,使菌丝体朝下挑贴于茄子果实表面,进行保湿处理,对照使用空白培养

基。接种后于 26 ℃潮湿环境下光照培养,在第 7 d 时记录果实的发病情况。

1.2.6 绵疫病病情分级标准 在接种后第 7 d 对茄子果实的发病情况进行病情等级评价,分级标准参照 Naegele 等^[12]的方法,依据病症面积占果面的百分比进行分级,以减小果实大小带来的误差,病级共分为 5 级。结果使用 Excel 进行分析(表 1)。

表 1 茄子绵疫病病情指数分级表
Table 1 Classification of disease index of eggplant phytophthora fruit rot

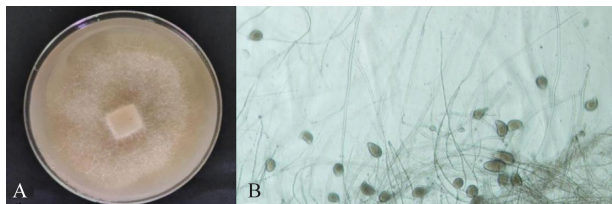
分级指数 Grading index	症状表现 Symptoms	抗性评价 Resistant evaluation
0	无症状	抗病(R)
1	病斑面积在果实表面积占比小于 25%	中抗(MR)
2	病斑面积在果实表面积占比大于 25% 小于 50%	中感(MS)
3	病斑面积在果实表面积占比大于 50% 小于 75%	感病(S)
4	病斑面积在果实表面积占比大于 75%	高感(HS)

2 结果与分析

2.1 病原菌的分离与鉴定

2.1.1 形态学鉴定 从南京和徐州茄子生产基地采集病果中分离纯化得到菌株 NJ1 与 XZ1。两株菌株在 V8 培养基上培养 5 d 时观察两株菌株长势基本无差异,均呈放射状生长,菌落形状近圆形,呈平铺状,直径 72 mm(图 1A),菌丝颜色较浅,表现出

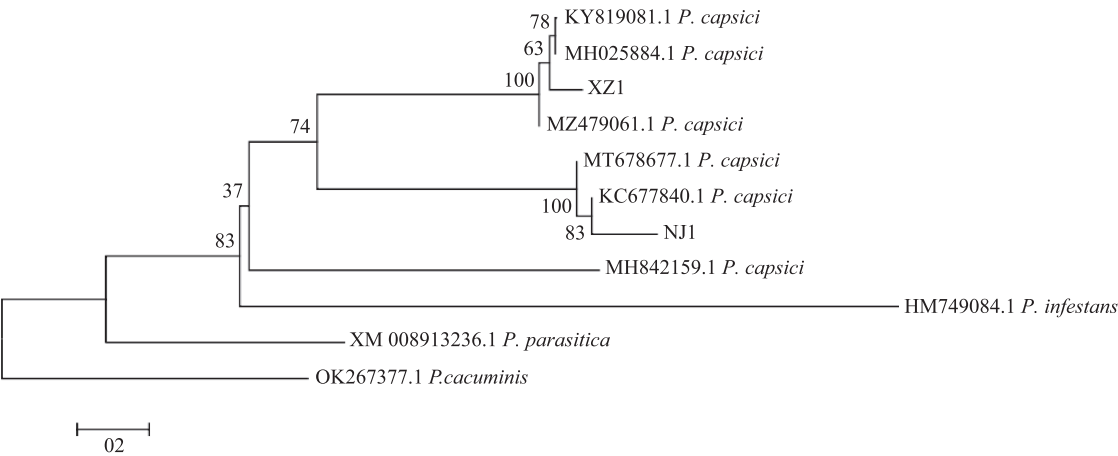
白色稀疏棉花状。在显微镜下可以观察到,分离得到的病原菌菌丝无隔膜,孢子囊有乳突,初步确定其为辣椒疫霉菌(图 1B)。



