

引文格式: 廖旺姣, 邹东霞, 常明山, 等. 八角无性系对炭疽病抗性的快速测定[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2023, 38(1): 41-46. DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).202112040

八角无性系对炭疽病抗性的快速测定*

廖旺姣, 邹东霞, 常明山, 钟雅婷, 黄乃秀**

(广西壮族自治区林业科学研究院, 广西特色经济林培育与利用重点实验室,
广西林业有害生物天敌繁育工程技术研究中心, 广西 南宁 530002)

摘要:【目的】建立一种操作简便、准确可靠的八角无性系炭疽病抗性鉴定方法, 为其选育及应用提供理论基础。【方法】采用离体叶片接种法和苗期叶片接种法测定 23 个八角无性系对炭疽病的抗性水平。【结果】23 个八角无性系中, 有 22 个无性系采用 2 种接种法测定的结果一致, 一致性高达 95.65%; 其中, 福进 14 号和黑叶 1 号为抗病无性系, 福进 4 号、福进 5 号和福进 6 号等 9 个无性系为中抗无性系, 福进 2 号、福进 3 号和福进 7 号等 6 个无性系为中感无性系, 福进 8 号和福进 16 号为感病无性系, 福进 1 号、福进 11 号和福进 12 号为高感无性系。【结论】2 种接种方法均可反应八角无性系抗病性的差异。离体叶片接种法具有操作方便、发病速度快、不伤害植株和耗时短等优点, 缺点是鉴定结果可能与实际抗病表现不一致, 可以作为八角品系对炭疽病抗性鉴定的重要辅助手段; 苗期接种法鉴定结果较为可靠, 但缺点是接种后植株落叶严重且难以恢复, 需要合适的温、湿度等环境条件。

关键词: 八角炭疽病; 无性系; 离体叶片接种法; 苗期叶片接种法; 抗病性测定

中图分类号: S763.13

文献标志码: A

文章编号: 1004-390X (2023) 01-0041-06

Rapid Determination of Anthracnose Resistance of *Illicium verum* Clones

LIAO Wangjiao, ZOU Dongxia, CHANG Mingshan, ZHONG Yating, HUANG Naixiu

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Forestry Research Institute, Guangxi Key Laboratory of Special Non-timber
Forest Cultivation & Utilization, Guangxi Engineering Research Center of Forest Pests
Natural Enemies Breeding, Nanning 530002, China)

Abstract: [Purpose] To establish a simple, accurate and reliable disease resistance evaluation system of *Illicium verum* clones resistant to anthracnose, providing a theoretical basis for the selection and application of *I. verum* clones. [Methods] The detached leaf inoculation method and the seedling leaf inoculation method were used to determine the resistance level of 23 *I. verum* clones to anthracnose. [Results] The results of 22 clones of 23 *I. verum* clones determined by two inoculation methods were consistent, and the consistency was as high as 95.65%. The results showed that Fujin No.14 and Heiye No.1 were disease-resistant clones, nine clones such as Fujin No.4, Fujin No.5 and Fujin No.6 were moderate-resistant clones, six clones including Fujin No.2, Fujin No.3 and Fujin

收稿日期: 2021-12-22

修回日期: 2023-02-10

网络首发日期: 2023-03-16

*基金项目: 广西重点研发计划项目(桂科 AB1850020)。

作者简介: 廖旺姣(1980—), 女, 广西灵川人, 硕士, 高级工程师, 主要从事林木病害研究。

E-mail: liaowangjiao@126.com

**通信作者 Corresponding author: 黄乃秀(1966—), 男, 广西马山人, 学士, 高级工程师, 主要从事林木病虫害防治研究。E-mail: 412105829@qq.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20230316.0901.001.html>



No.7 were moderate-susceptible clones, Fujin No.8 and Fujin No.16 were susceptible clones, Fujin No.1, Fujin No.11 and Fujin No.12 were high-susceptible clones. [**Conclusion**] Both the two inoculation methods can reflect the differences in disease resistance of *I. verum* clones. The detached leaf inoculation method has the advantages of easy operation, fast pathogenesis, no harm to plants and short time-consuming, and its disadvantage is that the results of identification may not be consistent with the actual resistance performance, and it can be used as an important assistant means for the identification of *I. verum* anthracnose. The identification results of the seedling inoculation method are more reliable, but the disadvantage is that the damage to the plant is too great, the leaves after inoculation are serious, the plants are difficult to recover, and appropriate environmental conditions such as temperature and humidity are required.

