

周 洋,蓝国兵,余小漫,等. 海南 17 个辣椒品种对疫病抗性的鉴定[J]. 江苏农业科学,2020,48(14):138-141.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.14.023

# 海南 17 个辣椒品种对疫病抗性的鉴定

周 洋<sup>1,2</sup>, 蓝国兵<sup>2</sup>, 余小漫<sup>2</sup>, 周冬梅<sup>3</sup>, 金宝红<sup>1</sup>, 何自福<sup>1,2</sup>

(1. 海南省东方市农业服务中心, 海南东方 572600; 2. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东广州 510640;

3. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 江苏南京 210014)

**摘要:**辣椒疫病是辣椒生产上主要病害之一, 种植抗病品种是防治该病害最经济有效和绿色的措施。采用孢子悬浮液苗期灌根接种法, 对海南生产上推广应用的 17 个辣椒品种进行鉴定与评价。结果表明, 不同辣椒品种对疫病的抗病性差异较大, 金艳、泰丽、长艳 3 个品种表现免疫, 红妃、热辣 4 号 2 个品种表现为高抗, 金骄红玉、湘辣十七号、金骄 M6、权御天下 4 个品种表现为抗病, 金骄 3.0 表现为中抗, 而热甜 3 号、热甜 5 号、湘研珍丽、热辣 3 号、湘研 6A、金骄神龙和热辣 2 号 7 个品种表现为高感。可见, 朝天椒类对疫病的抗性优于其他辣椒, 线椒次之, 而牛角椒和甜椒抗性较差。

**关键词:**海南; 辣椒; 疫病; 抗病性; 孢子悬浮液苗期灌根法; 病情指数

**中图分类号:** S436.418 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)14-0138-04

辣椒 (*Capsicum annuum* L.) 是茄科辣椒属的 1 年生或多年生作物, 起源于中南美洲热带地区, 明末清初时传入我国<sup>[1]</sup>。近年来, 我国辣椒种植面积

在 150 万 ~ 200 万  $\text{hm}^2$ /年, 占全国蔬菜总面积的 8% ~ 10%, 居于各种蔬菜首位<sup>[2]</sup>。辣椒因富含丰富的维生素并有芬芳的辛辣味而广受消费者欢迎, 世界有近 3/4 的消费者经常食用辣椒或辣椒制品<sup>[3-5]</sup>。辣椒是海南省冬种主要作物之一, 自 1987 年起海南就开始栽培辣椒, 种植面积达 3 000  $\text{hm}^2$ /年, 且逐年增加, 2017 年海南省辣椒播种面积达 45 489  $\text{hm}^2$ , 占蔬菜种植面积的 17.29%, 居于各种蔬菜种植面积之首<sup>[6]</sup>。

辣椒疫病是由辣椒疫霉菌 (*Phytophthora capsici* L.) 侵染引起的土传病害, 是辣椒生产上一种毁灭性病害<sup>[7-8]</sup>。1918 年, 首次在美国新墨西哥州发现

收稿日期: 2019-08-21

基金项目: 国家重点研发计划 (编号: 2018YFD0201200); 广东省果菜产业技术体系创新团队项目 (编号: 2019KJ110)。

作者简介: 周 洋 (1984—), 男, 山东聊城人, 硕士, 农艺师, 主要从事农作物病虫害防控等技术推广。Tel: (0898) 25510439; E-mail: 279489688@qq.com。

通信作者: 何自福, 博士, 研究员, 主要从事植物病理学研究, Tel: (020) 87597476, E-mail: hezf@gdppri.com; 金宝红, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广, Tel: (0898) 25510439, E-mail: dfjbhong@sina.com。

[18] Sun X P, Ying Z, Jia J C, et al. Uninterrupted expression of CmSIT1 in a sclerotial parasite *Coniothyrium minitans* leads to reduced growth and enhanced antifungal ability[J]. *Frontiers in Microbiology*, 2017, 8: 2208.

[19] Mohamed E, Elkhaky M T, Shaban R S, et al. Integrated control of white rot disease on beans caused by *Sclerotinia sclerotiorum* using contans and reduced fungicides application[J]. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2017, 24(2): 405-409.

[20] Yang X X, Hui C, Cheng J S, et al. A HOPS protein, CmVps39, is required for vacuolar morphology, autophagy, growth, conidiogenesis and mycoparasitic functions of *Coniothyrium minitans* [J]. *Environmental Microbiology*, 2016, 18(11): 3785-3797.

