

doi:10.11937/bfyy.20174596

辣椒疫病抗性与形态学性状相关分析

赫 卫, 张 慧, 贾 海 燕, 董 延 龙, 王 莹

(黑龙江省农业科学院 园艺分院, 黑龙江 哈尔滨 150069)

摘 要:以 162 份辣椒材料为试材, 对其进行疫病的人工接种抗性鉴定, 以期辣椒的抗疫病育种提供参考依据。结果表明: 供试材料中抗病(R)材料 11 份、中抗(MR)材料 23 份、中感(MS)材料 18 份、感病(S)材料 110 份。同时对供试材料的疫病抗性与 28 个性状进行相关性分析, 发现辣椒的疫病与果形、果肩形、果基存花萼和单株果数呈极显著相关关系, 与主茎色、叶节色、株高、株幅和花柱长呈显著相关关系。对疫病抗性较强的供试材料中, 长指椒和短羊角椒占有较大比例。

关键词:辣椒; 疫病; 相关分析

中图分类号:S 436.418.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)13-0001-06

作为辣椒(*Capsicum annuum* L.)作物的一种常见病害, 疫病(*Phytophthora capsici* L.)以其发病范围广、生理小种繁多、病情危重等特点, 已成为世界范围内的一种毁灭性病害。并且由于辣椒疫病的病原菌极易发生变异, 导致耐药菌株的产生^[1-2], 利用农药防治疫病, 也不利于环境和人类食品安全, 因此抗病育种一直是防治疫病的主要手段之一。抗病种质资源的筛选持续有之, 是抗病育种的一项基础工作。何烈干等^[3]从 208 份辣椒材料中筛选出高抗疫病材料 18 份。王述彬等^[4]从 154 份辣椒资源中筛选出 17 份抗疫病优异种质资源。近年的研究多针对国外种质资源进行抗病鉴定, 韩微莉^[5]采用切茎接菌法结合分子标记从 202 份种质中筛选出 41 份对辣椒疫病具有抗性的材料。吴丽萍等^[6]从 19 份进口辣椒品种中筛选出 11 份高抗品种。王飞等^[7]从 74 份泰国引进辣椒种质资源中筛选出 7 份抗疫病材

料。国外近年也在进行疫病抗性资源筛选, 从 2 301 份甜椒材料中筛选出 77 份抗疫病资源, 并进一步试验筛选出 PI201237 和 PI640532 这 2 个品种作为商业甜椒品种的抗疫病基因的潜在来源^[8]。一年生辣椒中的 CM334、CM331、PI201234 等品系的果实虽然不具有商品性, 不能直接应用于生产, 但它们是世界公认的辣椒疫病抗性资源^[9]。课题组对收集保存的辣椒亲本材料 162 份, 通过果接种法进行了疫病抗性筛查, 筛选抗性较强的材料或新抗源, 以期辣椒的抗疫病育种提供材料基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 162 份辣椒亲本, 由黑龙江省农业科学院园艺分院青椒课题组提供。

1.2 试验方法

1.2.1 抗病性鉴定

采用燕麦固体培养基培养辣椒疫霉菌, 26 ℃ 下暗培养 7 d, 白色菌丝繁殖至整个培养基, 再在 26 ℃ 下光/暗交替培养 7 d, 产生卵圆形孢子囊后备用。

试验于 2015 年 7—8 月进行, 选取健康完整的辣椒青果期果实作为试材, 每份试材 10 个果, 3 次重复。将果实用灭菌水和酒精冲洗灭菌后放置

第一作者简介:赫卫(1981-), 女, 博士, 助理研究员, 研究方向为辣椒遗传育种。E-mail:la_jiao800@163.com.