Keywords: *Illicium verum* anthracnose; clones; detached leaf inoculation method; seedling leaf inoculation method; disease resistance test

八角 (*Illicium verum*) 是中国南方历史悠久的珍贵经济树种之一, 现主要分布于广西、云南和广东等少数省区。八角在广西栽培历史悠久, 品质优良。2010 年广西栽培面积约 43.32 万 hm^2 , 八角干果产量约 80 000 t, 产量和面积分别占全国的 85% 和 90%, 享有“世界八角之乡”的美誉。八角树经济价值高, 果实不仅可作香料和调味料, 亦可入药, 也是化工的主要原料之一^[1-3]。炭疽病是危害八角叶片的重要病害, 可引起叶片大规模提早脱落, 进而影响八角的开花与结实, 造成落花和落果, 严重影响八角的产量及品质, 严重者可引起植株死亡^[1,4]。近年来, 由于经营管理粗放或疏于管理, 炭疽病发生面积及严重度呈上升趋势, 以 2018—2019 年尤为严重。课题组在百色市乐业县、田林县和德保县以及崇左市宁明县等八角林调查发现: 炭疽病发病非常普遍, 大部分八角林发病率达 100%, 叶落率达 50%~100%, 严重者植株死亡, 死亡率高达 50%。因此, 炭疽病已成为制约八角产业可持续发展的主要因素。吴耀军等^[1]报道八角炭疽病病原菌为球炭疽菌 (*Colletotrichum coccodes*); 廖旺姣等^[4]于 2017 年发现八角炭疽病的一种新病原, 为哈锐炭疽菌 (*C. horii*), 该病原在广西八角主产区均有分布, 分离频率高。八角炭疽病的防治主要以营林措施为主, 也可采用化学防治^[5], 但由于八角主要分布于海拔 1 000 m 以下的低山丘陵地区^[6], 树龄多为 10~30 a, 植株较高, 防治措施难以实施, 不仅成本高且效率低, 难以达到较好的防治效果。因此, 选育和利用抗病品系对防治八角炭

疽病尤为重要, 但目前尚未见八角品系对炭疽病抗性的报道。开展八角优良无性系对炭疽病抗性测定意义重大, 建立一种准确适用、操作简便的人工接种抗病性鉴定方法也是抗病育种的重要环节。

离体接种法和活体接种法是病害抗病性测定的常用方法。罗睿雄等^[7]采用室内离体叶片抗病性鉴定法确定了 229 份芒果种质对炭疽病的抗病性, 确定高抗种质 13 份、中抗种质 36 份、中感种质 116 份和感病种质 64 份; 石姐姐等^[8]采用活体植株喷雾接种法鉴定了中国 590 份大豆种质对炭疽病的抗性, 确定抗病品种 70 份、中抗品种 143 份、中感品种 219 份、感病品种 148 份和高感品种 10 份。离体接种法与活体接种法相结合的报道亦较多, 2 种接种方法对辣椒炭疽病^[9]、茄早疫病^[10]、西瓜炭疽病^[11]、甜瓜白粉病^[12]和大白菜菌核病^[13]的抗病性鉴定结果较一致; 李智军等^[14]比较分析了辣椒疫病离体叶片接种法、喷雾法和灌根法的抗性鉴定结果, 发现离体叶片接种法能有效区分辣椒品种对疫病的抗性, 且 3 种方法的鉴定结果吻合度较高; 徐成翠等^[15]对番茄灰叶斑病抗性鉴定也得出类似结果; 曾莉莎等^[16]分析比较了离体叶片接种法和灌根接种法对冬瓜疫病抗性的鉴定结果, 表明 2 种接种法一致性高达 77.78%, 并认为离体叶片接种法可作为冬瓜品种疫病抗病性鉴定的辅助手段, 说明离体接种法可以区分不同作物品种的抗病性差异。本研究分别采用离体叶片接种法和苗期叶片接种法对 23 个八角无性系进行抗病性测定, 比较分析 2 种鉴定方法的结果, 探索离体叶片接种法的可行性, 确