[21] Wei W, Zhu W J, Cheng J S, et al. Nox complex signal and MAPK cascade pathway are cross-linked and essential for pathogenicity and conidiation of mycoparasite *Coniothyrium minitans*[J].

*Scientific Reports*, 2016, 6(1): 24325.

[22] Mahmoud E, Hazem G, Mohamed M. Unusual nitrogenous phenalenone derivatives from the marine-derived fungus *Coniothyrium cereale*[J]. *Molecules*, 2016, 21(2): 178.

[23] Li H X, Doucet B, Flewelling A J, et al. Antimycobacterial natural products from endophytes of the medicinal plant *aralia nudicaulis* [J]. *Natural Product Communications*, 2015, 10: 1461-1462.

[24] Yi L, Han Y C, Long Y, et al. CmpacC regulates mycoparasitism, oxalate degradation and antifungal activity in the mycoparasitic fungus *Coniothyrium minitans* [J]. *Environmental Microbiology*, 2015, 17(11): 4711-4729.

[25] Mamona N, Fayrouz E M, Stefan K, et al. Phenalenones: insight into the biosynthesis of polyketides from the marine alga-derived fungus *Coniothyrium cereale*[J]. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 2015, 13(29): 8071-8079.

辣椒疫病,其后陆续在欧洲、亚洲及拉丁美洲等国家和地区发生<sup>[9]</sup>。辣椒疫病也是海南省辣椒生产上主要病害之一,一般田块发病率 20% ~ 30%,严重时可达 70% 以上,严重影响了海南省辣椒的生产发展<sup>[10]</sup>。目前,生产上对辣椒疫病的防治主要依靠农药,但长期大量施用农药,一方面极易导致疫霉菌对使用过的药剂产生抗药性,防效不断下降;另一方面会造成辣椒果实农药残留和污染环境。辣椒品种对疫病抗性存在明显差异,种植抗病品种不仅可以控制疫病的发生与流行,而且可以避免药剂防治带来的负面影响。因此,种植抗病品种是防治辣椒疫病最经济、有效的措施<sup>[11-12]</sup>。

关于辣椒对疫病的抗性鉴定方法有如下报道。马辉刚等报道,采用离体叶片接种法和孢子灌根接种法进行辣椒疫病的抗性鉴定,其中离体叶片接种法因不能进行量化而难以分级,只适合用于初步鉴定<sup>[13]</sup>。孢子灌根接种法模拟田间疫病发生过程中能较准确地反映出品种的抗性<sup>[13-14]</sup>。本研究采用孢子灌根接种法对海南主栽的 17 个辣椒品种抗性进行鉴定,以期对辣椒品种推广种植及抗病育种提供依据。

1 材料与方法

1.1 待鉴定辣椒品种

供试的 17 个辣椒品种均来自海南市场,具体见表 1,这些品种在海南生产均有推广应用。

表 1 供试的 17 个辣椒品种

编号	品种名称	果型	品种来源
1	热辣 2 号	黄灯笼	A
2	热辣 3 号	牛角椒	A
3	热辣 4 号	线椒	A
4	热甜 5 号	甜椒	A
5	热甜 3 号	甜椒	A
6	湘研 6A	牛角椒	B
7	湘研珍丽	牛角椒	B
8	湘辣十七号	线椒	B
9	金骄神龙	线椒	B
10	金骄红玉	美人椒	B
11	长艳	朝天椒	B
12	红妃	朝天椒	B
13	金骄 M6	朝天椒	B
14	泰丽	朝天椒	B
15	金艳	朝天椒	B
16	权御天下	朝天椒	B
17	金骄 3.0	朝天椒	B

注:A 为中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所,B 为三亚丰茂同和农业开发有限公司。

1.2 鉴定用菌株

辣椒疫病菌株为 15BLLY1 和 15TSLY1,由广东省农业科学院植物保护研究所提供。

1.3 供试材料育苗

各品种种子先用 10% 磷酸三钠溶液浸泡 20 min,清水冲洗 3 次;30 ℃ 恒温催芽 3 d;然后播种于事先装有经消毒过的基质(草炭:蛭石 = 3:1)的 4×8 育苗穴盘中,每穴播 2 粒,培养至 6 ~ 7 叶时用于接种。接种前间苗,每穴 1 株。

1.4 接种方法

1.4.1 孢子囊诱导 产孢囊培养基为 20% 贝奇野菜培养液,贝奇野菜汁 200 mL,去离子水 800 mL,配制后 121 ℃ 高压蒸汽灭菌 20 min,备用。

