

doi:10.11937/bfyy.20171316

## 抗南方根结线虫辣椒品种的筛选

李翔, 杨敏, 李慧, 许红叶, 李敏

(青岛农业大学园艺学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:**以 15 个辣椒品种为试材, 均进行接种南方根结线虫处理, 通过相对生长量和病情指标的分析, 并结合隶属函数进行根结线虫抗性分析。结果表明: 抗性最强的是“青农”簇生椒, 隶属函数总值为 6.1, 抗性最弱的农家小尖椒, 隶属函数总值为 2.3。试验筛选出了对南方根结线虫抗性较强的 3 个品种, 分别为“青农”簇生椒、“盛松”和“青农”羊角椒。

**关键词:**辣椒; 南方根结线虫; 隶属函数; 抗性评价

**中图分类号:**S 641.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2017)21-0071-04

近年来, 设施内南方根结线虫(*Meloidogyne incognita*)病害日趋严重, 尚未得到根本控制, 导致发病田的作物减产 15%~20%, 给农业生产造成了严重的经济损失<sup>[1]</sup>。目前, 我国大部分地区均有辣椒根结线虫病的发生, 主要分布在黑龙江、辽宁、山东、湖南、湖北、广东、福建等地<sup>[2]</sup>。防治南方根结线虫的方法包括化学防治<sup>[3]</sup>、生物防治<sup>[4]</sup>和选用抗病品种, 相比较而言选用抗病品种是最经济有效的防控途径。LIU 等<sup>[5]</sup>测定了 67 份辣椒种质接种南方根结线虫 50 d 后的相关抗病指标, 但没有对生产用品种进行评价。安连菊等<sup>[6]</sup>研究辣椒对南方根结线虫的抗性鉴定时, 未测定病情指标和排除不同辣椒品种间的生长差异; 刘大伟等<sup>[2]</sup>只对根结线虫病情指数进行了测定和分类, 并没有测定其它病情指标, 也没有排除

不同辣椒品种间的生长差异。基于以上问题, 该研究选用市场上常见的 15 个辣椒品种进行南方根结线虫接种处理, 通过测定生长指标和病情指标并运用隶属函数分析, 以期筛选出对南方根结线虫抗性较强的品种, 为辣椒抗病育种和设施辣椒栽培提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

供试辣椒(*Capsicum annuum* L.) 15 个品种的名称及来源见表 1。

#### 1.2 试验方法

试验于 2016 年 4—7 月在青岛农业大学日光温室内进行。4 月 15 日对辣椒种子进行催芽 5 d 后播种于草炭: 蛭石=2:1 的高温灭菌基质中; 待幼苗长至两叶一心时, 将长势一致的辣椒幼苗移植至 9 cm×14 cm、含草炭: 蛭石=2:1 高温灭菌基质的花盆中, 每品种 9 盆, 每盆内 2 株; 5 月 11 日, 采用虫卵悬浮液方法接种南方根结线虫, 每株接种 3 000 个卵, 每品种随机选取 3 盆接种, 随机选取 3 盆注入等量清水以不接种为对照, 剩余 3 盆测定株高、茎粗、地上部鲜质量及根鲜质量等生长指标, 记作  $t$ ; 7 月 1 日测定辣椒的生长指标及病情指标。

**第一作者简介:**李翔(1990-), 男, 山东潍坊人, 硕士研究生, 研究方向为蔬菜栽培生理。E-mail: 2839860338@qq.com.

**责任作者:**李敏(1964-), 女, 山东龙口人, 博士, 教授, 现主要从事蔬菜栽培生理等研究工作。E-mail: minli@qau.edu.cn.

**基金项目:**山东省科技发展计划资助项目(2016GNC111011); 山东省现代农业产业技术体系资助项目(SDAIT-05-09); 青岛市现代农业产业技术体系资助项目(2316109); 青岛农业大学大学生科技创新资助项目(2016)。

**收稿日期:**2017-07-10

表 1

供试辣椒品种及其来源

Table 1

Resources of pepper cultivars in the experiment

编号 No.	品种 Cultivars	来源 Origin	编号 No.	品种 Cultivars	来源 Origin
1	“圣保罗”	天成农业发展有限公司	9	美国牛角椒	哈尔滨金龙农业有限公司
2	“丰硕 995”	天成农业发展有限公司	10	农家小尖椒	哈尔滨金龙农业有限公司
3	“威狮一号”	天成农业发展有限公司	11	“嘎嘎辣”小尖椒	哈尔滨金龙农业有限公司
4	“黄线 308”	天成农业发展有限公司	12	“盛松”	山东省寿光市城区蔬菜种子分公司
5	“华甜二号”	天成农业发展有限公司	13	“东洋强势”	寿光市丰源惠农种业有限公司
6	“华甜八号”	天成农业发展有限公司	14	“青农”羊角椒	青岛农业大学
7	“华甜 1221”	天成农业发展有限公司	15	“青农”簇生椒	青岛农业大学
8	“新选”羊角椒	哈尔滨金龙农业有限公司			