基金项目:黑龙江省青年科学基金资助项目(QC2013C023); 黑龙江省农业科学院引进博士人员科研启动金资助项目(201507-48); 黑龙江省农业科技创新工程重点资助项目; 国家重点研发计划“七大作物育种”重点专项子课题资助项目(2017YFD0101903)。

收稿日期:2018-02-25

在铁盘上,铁盘内先垫上双层湿滤纸,用灭菌刀片切去边长 7 mm 果实表皮,从准备好的菌盘上切割边长 5 mm 的菌饼,有菌丝的一面紧贴伤口放置,保鲜膜覆盖在铁盘上面保湿,促使病害的发生,30 ℃光照/25 ℃黑暗交替培养。以不含疫霉菌的菌饼为对照。

病情划分标准(共 5 级):0 级,无病;1 级,果面上出现水浸状病斑,病斑直径 ≤ 2 cm;2 级,果面上出现水浸状病斑,病斑直径 2~4 cm;3 级,果面上的水浸状病斑已严重变软,果表皮与果肉分离,病斑直径 ≥ 4 cm;4 级,果面上的水浸状病斑已完全或几乎覆盖果表面。病情指数(DI) = $\Sigma(\text{各级病果数} \times \text{相对级值}) / (\text{调查总果数} \times \text{最高级值}) \times 100$ 。抗病性划分标准:抗病(R)病情指数 ≤ 15 ;中抗(MR) $15 < \text{病情指数} \leq 30$;中感(MS) $30 < \text{病情指数} \leq 50$;感病(S)病情指数 > 50 。

1.2.2 农艺性状调查标准

辣椒于 2014 年 3 月 3 日播种,5 月 20 日定植于黑龙江省农业科学院园艺分院大棚内,每份材料定植 15 株。以《辣椒种质资源描述规范和数据标准》为依据调查 28 个性状。米尺测量株幅、株高,人工统计首花节位和单株果数,株型、分枝性、熟性、主茎色、叶节色、茎绒毛、叶色、叶形、叶面特征、叶面茸毛、花梗着状、花药色、花冠色、花柱色、花柱长、单节腋花数、果形、果肩形、果顶形、果棱沟、果特征、果基存花萼、青熟果色、老熟果色等描述性状按《辣椒种质资源描述规范和数据标准》所述性状特征调查编码。

1.3 数据分析

应用 Excel 2007 与 SPSS 18.0 软件对疫病抗性分布作图,并进行抗性 with 农艺性状相关性分析。

2 结果与分析

2.1 辣椒材料疫病抗性分布范围和抗病分类

采用果接种鉴定法鉴定辣椒品种的疫病抗性(图 1),统计病情指数,将 162 份辣椒材料对疫病的抗性依据病情分级标准分为 4 个等级,由表 1 可知,162 份辣椒材料中,抗病(R)材料 11 份,病情指数的变化范围在 10.2~14.9,平均病情指数为 12.3;中抗(MR)材料 23 份,病情指数的变化范围在 16.6~29.8,平均值为 23.1;中感(MS)材料 18 份,病情指数的变化范围在 31.2~49.7,平均值为 41.1;感病(S)110 份,病情指数的变

化范围在 50.1~100.0,平均值为 67.5。抗病材料和中抗材料分别占全部鉴定材料的 6.8% 和 14.2%,中感和感病材料分别占全部鉴定材料的 11.1% 和 67.9%。