定 23 个八角无性系对炭疽病抗性的差异, 以期
为八角抗病品种的选育提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试病原菌

供试八角炭疽病菌株为哈锐炭疽菌 (*C. horii*),
菌株编号为 GXYL1^[4], 由广西壮族自治区林业科
学研究院森林保护研究所提供。

1.2 供试无性系

供试的八角优良无性系共 23 个, 由广西壮
族自治区林业科学研究院与广西梧州市藤县福进
大红八角种植合作社共同选育, 分别是福进 1 号~
福进 17 号、黑叶 1 号、十三角 1 号、罗马 1 号、
软枝 1 号、陈平 1 号和木王 1 号, 均为红花八角优
良无性系, 为嫁接苗, 苗龄 2 年, 株高 40~60 cm,
种植于装有红壤的植树袋中。

1.3 试验方法

1.3.1 接种体准备

挑取 GXYL1 菌株的菌丝接种至 PDA (含马铃
薯 200 g, 葡萄糖 20 g, 琼脂粉 20 g, 水 1 000 mL)
和 PSPA (含马铃薯 200 g, 蔗糖 20 g, 蛋白胨 10 g,
琼脂 16 g, 水 1 000 mL) 平板培养基上^[17], 置于
28 ℃ 恒温培养箱分别暗培养 6 和 10 d, 然后用
灭菌打孔器 (内径 5.00 mm) 在未产生分生孢子菌
落的 PDA 培养基边缘以及产生分生孢子的 PSPA
培养基上打取菌饼, 平均每个菌饼有 5.00×10^3 个
孢子, 用无菌解剖刀刮取分生孢子并用无菌水配
置成 $6.00 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ 的孢子液, 以备接种试验用。

1.3.2 不同接种体的致病力测定

采集健康的红花八角叶片, 用自来水冲洗干
净后用无菌脱脂棉蘸取 75% 酒精进行表面消毒,
用灭菌水擦拭叶片 3 次, 置于滤纸上阴干水分,
再将其置于底部铺有滤纸的白色塑料盒 (28.00 cm×
20.00 cm×4.00 cm) 中, 叶片背面朝上, 叶柄处用
蘸有灭菌水的脱脂棉保湿。用接种针分别在近叶
尖处和对角线的近叶基处划 1 个长 5.00 mm 的十
字伤口, 分别接种纯菌丝的菌饼、20 μL 分生孢
子液以及包含菌丝和分生孢子的菌饼至伤口处,
以接种空白 PDA 培养基和无菌水为对照。每个
接种体接种处理 20 片叶片, 对照接种 10 片叶
片。接种菌饼的处理需在菌饼上覆盖沾有 1% 蔗
糖水脱脂棉, 接种后盖上盒盖, 置于 20~32 ℃
室温中, 保湿 48 h 后去除棉球。接种 10 d 后统