### 1.3 项目测定

#### 1.3.1 生长指标的测定

采用常规方法测定接种植株的株高、茎粗、地上部鲜质量和根鲜质量,记作  $T_1$ ,不接种对照记作  $T_0$ ,并计算相对生长量,相对生长量(%) =  $(T_1 - t) / (T_0 - t) \times 100$ 。

#### 1.3.2 病情指标的测定

参照 BRIDGE 等<sup>[7]</sup>方法评价其抗病性。0级:植株根系上无根瘤;1级:1%~20%的根系上有根瘤;2级:21%~50%的根系上有根瘤;3级:51%~80%的根系上有根瘤;4级:81%~90%的根系上有根瘤;5级:91%~100%的根系上有根瘤。病情指数(DI) =  $\sum(\text{各病级植株数} \times \text{该级数}) / (\text{调查总株数} \times \text{最重病级数值}) \times 100$ 。采用 BOITEUX 等<sup>[8]</sup>方法计算测定根结指数、卵粒指数及繁殖系数。根结指数(GI) = 单株根结数/单株根鲜质量,卵粒指数(EI) = 单株卵粒数/单株根鲜质量,繁殖系数(RF) = 单株卵粒数/单株卵接种量。

#### 1.3.3 隶属函数值的计算

隶属函数值的计算参照许立志等<sup>[9]</sup>的方法,计算公式(1):  $X_\mu = (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ ; (2):  $X_\mu = 1 - (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$ 。其中  $X$  为品种某一指标的测定值,  $X_{\max}$  为所有供试品种该指标的最大值,  $X_{\min}$  为所有供试品种该指标的最小值。若所测指标与植物的抗病性呈正相关,则采用(1)式计算,反之则用(2)式。隶属函数值越大,表示抗南方根结线虫的能力越强。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 2010 软件进行数据统计,利用 DPS 7.05 软件进行方差显著性分析(LSD法)。

## 2 结果与分析

### 2.1 南方根结线虫侵染对辣椒植株生长的影响

由表 2 可知,接种南方根结线虫后,各辣椒品种的株高、茎粗、地上部鲜质量和根鲜质量均受到不同程度的影响。株高相对生长量方面,美国牛角椒最高,为 83.04%，“嘎嘎辣”小尖椒、“华甜八号”和“威狮一号”次之,且彼此间无显著性差异;茎粗相对生长量方面,“青农”簇生椒和“新选”羊角椒较高,分别为 80.78%和 79.02%,二者显著高于其它处理;“青农”羊角椒地上部鲜质量相对生长量高,为 94.36%，“华甜 1221”和“丰硕 995”次之;根鲜质量相对生长量方面,“丰硕 995”“东洋强势”“青农”羊角椒和农家小尖椒较高,4 个品种间差异不显著。从变异系数大小可以看出,根结线虫侵染对株高的影响较大,变异系数为 12.59%;对地上部鲜质量的影响较小,为 9.83%。

### 2.2 南方根结线虫侵染对辣椒植株抗病性的影响

由表 3 可知,接种南方根结线虫后,15 种辣椒受根结线虫的影响程度不同。“盛松”病情指数最低,“新选”羊角椒和“青农”簇生椒次之,二者间差异不显著,“嘎嘎辣”小尖椒最高;根结指数方面,“青农”簇生椒最低,“东洋强势”次之,二者间差异不显著,农家小尖椒最高;“威狮一号”卵粒指数和繁殖系数最小,“盛松”次之。比较变异系数,根结指数的变异系数最大,为 18.19%,病情指数次之,为 15.76%,卵粒指数和繁殖系数最小,为 15.16%,表明根结指数更能反映辣椒的抗病能力。

表 2

南方根结线虫侵染对辣椒生长指标相对生长量的影响

Table 2

Effect of *Meloidogyne incognita* on relative growth rate of growth index of pepper

%

品种 Cultivars	株高 Plant height	茎粗 Stem diameter	地上部鲜质量 Shoot fresh weight	根鲜质量 Root fresh weight
“丰硕 995”	56.92±9.82cdef	45.32±1.37fg	86.16±8.03b	85.07±2.13a
“圣保罗”	43.12±17.81g	30.02±4.26h	62.20±4.79fg	55.50±9.86cd
“华甜 1221”	62.35±6.52bcde	45.13±5.40fg	88.03±7.47ab	76.78±3.71ab
“华甜二号”	67.45±4.99bc	63.08±3.61bcd	67.51±4.34de	31.11±8.12ef
“华甜八号”	71.73±4.22ab	54.03±3.94def	69.25±3.08ef	63.00±2.11cd
“威狮一号”	74.26±4.77ab	21.23±5.34h	42.71±2.47gh	23.16±2.81f
“黄线 308”	46.26±17.39fg	51.87±2.31efg	62.15±2.98ef	51.82±10.84d
“嘎嘎辣”小尖椒	74.97±6.57ab	46.43±9.52fg	41.49±5.16h	36.35±8.47e
美国牛角椒	83.04±3.54a	65.73±5.37b	81.53±3.36bc	52.04±5.65d
农家小尖椒	49.31±6.25efg	54.43±7.40cdef	51.17±8.27gh	79.18±4.63a
“新选”羊角椒	69.40±6.68abc	79.02±2.89a	76.68±1.24d	56.57±1.92cd
“青农”簇生椒	63.43±4.68bcd	80.78±6.83a	77.99±9.71c	66.35±6.80bc
“青农”羊角椒	66.10±4.88bcde	42.42±8.10g	94.36±4.55a	80.81±6.78a
“盛松”	50.71±2.97defg	58.92±3.43bcde	49.59±5.67gh	77.41±5.96ab
“东洋强势”	48.75±3.22efg	63.73±8.87bc	25.03±9.36i	82.26±12.14a
变异系数 Coefficient of variation	12.59	11.00	9.83	11.47