将辣椒疫霉菌株接种于 20% 的贝奇野菜培养液中,将菌丝块尽可能分散开,在 25 ℃ 黑暗条件下培养 3 ~ 5 d;当菌丝长满培养皿后,将其取出,用无菌水将菌丝清洗干净,重新放入培养皿,加入无菌水,使其刚没过菌丝,放入 25 ℃ 培养箱中继续培养;2 d 后,镜检可见菌丝表面产生大量孢子囊。

1.4.2 游动孢子悬浮液的制备 将产生大量孢子囊的培养皿种加入适量的无菌水,使其淹没菌丝,放入 4 ℃ 冰箱中 30 min,然后取出,用玻璃棒在菌丝表面轻轻来回刮动,使游动孢子充分释放到水中。2 个菌株的孢子悬浮液等体积、等浓度混合,将孢子悬浮液转移至三角瓶中,用血球计数板测定孢子悬浮液浓度,稀释至 10<sup>3</sup> CFU/mL 后立即用于接种<sup>[15]</sup>。

1.4.3 人工接种 采用游动孢子囊灌根法接种 6 ~ 7 叶期辣椒苗。接种前 1 d 苗盘淋足水,保证土壤处于接近饱和状态。接种前,用玻璃棒在距辣椒苗根部 2 ~ 3 cm 处基质上扎 1 个约 5 cm 深的孔,将接种液注入孔中,接种量为 4 mL/株;每个品种重复 3 次,每个重复 30 株苗,以不接菌的作为空白对照。接种处理的辣椒苗放置于玻璃温室中培养,室内温度 25 ℃ 左右。

1.5 病情调查

当接种处理出现病株时开始调查,每 2 d 调查 1 次,进行逐株调查,记录病株数和病级,计算各处理病株率和病情指数<sup>[16]</sup>。待各处理充分发病且病情较稳定时,统计最终各处理病株率和病情指数。

辣椒疫病个体病株病情分级标准<sup>[17]</sup>:0 级,无病症;1 级,幼苗根茎部轻微变黑,叶片不萎蔫或可恢复性萎蔫;2 级,幼苗根茎部变黑达 1 ~ 2 cm,叶片不可恢复性萎蔫,下部叶片偶有脱落;3 级,幼苗根

茎部变黑超过 2 cm,叶片明显萎蔫或落叶明显;4 级,幼苗根茎部变黑缢缩,除生长点外全部落叶或植株萎蔫;5 级,植株枯死;病情指数 =  $\Sigma$  (各级病株数 × 相对级数) / (调查总株数 × 最高病情级别的代表数值) × 100。

辣椒品种对疫病抗性水平评价标准:免疫(I),病情指数为 0;高抗(HR),0 < 病情指数 ≤ 10;抗病(R),10 < 病情指数 ≤ 30;中抗(MR),30 < 病情指数 ≤ 50;感病(S),50 < 病情指数 ≤ 70;高感(HS),70 < 病情指数

2 结果与分析

接种后第 2 天开始调查,每 2 d 调查 1 次。接种后第 6 天,出现发病植株,接种后第 20 d,各处理辣椒苗病情趋于稳定,以此时的调查结果进行品种抗性评价,用 DPS 7.05 版对调查结果进行统计分析(表 2)。调查结果表明,供试的 17 个辣椒品种发病率和病情指数存在明显差异,其中长艳、泰丽和金艳 3 个品种的病情指数最低,均为 0;热甜 3 号、热甜 5 号和湘研珍丽 3 个品种的病情指数最高,均为 100。方差分析结果显示,表现为高感的 7 个辣椒品种,除热甜 3 号、热甜 5 号和香研珍丽外,其余 4 个品种之间差异显著;热辣 2 号与金骄 3.0 存在显著

性差异;表现抗病的 4 个品种权御天下、金骄 M6 及湘辣十七号之间差异显著,湘辣十七号与金骄红玉差异不显著;表现高抗的热辣 4 号与红妃之间差异不显著;表现免疫的品种病情指数均为 0,无显著性差异。

在供试的 17 个辣椒品种中,金艳、泰丽、长艳 3 个品种表现免疫,占供试材料的 17.65%;红妃、热辣 4 号 2 个品种表现为高抗,占 11.76%;金骄红玉、湘辣十七号、金骄 M6、权御天下 4 个品种表现为抗病,占 23.53%;金骄 3.0 表现为中抗,占 5.88%;热甜 3 号、热甜 5 号、湘研珍丽、热辣 3 号、湘研 6A、金骄神龙、热辣 2 号等 7 个品种表现为高感,占 41.18%。