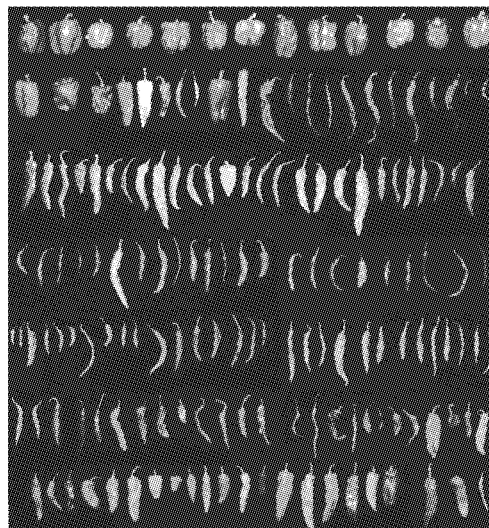


图 1 辣椒果实疫病抗性鉴定

Fig. 1 Resistance of pepper fruit to *Phytophthora capsici*

表 1 辣椒材料的抗疫病鉴定结果

Table 1 Resistance of peppers materials to *Phytophthora capsici*

编号 Number	果形 Fruit shape	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation	编号 Number	果形 Fruit shape	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation
1	方灯笼型	70.2	S	156	短羊角型	64.2	S
2	方灯笼型	51.3	S	157	短羊角型	54.5	S
3	方灯笼型	55.2	S	158	线型	53.2	S
4	方灯笼型	58.3	S	159	长指型	57.5	S
5	方灯笼型	65.1	S	82	长指型	78.9	S
6	方灯笼型	53.7	S	83	短羊角型	40.3	MS
7	方灯笼型	86.6	S	84	长牛角型	68.8	S
8	长灯笼型	59.3	S	85	长指型	13.7	R
9	方灯笼型	75.7	S	86	长指型	14.3	R
10	方灯笼型	50.1	S	87	长指型	12.7	R
11	方灯笼型	60.8	S	88	线型	38.7	MS
12	方灯笼型	72.3	S	89	短羊角型	10.5	R
13	方灯笼型	71.7	S	90	长指型	23.7	MR
14	长灯笼型	52.2	S	91	长指型	25.9	MR
15	长灯笼型	61.7	S	92	长羊角型	18.9	MR
16	长灯笼型	28.8	MR	93	线型	48.9	MS
17	短牛角型	16.6	MR	94	短羊角型	20.8	MR
18	长锥型	17.8	MR	95	短羊角型	17.9	MR
19	短牛角型	25.8	MR	96	短羊角型	89.7	S
20	长指型	29.8	MR	97	短羊角型	49.7	MS
21	长指型	26.6	MR	98	短羊角型	68.6	S
22	长灯笼型	21.1	MR	99	长羊角型	63.4	S
23	长牛角型	28.5	MR	100	线型	66.2	S
70	长牛角型	10.2	R	101	长指型	43.8	MS

表 1(续)
Table 1(Continued)

编号 Number	果形 Fruit shape	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation	编号 Number	果形 Fruit shape	病情指数 Disease index	抗性评价 Resistance evaluation
71	长指型	18.1	MR	102	长牛角型	78.9	S
72	线型	11.2	R	103	长牛角型	73.7	S
73	线型	35.9	MS	104	短羊角型	26.4	MR
74	线型	62.4	S	105	短牛角型	57.8	S
79	线型	53.3	S	106	长牛角型	63.4	S
76	线型	66.4	S	107	线型	14.9	R
77	线型	51.2	S	108	长指型	59.1	S
78	长指型	50.8	S	109	短羊角型	18.9	MR
75	线型	59.3	S	110	短羊角型	24.5	MR
80	长指型	60.7	S	111	线型	63.6	S
81	长指型	59.8	S	112	长羊角型	66.9	S
43	长牛角型	55.3	S	113	短羊角型	96.3	S
44	长羊角型	50.2	S	114	长羊角型	23.8	MR
45	线型	62.7	S	115	短羊角型	57.8	S
46	短牛角型	79.6	S	116	长指型	64.1	S
47	长牛角型	60.7	S	117	长羊角型	61.2	S
48	短牛角型	71.3	S	118	长羊角型	66.9	S
49	长指型	70.4	S	119	长羊角型	67.5	S
50	长牛角型	81.2	S	120	长指型	69.8	S
51	长牛角型	83.5	S	121	线型	60.3	S
52	长羊角型	79.2	S	122	长羊角型	56.9	S
53	长羊角型	80.4	S	123	长指型	54.2	S
54	长羊角型	82.5	S	124	长羊角型	74.3	S
55	短锥型	72.6	S	125	线型	46.2	MS
56	短羊角型	74.1	S	126	线型	29.3	MR
57	长指型	67.6	S	127	长羊角型	22.7	MR
58	长指型	76.1	S	128	线型	77.7	S
59	长牛角型	74.4	S	129	长指型	100.0	S
60	长牛角型	85.3	S	130	短牛角型	12.4	R
61	长牛角型	76.4	S	131	短牛角型	55.3	S
62	长牛角型	71.7	S	132	长羊角型	57.2	S
63	短羊角型	62.5	S	133	短牛角型	70.8	S
64	长指型	69.3	S	134	长灯笼型	45.0	MS
65	短羊角型	66.4	S	135	短牛角型	21.3	MR
66	短羊角型	83.2	S	136	长羊角型	99.6	S
67	长指型	71.8	S	24	长羊角型	90.6	S
68	短指型	65.4	S	25	短牛角型	58.9	S
69	长羊角型	61.3	S	26	短牛角型	63.8	S
137	短羊角型	88.7	S	27	短牛角型	35.1	MS
138	短羊角型	84.6	S	28	短牛角型	50.5	S
139	短羊角型	23.4	MR	29	长牛角型	54.3	S
140	短羊角型	33.8	MS	30	短牛角型	57.9	S
141	长羊角型	67.2	S	31	短指型	56.3	S
142	长羊角型	11.3	R	32	短指型	92.5	S
143	长指型	100.0	S	33	短牛角型	37.9	MS
144	短羊角型	56.7	S	34	长锥型	47.7	MS
145	短羊角型	36.4	MS	35	长牛角型	69.8	S
146	长指型	66.3	S	36	短牛角型	48.9	MS
147	长羊角型	70.5	S	37	长牛角型	52.7	S
148	短羊角型	41.5	MS	38	长牛角型	77.3	S
149	短羊角型	42.6	MS	39	长牛角型	61.5	S
150	短牛角型	53.4	S	40	长牛角型	73.8	S
151	短羊角型	19.7	MR	41	短牛角型	64.2	S
152	长指型	31.2	MS	42	长灯笼型	72.5	S
153	长指型	11.3	R	160	长牛角型	64.4	S
154	长指型	51.3	S	161	长锥型	36.8	MS
155	长羊角型	63.9	S	162	长指型	13.2	R