计发病率并测量病斑直径, 计算感病指数, 以
病斑平均直径和感病指数为指标, 比较 3 种接
种体的致病力, 致病力强的接种体以备抗性鉴
定使用。

1.3.3 离体叶片接种法的抗病性鉴定

采集 23 个八角无性系健康叶片, 叶片的处
理同 1.3.2 节。用接种针分别在近叶尖处和对角
线的近叶基处划 1 个长 5.00 mm 的十字伤口, 挑
取包含菌丝和分生孢子的菌饼接种至伤口处, 然
后用蘸有 1% 蔗糖水的棉球覆盖在菌饼上, 以接
种空白 PDA 培养基为对照。每个无性系接种 30 片
叶片, 对照接种 10 片叶片, 置于 20~32 ℃ 室温
条件下培养, 48 h 后除去棉球, 接种 10 d 后统计
发病率并测量病斑大小。

1.3.4 苗期叶片接种法的抗病性鉴定

每株八角从顶稍向下选择健康成熟的八角叶
片 6 片, 每个无性系选 10 株, 对照选 5 株, 用
清水清洗后用 75% 酒精擦拭叶片表面, 再用灭菌
水冲洗。待叶片表面水分阴干后, 用灭菌接种针
在叶片近中间叶脉与叶缘之间的部位划 1 个长
5.00 mm 的十字伤口, 用灭菌解剖刀挑取包含菌
丝和分生孢子的菌饼, 正面贴在伤口处, 将蘸有
1% 蔗糖水的棉球覆盖其上, 再用密封袋将接种
的八角枝条密封, 24 h 后解开密封袋。以接种空
白的 PSPA 培养基为对照。接种 10 d 后统计发
病率和病叶落叶率, 并测量病斑大小。

1.3.5 八角炭疽病分级标准

参考芒果炭疽病的严重度分级标准^[7], 结合
八角炭疽病发病特点, 制定八角炭疽病人工接种
试验严重度分级标准 (表 1)。病情指数的计算公
式为: 病情指数 = $[\sum(\text{各级病斑或病叶数} \times \text{相应级
别的代表值}) / (\text{调查总病斑或叶数} \times \text{最高级别的代
表值})] \times 100$ 。

1.3.6 抗病性评价标准

八角无性系对炭疽病抗性的评价标准参考油
用樟树无性系对炭疽病的抗性评价标准^[18], 根据
病情指数分为 6 级 (表 2)。

2 结果与分析

2.1 不同接种体的致病力

接种 10 d 后, 3 种接种体接种的八角叶片
均感病, 发病率为 100%, 但病斑大小有差异。
对照接种点变为褐色, 伤口愈合未扩展; 包含

表 1 八角炭疽病的严重度分级标准
Tab. 1 Severity grading standard of *Illicium verum* anthracnose

病级代表值 representative value of disease level	病情 occurrence of lesion
0	无病斑 no lesion
1	$d\leq 5.00\text{ mm}$
3	$5.00\text{ mm}<d\leq 10.00\text{ mm}$
5	$10.00\text{ mm}<d\leq 20.00\text{ mm}$
7	$20.00\text{ mm}<d\leq 40.00\text{ mm}$
9	$d>40.00\text{ mm}$ 或落叶 or the blade falls

注: d 为病斑直径。
Note: d indicates colony diameter.

表 2 八角抗炭疽病分级标准
Tab. 2 Grading standard of resistance of
I. verum anthracnose

级别 level	抗性等级 resistance level	病情指数(DI) disease index
1	HR	$DI\leq 15$
2	R	$15<DI\leq 30$
3	MR	$30<DI\leq 45$
4	MS	$45<DI\leq 60$
5	S	$60<DI\leq 75$
6	HS	>75

注: HR. 高抗, R. 抗病, MR. 中抗, MS. 中感, S. 感病, HS. 高感; 下同。
Note: HR. high resistant, R. resistant, MR. moderate resistant, MS. moderate susceptible, S. susceptible, HS. high susceptible; the same as below.