不同类型的辣椒对疫病抗性存在一定差异。7 个朝天椒品种中,金艳、泰丽、长艳 3 个品种表现为免疫,红妃表现为高抗,金骄 M6 和权御天下表现为抗病,金骄 3.0 表现为中抗;3 个线椒品种中,热辣 4 号表现为高抗,湘辣十七号表现为抗病,而金骄神龙表现为高感;3 个牛角椒品种热辣 3 号、湘研 6A、湘研珍丽均表现高感。可见,朝天椒对疫病的抗性普遍较好,线椒次之,而牛角椒和甜椒抗性较差。至于黄灯笼、美人椒,因为在本研究中仅 1 个品种,所以其抗性表现难以定论。

表 2 17 个辣椒品种苗期对辣椒疫病的抗性鉴定结果

品种	病情指数				病株率 (%)	抗性水平
	处理 1	处理 2	处理 3	平均值		
热甜 3 号	100.00	100.00	100.00	100.00a	100.00a	高感(HS)
热甜 5 号	100.00	100.00	100.00	100.00a	100.00a	高感(HS)
湘研珍丽	100.00	100.00	100.00	100.00a	100.00a	高感(HS)
热辣 3 号	94.00	98.00	95.00	95.67b	100.00a	高感(HS)
湘研 6A	89.60	86.40	83.20	86.40c	100.00a	高感(HS)
金骄神龙	80.80	84.80	84.00	83.20d	96.00ab	高感(HS)
热辣 2 号	74.40	76.80	73.60	74.93e	100.00a	高感(HS)
金骄 3.0	43.20	36.80	39.20	39.73f	40.00c	中抗(MR)
权御天下	28.80	27.20	26.40	27.47g	36.00d	抗病(R)
金骄 M6	20.80	16.80	16.80	18.13h	20.00e	抗病(R)
湘辣十七号	13.60	17.60	12.80	14.67i	14.00f	抗病(R)
金骄红玉	13.40	12.00	11.00	12.13ij	14.00f	抗病(R)
热辣 4 号	8.80	10.40	9.60	9.60jk	14.00f	高抗(HR)
红妃	8.80	7.20	9.60	8.53k	12.00g	高抗(HR)
金艳	0.00	0.00	0.00	0.00l	0.00h	免疫(I)
泰丽	0.00	0.00	0.00	0.00l	0.00h	免疫(I)
长艳	0.00	0.00	0.00	0.00l	0.00h	免疫(I)

注:同列数据后不同小写字母表示不同品种间在 0.05 水平上差异显著。

### 3 结论与讨论

采用孢子悬浮液灌根法鉴定来自海南生产上的 17 个辣椒品种对疫病的抗性,金艳、泰丽、长艳 3 个品种表现免疫,红妃、热辣 4 号 2 个品种表现为高抗,金骄红玉、湘辣十七号、金骄 M6、权御天下 4 个品种表现为抗病,金骄 3.0 表现为中抗,而热甜 3 号、热甜 5 号、湘研珍丽、热辣 3 号、湘研 6A、金骄神龙和热辣 2 号 7 个品种表现为高感,朝天椒类对疫病的抗性优于其他辣椒,线椒次之,而牛角椒和甜椒抗性较差。

关于辣椒对疫病的抗病性鉴定,目前尚未有统一的方法,许多因素如接种方法、接种浓度、植株生育期及疫霉菌的致病力等对鉴定结果都有不同程度的影响<sup>[18-19]</sup>。孢子悬浮液灌根接种方法操作简便、结果稳定,应用较普遍<sup>[20]</sup>。本研究选用来源于不同地区的 2 株致病力中等的辣椒疫霉菌菌株,于辣椒 6~7 叶苗期进行灌根接种,对海南的辣椒品种进行评价,取得较好的结果。