对接种疫病的 162 份辣椒亲本材料进行抗性分布检验发现(图 2),病情指数 30~100 范围内,材料份数随疫病的病情指数呈现正态分布。作为亲本材料,其中收集了疫病抗性较强的材料资源,体现在病情指数 10~30 范围内集中了一批亲本材料。

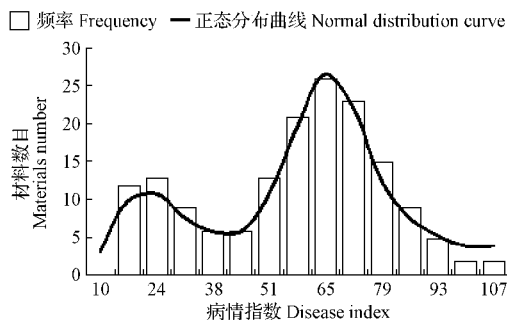


图 2 辣椒材料的抗疫病病情指数分布

Fig. 2 Disease index distribution of pepper materials

2.2 辣椒疫病抗性和形态性状的关系

对 162 份辣椒材料的 28 个性状进行调查,辣椒材料对疫病的抗性与形态性状的相关性分析见表 2。可知,辣椒的疫病抗性与果形(-0.231^{**})、果肩形(0.327^{**})、果基存花萼(-0.291^{**})和单株果数(-0.231^{**})呈极显著相关关系,与主茎色(-0.211^{*})、叶节色(0.169^{*})、株高(-0.169^{*})、株幅(-0.155^{*})和花柱长(-0.175^{*})呈显著相关关系,与株型、分枝性、茎绒毛、叶形、叶色、叶面绒毛、叶面特征、首花节位、花冠色、花药色、花柱色、花梗着状、单节腋花数、熟性、青熟果色、果棱沟、果特征、果顶形、老熟果色等无显著相关性。

果基部存花萼越下包、无果肩、越趋于细长的尖椒果型,单株果数较多,相应的疫病抗性越强。果基部存花萼越平展、果肩凹陷、越趋于灯笼的甜椒果型,单株果数较少,相应的疫病抗性越弱。果基存花萼、果肩形直接影响果形,灯笼型甜椒果实数目偏少,线椒和指型椒果实数目偏多,果形与果基部存花萼(0.501^{**})、果肩形(-0.618^{**})和单株果数(0.479^{**})均极显著相关。

叶节和主茎颜色越深偏紫,疫病抗性越强。株高越高,株幅越宽,疫病抗性越强。花柱长与果形(0.170^{*})、果基存花萼(0.226^{**})和单株果数(0.229^{**})显著或极显著相关,同时与疫病抗性显著相关(-0.175^{*}),花柱长于雄蕊,果基部存花萼越下包,趋于细长的尖椒果型,疫病抗性强。

表2 辣椒疫病抗性与形态性状相关性分析

Table 2 Correlation analysis between resistance to *Phytophthora capsici* and morphological traits in pepper