菌丝和孢子的菌饼接种体病斑直径最大, 为 27.66 mm; 其次是纯菌丝接种体, 病斑直径为 10.41 mm; 分生孢子液接种体的病斑平均直径最小, 为 8.56 mm。病情指数也与病斑直径结果类似, 以包含菌丝和孢子的菌饼病情指数最大, 为 73.61; 其次是纯菌丝的菌饼, 为 45.83; 分生孢子液的病情指数最小, 为 36.81。可见, 包含菌丝和孢子的菌饼接种体致病力较其他 2 种接种体强。

2.2 离体叶片接种法的抗病性鉴定结果

23 个八角无性系叶片接种 48 h 后, 接种点变为褐色, 随时间推移病斑逐渐扩展, 不同无性系病斑扩展大小有差异, 病情指数为 22.22~78.88 (表 3)。无高抗无性系; 抗病无性系 2 个, 分别为福进 14 号和黑叶 1 号, 占参试无性系的 8.70%; 中抗无性系 9 个, 分别为福进 4 号、福进 5 号、福进 6 号、福进 9 号、福进 10 号、罗马 1 号、软枝 1 号、陈平 1 号和木王 1 号, 占参试无性系

的 39.13%; 感病无性系 3 个, 分别为福进 8 号、福进 15 号和福进 16 号, 占参试无性系 13.04%; 中感无性系 6 个, 分别为福进 2 号、福进 3 号、福进 7 号、福进 13 号、福进 17 号和十三角 1 号, 占参试无性系的 26.09%; 高感无性系 3 个, 分别为福进 1 号、福进 11 号和福进 12 号, 占参试无性系的 13.04%。

2.3 苗期叶片接种法的抗病性鉴定结果

由表 3 可知: 八角无性系苗期叶片接种发病情况与离体叶片接种发病情况相似, 随着时间的推移接种点变为褐色, 病斑逐渐扩展, 出现病叶脱落现象。接种 10 d 后, 叶片均发病, 不同无性系病斑大小、病情指数和落叶率有差异, 病情指数为 22.96~91.48。除福进 15 号鉴定为中感无性系外, 其余 22 个无性系的抗性等级与离体叶片接种法结果一致。

由表 3 还可知: 不同无性系接种后病叶落叶率亦有差异, 落叶率为 0.00%~85.00%。其中, 福进 14 号、黑叶 1 号、软枝 1 号和陈平 1 号未落叶; 福进 5 号、福进 4 号、木王 1 号、罗马 1 号、福进 6 号、福进 9 号和福进 10 号的落叶率为 1.67%~11.36%, 落叶率较低; 中感或感病无性系福进 2 号、福进 3 号、福进 7 号、福进 13 号、福进 15 号、福进 17 号、十三角 1 号、福进 16 号和福进 8 号的落叶率较抗病或中抗无性系落叶率高, 落叶率为 20.00%~41.67%; 高感无性系福进 11 号、福进 1 号和福进 12 号的落叶率为 68.33%~85.00%。

3 讨论

本研究利用离体叶片接种法和苗期叶片接种法对八角无性系进行炭疽病的抗性鉴定, 2 种接种方法的鉴定结果一致性高达 95.65%, 除福进 15 号外的八角无性系抗病性鉴定结果相同, 说明 2 种接种法可用于区分八角不同无性系对炭疽病的抗性, 但离体叶片接种法更具优势, 尤其是对一些珍贵的无性系种质抗性测定时, 是最佳的抗性鉴定方法, 该结论与前人的研究结论^[12-16,19]相似。与离体接种法相比, 苗期接种法是抗病品种鉴定较为可靠的方法^[20]。供试的 23 个八角无性系苗期叶片接种炭疽菌后, 出现不同程度的病叶脱落现象, 发病情况与林间感病症状相似; 但该方法对植株伤害太大, 接种后落叶严重, 植株难

表 3 八角无性系对炭疽病菌的抗性评价
Tab. 3 Evaluation of resistance of star anise clones to anthracnose