A: 菌落形态; B: 菌丝体和孢子囊
A: Colony morphology; B: Mycelium and sporangia

图 1 病原菌分离菌株的形态特征
Fig. 1 Morphological characteristic of isolated pathogen

2.1.2 分子生物学鉴定 以提取的病原菌 DNA 为模板,使用真菌通用引物 ITS4 和 ITS5 对菌株 NJ1 和 XZ1 进行扩增之后,检测得到长度均为 750 bp 左右的扩增片段,比对得到两株菌株序列一致性为 98.45%。将其克隆后所获得到的测序结果通过与 GenBank 数据库中的序列进行 BLAST 比对分析,发现编号 NJ1 的菌株与辣椒疫霉菌 KC677840.1 的一致性为 98.19%,编号 XZ1 的菌株与辣椒疫霉菌 KY819081.1 的一致性为 99.75%。在 GenBank 数据库中筛选出疫霉属不同种的 ITS 序列,以 *Phytophthora cacuminis*(MG542998.1)作为外群构建系统发育树(图 2)。结果表明,菌株 NJ1 和 XZ1 与辣椒疫霉属的 ITS 序列聚为一类,结合对菌株的形态特征以及柯赫氏法则验证,鉴定菌株 NJ1 和 XZ1 为辣椒疫霉菌。



P. capsici: 辣椒疫霉菌; *P. infestans*: 致病疫霉菌; *P. parasitica*: 寄生疫霉菌; *P. cacuminis*: 霜霉菌
P. capsici: *Phytophthora capsici*; *P. infestans*: *Phytophthora infestans*; *P. parasitica*: *Phytophthora parasitica*; *P. cacuminis*: *Phytophthora cacuminis*

图 2 疫霉属 rDNA-ITS 序列的系统发育树
Fig. 2 Phylogenetic tree of of *Phytophthora* spp. based on rDNA-ITS sequence

2.1.3 致病性测定 将继代培养所得的菌株 NJ1 和 XZ1, 采用离体接种法接种于健康无病且无伤的茄子果实表面, 并于接种后的第 1、3、5、7 d 分别观察发病情况并拍照记录。发现茄子果实在接种两株菌株后发病的症状基本一致, 1 d 时茄子表面均无明显变化, 3 d 时在茄子表面出现小面积病斑, 病斑边缘较为模糊, 果皮出现轻微的变色, 5 d 时病斑面积快速扩大, 边缘清晰有明显的轮纹, 果皮颜色变为黄褐色, 此时果肉略有皱缩凹陷, 由于环境湿度较高, 病处生出白色棉花状稀疏菌丝, 7 d 时病情继续向茄子果实的两端蔓延, 果肉软塌凹陷, 病区出现渗水现象 (图 3); 两组处理的对照组茄子均未发病。病原菌接种健康茄子后表现出的发病症状为典型的茄子绵疫病症状, 再次分离病果的病原菌, 结合形态学观察, 确定其与田间病样分离所得的病原菌为相同菌株, 表明两株菌株均能侵染茄子果实, 依据科赫氏法则确定两株菌株为茄子果实绵疫病的致病菌。



图 3 离体接种 XZ1 (A)、NJ1 (B) 的症状

Fig. 3 Symptoms of inoculated two strains in vitro

2.2 茄子种质资源抗性评价

对 2021 年夏季采集的 146 份茄子种质资源进行果实离体接种鉴定, 接种后 3 d 果面可见明显的病斑, 随着时间的推移病斑面积逐步扩大, 第 7 d 时病斑扩大至占据整个果实表面, 此时依据上述的鉴定标准进行病情统计。鉴定发现, 不同种质发病程