	疫病抗性 Resistance to <i>Phytophthora</i> <i>capsici</i>	叶节色 Leaf node color	主茎色 Main stem color	花柱长 Style length	果肩形 Fruit shoulder shape	果基存花萼 Calyx remaining on fruit base	果形 Fruit shape	单株果数 Fruit number per plant	株高 Plant height	株幅 Plant width
疫病抗性 Resistance to <i>Phytophthora capsici</i>	1.000									
叶节色 Leaf node color	0.169 *	1.000								
主茎色 Main stem color	-0.211 *	-0.142	1.000							
花柱长 Style length	-0.175 *	-0.143	-0.081	1.000						
果肩形 Fruit shoulder shape	0.327 **	0.216 *	-0.230 **	-0.167	1.000					
果基存花萼 Calyx remaining on fruit base	-0.291 **	-0.285 **	0.177 *	0.226 **	-0.727 **	1.000				
果形 Fruit shape	-0.231 **	-0.192 *	0.100	0.170 *	-0.618 **	0.501 **	1.000			
单株果数 Fruit number per plant	-0.231 **	-0.173 *	0.251 **	0.229 **	-0.524 **	0.493 **	0.479 **	1.000		
株高 Plant height	-0.169 *	-0.160 *	0.126	0.122	-0.221 **	0.305 **	0.063	0.173 **	1.000	
株幅 Plant width	-0.155 *	-0.087	0.156 *	0.128	-0.231 **	0.206 **	0.139 *	0.241 **	0.178 **	1.000

注: * 表示差异显著 ($P < 0.05$), ** 表示差异极显著性 ($P < 0.01$)。

Note: * indicates significant difference ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant difference ($P < 0.01$).

2.3 辣椒疫病抗性与果形的关系

对 162 份辣椒材料的果形进行分析,其中短牛角型 18 份、短羊角型 27 份、短指型 3 份、短锥型 1 份、方灯笼型 12 份、线型 18 份、长灯笼型 7 份、长牛角型 21 份、长羊角型 22 份、长指型 30 份、长锥型 3 份。基于疫病抗病指数将 162 份辣椒材料分为 4 类(图 3),第 1 类包含疫病抗病(R)材料 11 份,其中短牛角型 1 份、短羊角型 1 份、线型 2 份、长牛角型 1 份、长羊角型 1 份、长指型 5 份,分别占第 1 类鉴定材料的 9.1%、9.1%、18.2%、9.1%、9.1%、45.4%。第 2 类中抗(MR)材料 23 份,分别为短牛角型 3 份、短羊角型 7 份、线型 1 份、长灯笼型 2 份、长牛角型 1 份、长羊角型 3 份、长指型 5 份、长锥型 1 份,分别占第 2 类鉴定材料的 13.0%、30.4%、4.4%、8.7%、4.4%、13.0%、21.7%、4.4%。第 3 类含有中感(MS)材料 18 份,其中短牛角型 3 份、短羊角型 6 份、线型 4 份、长灯笼型 1 份、长指型 2 份、长锥型 2 份,分别占第 3 类鉴定材料的 16.7%、33.3%、22.2%、5.6%、11.1%、11.1%。第 4 类包含疫病感病材料(S)110 份,其中短牛角型 11 份、短羊角型 13 份、短指型 3 份、短锥型 1 份、方灯笼型 11 份、线型 11 份、长灯笼型 5 份、长牛角型 19 份、长羊角型 18 份、长指型 18 份,分别占第

4 类鉴定材料的 10.0%、11.8%、2.7%、0.9%、10.0%、10.0%、4.5%、17.3%、16.4%、16.4%。从以上分析可以看出,抗病材料主要是以长指型为主,这一类型占抗病材料的 45.4%,中抗材料主要是以长指型和短羊角型为主,这些类型占中抗材料的 52.1%,而感病的材料主要以方灯笼型、长牛角型和长羊角型为主,占感病材料的 43.7%,中感材料主要以短羊角型和线型为主,这些类型占中感材料的 55.5%。