无性系 clones	病情指数 disease index		抗性等级 resistance level		苗期接种法病叶落叶率/% diseased leaf falling rate of under the seeding leaf inoculation
	离体叶片接种法 detached leaf inoculation method	苗期叶片接种法 seedling leaf inoculation method	离体叶片接种法 detached leaf inoculation method	苗期叶片接种法 seedling leaf inoculation method	
福进1号 Fujin No.1	76.67	87.78	HS	HS	78.33
福进2号 Fujin No.2	56.67	51.59	MS	MS	21.43
福进3号 Fujin No.3	46.67	51.48	MS	MS	20.00
福进4号 Fujin No.4	44.44	43.70	MR	MR	3.33
福进5号 Fujin No.5	44.44	42.22	MR	MR	1.67
福进6号 Fujin No.6	42.22	40.93	MR	MR	8.33
福进7号 Fujin No.7	55.56	51.11	MS	MS	30.00
福进8号 Fujin No.8	68.88	62.96	S	S	41.67
福进9号 Fujin No.9	36.67	43.33	MR	MR	10.00
福进10号 Fujin No.10	22.22	33.33	MR	MR	11.36
福进11号 Fujin No.11	77.78	81.85	HS	HS	68.33
福进12号 Fujin No.12	78.88	91.48	HS	HS	85.00
福进13号 Fujin No.13	46.67	47.77	MS	MS	21.67
福进14号 Fujin No.14	30.00	22.96	R	R	0.00
福进15号 Fujin No.15	65.55	55.19	S	MS	35.00
福进16号 Fujin No.16	64.44	61.11	S	S	28.33
福进17号 Fujin No.17	54.44	53.70	MS	MS	23.33
黑叶1号 Heiye No.1	26.67	29.26	R	R	0.00
十三角1号 Shisanjiao No.1	53.33	55.56	MS	MS	25.00
罗马1号 Rome No.1	37.77	31.11	MR	MR	6.67
软枝1号 Ruanzhi No.1	36.11	35.19	MR	MR	0.00
陈平1号 Chenping No.1	38.89	44.07	MR	MR	0.00
木王1号 Muwang No.1	42.78	35.19	MR	MR	3.33

以恢复, 而且接种时还需要合适的温、湿度等环境条件, 重复试验需要新的同龄苗, 成本较高。与此相比, 离体叶片接种法操作方便、重复性好, 且不易受生长季节和自然环境的限制, 省工省时^[20], 可以作为八角品系对炭疽病抗性鉴定的重要辅助手段。

2 种鉴定方法结果显示: 供试的 23 个八角无性系未发现高抗无性系, 其中福进 14 号和黑叶 1 号为抗病无性系, 福进 4 号、福进 5 号、福进 6 号、福进 9 号、福进 10 号、罗马 1 号、软枝 1 号、陈平 1 号和木王 1 号等 9 个无性系表现为中抗, 抗病和中抗无性系占供试无性系的 47.83%, 上述 11 个抗病或中抗无性系苗期接种病叶不脱落或者落叶率较低, 落叶率最高为 11.36; 福进 2 号、福进 3 号和福进 7 号等 12 个中感至高感无

性系占供试无性系的 52.17%, 其苗期叶片接种法的病叶落叶率为 20.00%~85.00%, 感病程度越高, 落叶率也越高。供试八角无性系还需进行林间抗性试验, 进一步明确林间抗性评价, 结合栽培管理和气候条件等因素确定适合在不同八角栽培区种植的无性系。

4 结论

离体叶片接种法和苗期叶片接种法均能区分八角无性系抗性的差异, 2 种方法鉴定结果基本一致, 且各有优、缺点。与苗期叶片接种法相比, 离体叶片接种法具有操作方便、速度快和不伤害植株等优点, 可以作为八角品系对炭疽病抗性鉴定的重要辅助手段; 苗期叶片接种试验结果更符合林间自然感病情况。

[参考文献]