戚仁德等研究发现,辣椒品种对疫病的抗性与疫霉菌株的致病力相关,不同来源的辣椒疫霉菌株对辣椒品种的致病力不同,同样一个辣椒品种对不同辣椒疫霉菌株的抵抗力不同<sup>[21]</sup>。这说明用 1 个致病菌株鉴定出来的辣椒品种抗性,其抗性结果是有局限的。因此,本研究选用来源于不同地区的 2 株致病力中等的辣椒疫霉菌菌株进行等量混合接种,以弥补单一菌株的致病力不同导致的鉴定结果偏差。一个品种在田间的抗性表现,与品种自身的抗病基因、病原菌种群的致病力变异、温湿度、降雨、种植时期以及栽培管理等因素密切相关。因此,建议辣椒育种部门在广泛收集辣椒种质资源的同时,积极与植物病理学家合作,在品种抗性水平和抗性机制上进行深入研究,培育出具有不同抗性基因的辣椒品种,以供生产上需要。农户在种植抗病品种的同时,应加强栽培管理,合理施肥,创造一个有利于辣椒生长,不利于病原菌生长繁殖的环境条件,从而减少病原菌数量,达到控制病害的目的<sup>[22]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 陈 耿,彭荣锋,伍泰旭. 我国辣椒品种市场需求变化趋势及育种对策[J]. 农业与技术,2019,39(3):50-51.
- [2] 王立浩,张正海,曹亚从,等. “十二五”我国辣椒遗传育种研究进展及其展望[J]. 中国蔬菜,2016(1):1-7.
- [3] Attilio N, Furia E, Sindona G, et al. Multivariate class modeling

- techniques applied to multielement analysis for the verification of the geographical origin of chili pepper[J]. Food Chemistry,2016,206:217-222.
- [4] Pino J, González M, Ceballos L, et al. Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan[J]. Food Chemistry,2007,104(4):1682-1686.
- [5] 戴雄泽,刘志敏. 辣椒素类物质研究进展[J]. 辣椒杂志,2005(4):13-16.
- [6] 海南省统计局,国家统计局海南调查总队. 海南统计年鉴 2018 (汉英对照)[M]. 北京:中国统计出版社,2018:277.
- [7] Sy O, Bosland P W, Steiner R. Inheritance of phytophthora stem blight resistance as compared to phytophthora root rot and phytophthora foliar blight resistance in *Capsicum annuum* L. [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science,2005,130(1):75-78.
- [8] Thabuis A, Palloix A, Pflieger S, et al. Comparative mapping of *Phytophthora* resistance loci in pepper germplasm: evidence for conserved resistance loci across solanaceae and for a large genetic diversity[J]. Theoretical and Applied Genetics,2003,106(8):1473-1485.
- [9] 王婷婷. 辣椒疫病生防制剂的研制[D]. 海口:海南大学,2016.
- [10] 何 娜,曾会才. 辣椒疫病防治的研究进展[J]. 现代农业科技,2008(8):64-65,67.
- [11] 蓬桂华,邢 丹,牟玉梅,等. 贵州地方辣椒抗疫病性鉴定[J]. 现代农业科技,2015(20):64-65,73.
- [12] 沈会芳,蒲小明,周佳暖,等. 辣椒品种对疫病的抗性鉴定[J]. 广东农业科学,2012(1):46-47.
- [13] 马辉刚,何烈干,陈学军,等. 2 种方法鉴定辣椒疫病抗性研究[J]. 江西农业大学学报,2013,35(3):536-542.
- [14] 郝 卫,张 慧,王 莹. 辣椒对疫霉抗性的快速鉴定[J]. 植物保护,2018,44(2):145-148,176.
- [15] 吴丽萍,咸文荣,郭青云. 19 个进口辣椒品种对疫霉菌的抗性鉴定[J]. 湖北农业科学,2016(19):5066-5068.
- [16] Hausbeck M K, Lamour K H. *Phytophthora capsici* on vegetable crops: research progress and management challenges [J]. Plant Disease,2004,88(12):1292-1303.
- [17] 全国蔬菜标准化技术委员会. 辣椒抗病性鉴定技术规程 第 1 部分:辣椒抗疫病鉴定技术规程:NY/T 2060.1—2011[S]. 北京:中华人民共和国农业部,2011.
- [18] Kim F S, Hwang B K. Virulence to Korea pepper cultivars of *Phytophthora capsici* form different geographic areas [J]. Plant Disease,1992,76(5):486-489.
- [19] Hartman G L, Wang T C. *Phytophthora* blight of pepper: screening for disease resistance [J]. Tropical Pest Management,1992,38(3):319-322.
- [20] 易图永,张宝玺,谢丙炎,等. 辣椒疫病 3 种接种方法的比较[J]. 中国蔬菜,2003(2):16-18.
- [21] 戚仁德,丁建成,顾江涛,等. 辣椒疫霉致病力分化的初步研究[J]. 植物保护学报,2002,29(2):189-190.
- [22] 谭清群,袁 洁,杨学辉,等. 贵州省辣椒新品种对疫病和青枯病的抗性鉴定研究[J]. 种子,2014,33(11):82-85.