度差异明显 (图 4), 说明不同种质资源的抗病能力差异较大。

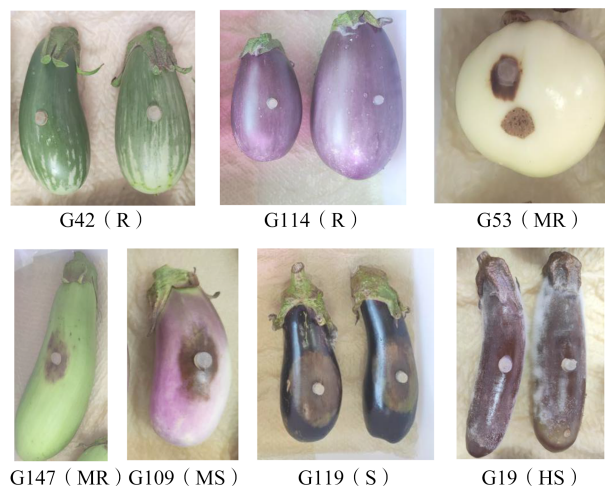


图 4 种质资源不同病级的症状表现

Fig. 4 Symptoms of different disease levels of germplasm resources

2.2.1 种质资源接种菌株 NJ1 的抗性评价 对 146 份种质资源接种菌株 NJ1 后进行抗性评价, 发现抗病 (R) 材料有 2 份 (1.4%), 分别是 G42 和 G114, 表现出中抗 (MR) 的材料有 4 份 (2.7%), 分别是 G53、G90、G135 和 G147, 表现出中感 (MS) 的材料有 23 份 (15.8%), 表现出感病 (S) 的材料有 24 份 (16.4%), 表现出高感 (HS) 的材料有 93 份 (63.7%), 大部分种质资源 (95.9%) 对于辣椒疫霉菌都表现出不同程度的感病, 说明供试的茄子种质中抗性资源较为匮乏。

2.2.2 种质资源接种菌株 XZ1 的抗性评价 对接种菌株 NJ1 后表现出抗病 (R) 和中抗 (MR) 的 6 份材料, 分别为 G42、G53、G90、G114、G135 和 G147, 再次接种编号为 XZ1 的病原菌, 其中表现出抗病 (R) 的材料有 3 份, 分别为 G42、G114 和 G135, 表现出中抗 (MR) 的材料有 2 份, 分别为 G53 和 G147, 表现出高感 (HS) 的材料有 1 份, 为 G90 (表 2)。G42 和 G114 接种两种不同辣椒疫霉时均表现出抗病; G135 接种菌株 NJ1 后表现为中抗, 接种菌株 XZ1 后表现出抗病; G53 和 G147 接种两种不同辣椒疫霉时均表现出中抗; G90 接种菌株 NJ1 后表现为中抗, 但接种菌株 XZ1 后表现为高感, 说明 G90 和 G135 的抗性存在生理小种差异。

表 2 茄子抗绵疫病种质
Table 2 Eggplant germplasm resistant to *P. capsici*

编号 Order	登记号 Accession	来源 Origin	果形 Fruit shape	果皮色 Peel color	菌株 NJ1 Strain NJ1		菌株 XZ1 Strain XZ1	
					病级	抗性评价	病级	抗性评价
					Disease rating	Resistance	Disease rating	Resistance
G42	PI 386008	日本	卵形	绿	0	R	0	R
G53	PI 441908	意大利	圆形	白	1.00 ± 0	MR	0.67 ± 0.58	MR
G90	CGN17568	土耳其	圆形	紫黑	1.00 ± 0	MR	4.00 ± 0	HS
G114	CGN22912	印度	卵形	紫红	0	R	0	R
G135	V06B0552	中国	圆形	紫黑	0.33 ± 0.58	MR	0	R
G147	V06B0885	中国	棒形	浅绿	0.22 ± 0.44	MR	0.33 ± 0.58	MR

± 前后的数据分别指代果实病级的平均值以及标准方差
Data before and after ± refer to the fruit disease grade mean and standard variance, respectively

3 讨论

茄子果实绵疫病的病原属于卵菌,病害的发生是由真菌鞭毛菌亚门寄生疫霉菌和辣椒疫霉菌的感染所致^[13]。其中辣椒疫霉菌同样也会危害到辣椒、西瓜、番茄和其他茄科植物。虽然目前已有较多关于辣椒疫霉菌感染其他作物的研究,但是国内有关辣椒疫霉菌感染茄子导致茄子绵疫病的研究较少,谭智勇等^[14]通过对贵州地区茄子绵疫病病果进行病原菌的分离鉴定,发现导致贵州地区茄子绵疫病的病原为辣椒疫霉菌。本研究对采自江苏徐州和南京地区的发病样本进行了病原菌的分离,得到两菌株,通过科赫氏法则的验证确定其为致病菌,对病原菌进行形态观察,结合 ITS 序列分析明确两菌株为辣椒疫霉菌,与前人试验得出的结论相同。