- [1] 吴耀军, 陆志华, 黄乃秀, 等. 八角炭疽病病原的研究[J]. 广西林业科学, 2003, 32(3): 118. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1126.2003.03.002.
- [2] 黄思良, 廖明, 岑贞陆, 等. 八角炭疽病菌生物学特性的初步研究[J]. 中国森林病虫, 2006, 25(1): 1. DOI: 10.3969/j.issn.1671-0886.2006.01.001.
- [3] 刘永华. 我国八角出口东盟国家市场现状与产业发展对策[J]. 南方农业学报, 2012, 43(6): 891. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2012.06.891.
- [4] 廖旺姣, 邹东霞, 黄乃秀, 等. 一种八角炭疽病新病原鉴定[J]. 西南农业学报, 2017, 30(10): 2242. DOI: 10.16213/j.cnki.scjas.2017.10.014.
- [5] 黄乃秀, 莫小刚, 蒋晓萍, 等. 广西八角炭疽病的发生特点及近年偏重发生原因初步分析与防治对策[J]. 广西植保, 2018, 31(1): 30. DOI: 10.3969/j.issn.1003-8779.2018.01.010.
- [6] 马锦林, 曾祥艳, 李开祥, 等. 广西八角产业现状及发展战略[J]. 广西林业科学, 2011, 40(4): 336. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1126.2011.04.025.
- [7] 罗睿雄, 黄建峰, 张欣, 等. 229份杧果种质对炭疽病抗性初步评价[J]. 热带农业科学, 2013, 33(3): 36. DOI: 10.3969/j.issn.1009-2196.2013.03.009.
- [8] 石妞妞, 杜宜新, 何艳琴, 等. 中国 590 份大豆种质资源对炭疽病的抗性鉴定及评价[J]. 福建农业学报, 2021, 36(1): 41. DOI: 10.19303/j.issn.1008-0384.2021.01.006.
- [9] 林清, 吕中华, 黄任中, 等. 辣椒炭疽病抗性鉴定方法研究[J]. 西南农业学报, 2006, 19(6): 1071. DOI: 10.16213/j.cnki.scjas.2006.06.020.
- [10] 朱丽梅, 崔群香, 刘卫东, 等. 自然病圃法和离体叶片接种法对茄早疫病抗病性鉴定比较[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 116. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.037.
- [11] 孙玉燕, 范敏, 何艳军. 西瓜炭疽病菌离体叶片接种鉴定技术[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(8): 1460. DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20190856.
- [12] 邓丽君, 廖新福, 王惠林, 等. 甜瓜白粉病离体叶片接种方法研究[J]. 中国瓜菜, 2015, 28(3): 18. DOI: 10.16861/j.cnki.zggc.2015.03.006.
- [13] 孙叶烁, 郝玲玉, 张杰, 等. 大白菜菌核病抗性鉴定方法研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019, 47(12): 123. DOI: 10.13207/j.cnki.jnwafu.2019.12.015.
- [14] 李智军, 龙卫平, 郑锦荣, 等. 辣椒疫病抗性离体叶鉴定法研究[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(2): 47. DOI: 10.3969/j.issn.1001-411X.2007.02.012.
- [15] 徐成翠, 张瑶瑶, 郑积荣, 等. 番茄灰叶斑病抗性鉴定方法及抗病种质资源筛选[J]. 浙江农业科学, 2019, 60(12): 2273. DOI: 10.16178/j.issn.0528-9017.20191231.
- [16] 曾莉莎, 陈康丽, 吕顺, 等. 冬瓜和节瓜疫病的离体叶片接种方法研究[J]. 南方农业学报, 2020, 51(9): 2213. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2020.09.021.
- [17] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [18] 廖旺姣, 朱昌叁, 邹东霞, 等. 油用樟树无性系炭疽病抗性测定[J]. 广西林业科学, 2020, 49(1): 13. DOI: 10.19692/j.cnki.gfs.2020.01.003.
- [19] 刘淼, 来永才, 李炜, 等. 离体叶片接种法鉴定大豆疫霉根腐病抗病性[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(11): 43. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2017.11.015.
- [20] 谢联辉. 普通植物病理学[M]. 北京: 科学出版社, 2006.

责任编辑: 何承刚