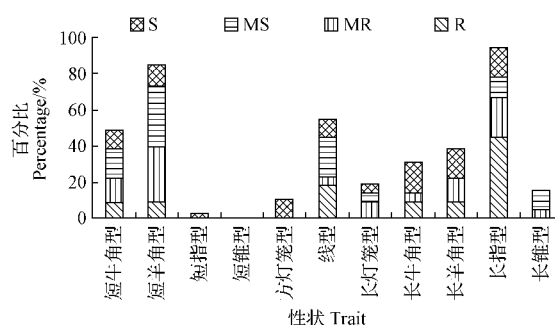


图3 辣椒疫病与果形的关系

Fig. 3 Relationship between *Phytophthora capsici* and fruit shape in pepper

3 结论与讨论

该试验通过接种鉴定供试材料,鉴定出 11 份

抗病辣椒材料,23份中抗材料,这些材料可为抗病育种提供一定的亲本材料和基因资源。前人的疫病抗性鉴定结果表明,我国的辣椒种质资源中存在抗病病的材料^[3-4]。目前所见报道中辣椒的疫病抗性均是由多基因控制的,具有部分中抗的材料比较多,很少有免疫和高抗资源。该试验对接种疫霉菌的162份辣椒种质进行抗性分布检验,结果表明疫病的抗性指数在试验群体中呈现正态分布,因为是收集的亲本材料,疫病抗性和中抗材料聚集,没有发现免疫材料。疫病抗性因是多基因控制,部分材料抗性水平不高,转育困难,但抗性持久,多基因聚合技术的应用,有望获得较高抗性的品种。

识别果实表型性状和抗病性之间的显著相关性可加快商业品种的选育进程。该试验中,果形与果形极显著相关的果基存花萼、果肩形和单株果数都与疫病抗性有着极显著的相关性。抗性材料中长指椒和短羊角椒的材料占有较高比率。方荣等^[10]在32份抗性材料中,有24份材料平均单果质量小于20.0 g,且果形以锥形和羊角形为主,何烈干等^[11]在70份辣椒种质中,朝天椒类种质抗病性均较强,而甜椒或灯笼椒类种质抗病均较弱。因此,总体来看,小果型品种比大果型品种抗病性强,这与该试验的结论是一致的。该研究通过对162份收集保存的辣椒亲本材料进行疫病抗性鉴定,为选取抗性较强的材料作为抗病育种的杂交亲本,进行抗病育种研究奠定了基础。

疫病蔓延时,发病部位主要集中在茎秆或枝杈处^[12]。在该试验中,主茎和叶节颜色越深偏紫,疫病抗性越强,推测叶绿素或花青素与疫病抗

性有关。目前叶绿素与多种病害的关系多有研究^[13],而花青素与疫病抗性的关系尚鲜见报道,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 谢丙炎,吴新平.辣椒疫霉产毒缺陷与抗性突变体筛选及其遗传特性[J].植物保护学报,2000,27(3):67-69.
- [2] OELKE L M, BOSLAND P S R. Differentiation of race specific resistance to phytophthora root rot and foliar blight in *Capsicum annuum* [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 2003, 128: 213-218.
- [3] 何烈干,周银生,陈学军,等.辣椒种质资源抗病性及发病速度分析[J].江西农业大学学报,2017,39(4):691-698.
- [4] 王述彬,袁希汉,邹学校,等.中国辣椒优异种质资源评价[J].江苏农业学报,2001,17(4):244-247.
- [5] 韩微莉.国外引进的辣椒种质资源遗传多样性分析及优异资源鉴定[D].保定:河北农业大学,2014.
- [6] 吴丽萍,戚文荣,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,2016,55(19):5066-5068.
- [7] 王飞,姚明华,焦春海.泰国辣椒种质资源鉴定与评价[J].湖北农业科学,2010,49(9):2146-2148.
- [8] CANDOLE B L, CONNER P J, JI P. Screening *Capsicum annuum* accessions for resistance to six isolates of *Phytophthora capsici* [J]. Hort Science, 2010, 45(2): 254-259.
- [9] 李智军,龙卫平,郑锦荣,等.亚蔬辣椒资源材料的疫病抗性鉴定及主要农艺性状观察[J].广东农业科学,2006(12):30-33.
- [10] 方荣,周坤华,陈学军,等.辣椒种质疫病抗性鉴定及 SRAP 分析[J].江西农业大学学报,2016,38(6):1049-1055.
- [11] 何烈干,马辉刚,陈学军,等.辣椒种质疫病抗性鉴定及防治药剂的筛选[J].江西农业大学学报,2014,36(5):1054-1060.
- [12] 吕和平,郭满库,陈雨天,等.辣椒疫病流行类型及流行因素分析[J].西北农业学报,1999,8(3):40-42.
- [13] 欧志远.叶绿素含量与植物抗病性的关系[J].安徽农学通报,2007,13(6):134-135.