选育和使用抗病品种是防治作物病害最经济有效的措施^[15],系统地进行种质资源的研究和抗性评价是抗病育种工作最重要的基础^[16-17]。席亚东等^[18]鉴定了 46 份茄子商业品种在苗期以及结果期对绵疫病的抗性,发现有两个品种的植株对绵疫病表现出中抗,但是所有品种的果实对于辣椒疫霉菌引起的绵疫病均表现出高感,未发现果实抗病的品种;王之劲等^[19]对获得的茄子单性结实胞质不育材料进行了绵疫病抗性鉴定,发现获得材料与具有抗病能力的野生非洲红茄相比,其对绵疫病的抗性有所下降。本研究采用了果实离体接种的方法对 146 份国内外的茄子种质资源进行了抗病鉴定,发现不同的材料间抗性存在显著差异,其中大部分材料表现为感病,仅得到 G42、G114 和 G135 3 份对辣椒疫霉菌抗性表现良好的材料,为茄子抗绵疫病遗传育种的研究奠定了材料基础。这 3 份抗原的

抗性遗传机制以及抗性位点的等位性有待进一步探究。

参考文献

[1] 连勇,刘富中,田时炳,陈钰辉,张映. “十二五”我国茄子遗传育种研究进展. 中国蔬菜, 2017(2): 14-22
Lian Y, Liu F Z, Tian S B, Chen Y H, Zhang Y. Progress of genetic breeding research on eggplant in China in The Twelfth Five-Year guideline. China Vegetables, 2017(2): 14-22

[2] 刘军,杨艳,周晓慧,庄勇. 江苏省设施茄子栽培现状及主栽品种推荐. 长江蔬菜, 2018(21): 12-14
Liu J, Yang Y, Zhou X H, Zhuang Y. Current situation of eggplant cultivation in Jiangsu province and recommendation of main planting varieties. Journal of Changjiang Vegetables, 2018(21): 12-14

[3] Iribarren M J, Steciow M, González B, Nardelli M. Prevalence and aetiology of *Phytophthora* fruit and stem rot of solanaceous and cucurbitaceous crops in the Pampas region of Argentina. Journal of Plant Pathology, 2019(4): 481-489

[4] 薛德乾. 早茬茄子绵疫病大发生原因和防治对策. 当代蔬菜, 2006(4): 40-41
Xue D Q. Causes of early crop of eggplant sheep blight and control measures. Modern Vegetable, 2006(4): 40-41

[5] Lamour K H, Mudge J, Gobena D, Hurtado-Gonzales O P, Schmutz J, Kuo A, Miller N A, Rice B J, Raffaele S, Cano L M. Genome sequencing and mapping reveal loss of heterozygosity as a mechanism for rapid adaptation in the vegetable pathogen *Phytophthora capsici*. Molecular Plant Microbe Interactions, 2012, 25(10): 1350

[6] Reis A, Paz-Lima M L, Moita A W, Aguiar F M, de Noronha Fonseca M E, Corrêa Café-Filho A, Silva B L. A reappraisal of the natural and experimental host range of Neotropical *Phytophthora capsici* isolates from Solanaceae, Cucurbitaceae, Rosaceae, and Fabaceae. Journal of Plant Pathology, 2018, 100(2): 215-223

[7] 方中达. 植病研究方法. 北京: 中国农业出版社, 1998: 110-155
Fang Z D. Methodology for plant pathology. Beijing: China Agricultural Press, 1998: 110-155

- [8] 付静,陈建中,付伟,王更先. 辣椒疫病病原菌的分离与鉴定. 安徽农业科学, 2019, 47(4): 150-152, 157
Fu J, Chen J Z, Fu W, Wang G X. Isolation and identification of the pathogen of pepper blight. Anhui Agricultural Science, 2019, 47(4): 150-152, 157
- [9] 强遥,广业兰,秦双林,张凯东,杨渭澄,蒋军喜. 南昌市辣椒疫病病原鉴定. 贵州农业科学, 2020, 48(11): 45-48
Qiang Y, Guang Y L, Qin S L, Zhang K D, Yang W C, Jiang J X. Pathogenic identification of pepper phytophthora blight in Nanchang city. Guizhou Agricultural Science, 2020, 48(11): 45-48
- [10] 孙平平,石雅君,张磊,李小燕,马强,李正男. 呼和浩特地区苹果和梨果实轮纹病抗性评价. 北方农业学报, 2020, 48(6): 5
Sun P P, Shi Y J, Zhang L, Li X Y, Ma Q, Li Z N. Evaluation of apple and pear resistance to ring rot in Hohhot. Journal of Northern Agriculture, 2020, 48(6): 5
- [11] Granke L L, Quesada-Ocampo L M, Hausbeck M K. Differences in virulence of *Phytophthora capsici* isolates from a worldwide collection on host fruits. European Journal of Plant Pathology, 2012, 132(2): 281-296
- [12] Naegele R P, Samantha B, Quesada-Ocampo L M, Hausbeck M K, Alexander V B. Genetic diversity, population structure, and resistance to *Phytophthora capsici* of a worldwide collection of eggplant germplasm. PLoS ONE, 2014, 9(5): e95930
- [13] 杨声澈. 茄子绵疫病的综合防治. 中国果菜, 2013(8): 35
Yang S G. Integrated control of eggplant phytophthora fruit rot. China Fruit and Vegetable, 2013(8): 35
- [14] 谭智勇,湛潇雄,韦海霞,郑燕飞,陈文俊,谭军. 茄子绵疫病的病原分离及鉴定. 浙江农业科学, 2022, 63(1): 3
Tan Z Y, Shen X X, Wei H X, Zheng Y F, Chen W J, Tan J. Isolation and identification of eggplant phytophthora fruit rot. Zhejiang Agricultural Science, 2022, 63(1): 3
- [15] 邸垫平,路银贵,张爱红,杨菲,田兰芝,苗洪芹. 玉米抗粗缩病种质资源鉴定与评价. 植物遗传资源学报, 2021, 22(6): 1615-1623
Di D P, Lu Y G, Zhang A H, Yang F, Tian L Z, Miao H Q. Identification and evaluation of maize germplasm resource against rice black streaked dwarf virus. Journal of Plant Genetic Resources, 2021, 22(6): 1615-1623
- [16] 胡兰,刘可杰,徐婧,姜钰,徐秀德. 高粱种质资源对黑束病的抗性鉴定与评价. 植物遗传资源学报, 2019, 20(3): 550-555
Hu L, Liu K J, Xu J, Jiang Y, Xu X D. Screening and evaluation of sorghum germplasm for resistance to black bundle disease. Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(3): 550-555
- [17] 吴丽艳,郭志祥,曾莉,鲍锐,黎志彬,龚亚菊. 云南野生茄资源黄萎病苗期人工接种抗性鉴定分析. 植物遗传资源学报, 2017, 18(6): 1046-1054
Wu L Y, Guo Z X, Zeng L, Bao R, Li Z B, Gong Y J. Resistance identification of Yunnan wild eggplant resources to verticillium wilt. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(6): 1046-1054
- [18] 席亚东,乔昕,房超,吴婕,韩帅. 四川茄子对绵疫病菌 *Phytophthora capsici* 的抗性鉴定与评价. 北方园艺, 2020(14): 8-17
Xi Y D, Qiao X, Fang C, Wu J, Han S. Identification and evaluation of resistance of eggplant to *Phytophthora capsici* in Sichuan. Northern Horticulture, 2020(14): 8-17
- [19] 王之劲,王永清. 茄子单性结实胞质不育材料对绵疫病的抗性鉴定. 植物医生, 2018, 31(8): 41-42
Wang Z J, Wang Y Q. Identification of unisexual fruiting cytoplasmic sterile material of eggplant for resistance to eggplant phytophthora fruit rot. Plant Doctor, 2018, 31(8): 41-42