Resistance to *Phytophthora capsici* and Correlation Analysis of Morphological Traits in Pepper

HE Wei, ZHANG Hui, BEN Haiyan, DONG Yanlong, WANG Ying

(Institute of Horticulture, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150069)

Abstract: 162 pepper collections were selected as the experimental materials, and identification with artificial inoculation was conducted for their resistance to *Phytophthora capsici*, in order to provide reference for the resistance breeding of pepper. The results showed that 11 collections were resistant to *Phytophthora capsici* (R), 23 collections were moderately resistant (MS), 18 collections were moderately susceptible (MS), and 110 collections were susceptible (S). At the same time, the correlation

doi:10.11937/bfyy.20174792

簇生朝天椒保持系评价

付翔, 王辉, 王莉月, 姜童, 杨延杰, 林多

(青岛农业大学园艺学院, 青岛市园艺植物遗传改良与育种重点实验室, 山东 青岛 266109)

摘要:以青岛农业大学自有的 10 份簇生朝天椒 100% 雄性不育保持系为试材, 利用农艺性状结合 InDel 分子标记方法进行保持系材料评价, 进而对不育系的利用进行探讨。结果表明: 簇生朝天椒保持系 16010-2 的综合性状最好, 16002 次之, 在杂种一代选育中其同型不育系是优良的簇生朝天椒母本材料。保持系 16006 和 16010-6 果实色价显著高于其它材料, 可作为选育高色价杂交种的优良母本材料。农艺性状和分子标记聚类分析结果表明, 保持系 16012-1 和 16012-2、16010-2、16010-4 的果实农艺性状相似且亲缘关系近, 在新品种中可合并为一个母本材料使用, 以减少育种工作量。

关键词:簇生朝天椒; 雄性不育系; 保持系; InDel 标记; 评价方法

中图分类号:S 641.303.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2018)13-0006-05

朝天椒(*Capsicum frutescens* var. *frutescens* L.) 是辣椒的变种, 与羊角椒、线椒构成我国三大干椒品种系列, 别称小辣椒、望天椒, 且栽培面积逐年上升, 现朝天椒在全国干椒栽培面积中已跃居首位^[1]。朝天椒是对椒果朝天(朝上或斜朝上)生长这一类群辣椒的统称, 是按果实着生状态分类的, 包括植物分类学上辣椒栽培种 5 个变种中

的 4 个变种: 簇生椒、圆锥椒(小果型)、辣椒(短指形)、樱桃椒。簇生朝天椒簇生且朝天, 辣度高, 易于干制, 又可鲜食、泡制。因朝天椒的栽培适应性广、果实营养丰富、耐储运、加工利用范围广而受到世界各地的高度重视, 是一种具有良好发展前景的经济作物。

簇生椒在生产上具有明显的杂种优势, 其优良的杂种一代可以提高产量^[2]。但杂交制种过程中由于需要去雄, 会产生费时费力且不能保证杂交种纯度等问题。采用雄性不育三系配套制种可以解决这些问题。在育种工作中还会面临母本材料退化或更新提升等问题, 因此对母本材料进行评价有利于为选育杂交种提供优良母本储备。前人对母本材料的评价中主要通过一般配合力和特殊配合力来进行^[3-5], 但不能进行母本材料群体内

第一作者简介:付翔(1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜遗传育种与分子生物学。E-mail: fuxiang125@163.com.

责任作者:林多(1973-), 女, 博士, 教授, 研究方向为蔬菜遗传育种与分子生物学。E-mail: linduo73@163.com.

基金项目:山东省农业良种工程资助项目(2016LZGC011); 青岛农业大学高层次人才科研基金资助项目(6631115041)。

收稿日期:2018-03-01

between the disease resistance and 28 morphological traits of these 162 pepper materials was analyzed. The results indicated that there was a very significant correlation between the *Phytophthora capsici* resistance and the fruit shape, fruit shoulder shape, fruit-based storage calyx and fruit number per plant, and a significant correlation between the *Phytophthora capsici* resistance and the stem color, leaf color, plant height, plant width and style length. Among the accessions with stronger resistant to *Phytophthora capsici*, the long finger and long horn pepper took a large proportion.

Keywords: pepper (*Capsicum annuum* L.); *Phytophthora capsici*; correlation analysis