注:同列数据后不同字母表示在 5%水平上差异显著。下同。  
Note: Different letters in the same column show significant difference at 0.05 level. The same below.

表 3

南方根结线虫侵染对辣椒病情指标的影响

Table 3

Effect of infecting by *Meloidogyne incognita* on pepper disease index

品种 Cultivars	病情指数 DI	根结指数 GI	卵粒指数 EI	繁殖系数 RF
“丰硕 995”	36.7±11.5cde	15.4±0.5hi	248.0±6.0f	2.9±0.1c
“圣保罗”	33.3±5.8de	21.2±2.4fghi	140.8±17.4g	1.3±0.2ef
“华甜 1221”	46.7±5.8abc	31.7±6.5def	667.1±64.9c	3.9±0.4a
“华甜二号”	53.3±5.8a	44.0±22.9c	531.7±55.0d	1.6±0.2de
“华甜八号”	46.7±5.8abc	33.0±5.4d	324.3±42.2e	1.4±0.2e
“威狮一号”	36.7±5.8cde	24.5±3.9defgh	17.0±0.9i	0.3±0.0g
“黄线 308”	36.7±5.8cde	22.1±0.8efghi	685.1±57.1c	2.3±0.2cd
“嘎嘎辣”小尖椒	53.3±5.8a	28.6±7.7defg	215.4±42.0f	3.1±0.6bc
美国牛角椒	46.7±5.8abc	49.8±11.9bc	916.7±50.9a	1.7±0.1de
农家小尖椒	50.0±0.0ab	64.2±7.3a	802.2±12.9b	3.6±0.1ab
“新选”羊角椒	30.0±10.0de	55.6±10.5ab	831.6±102.9b	0.8±0.1ef
“青农”簇生椒	30.0±0.0de	11.7±0.5i	103.0±110.2gh	2.5±2.7cd
“青农”羊角椒	40.0±10.0bcd	32.5±5.9de	132.9±5.8g	1.2±0.1ef
“盛松”	26.7±5.8e	18.2±7.2ghi	52.0±6.7hi	0.4±0.1f
“东洋强势”	33.3±5.8de	13.3±0.9i	139.2±3.3g	1.2±0.0ef
变异系数 Coefficient of variation/%	15.76	18.19	15.16	15.16

2.3 辣椒对南方根结线虫抗性的综合评价

由表 4 可知,“青农”簇生椒的隶属函数值最大,为 6.1,表明其抗根结线虫的能力最强;农家小尖椒的隶属函数值最小,仅为 2.3,说明其抗根结线虫能力最差。其它辣椒品种的抗线虫能力由

强至弱依次为“盛松”“青农”羊角椒、“丰硕 995”“东洋强势”“新选”羊角椒、“华甜八号”“圣保罗”“威狮一号”美国牛角椒、“华甜 1221”“黄线 308”“华甜二号”“嘎嘎辣”小尖椒。

表 4

南方根结线虫侵染后辣椒相关指标的隶属函数值

Table 4

Subordinate function values of indexes of pepper after infecting by *M. incognita*

品种 Cultivar	病情指数 DI	根结指数 GI	卵粒指数 EI	繁殖系数 RF	株高 PH	茎粗 SD	地上部鲜质量 SFM	地下部鲜质量 RFM	总计 Sum
“丰硕 995”	0.6	0.9	0.7	0.3	0.3	0.4	0.9	1.0	5.2
“圣保罗”	0.8	0.8	0.9	0.7	0.0	0.1	0.5	0.5	4.4
“华甜 1221”	0.3	0.6	0.3	0.0	0.5	0.4	0.9	0.9	3.8
“华甜二号”	0.0	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.6	0.1	3.5
“华甜八号”	0.3	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	4.7
“威狮一号”	0.6	0.8	1.0	1.0	0.8	0.0	0.3	0.0	4.4
“黄线 308”	0.6	0.8	0.3	0.4	0.1	0.5	0.5	0.5	3.7
“嘎嘎辣”小尖椒	0.0	0.7	0.8	0.2	0.8	0.4	0.2	0.2	3.3
美国牛角椒	0.3	0.3	0.0	0.6	1.0	0.7	0.8	0.5	4.2
农家小尖椒	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.6	0.4	0.9	2.3
“新选”羊角椒	0.9	0.2	0.1	0.8	0.7	1.0	0.7	0.5	4.9
“青农”簇生椒	0.9	1.0	0.9	0.4	0.5	1.0	0.8	0.7	6.1
“青农”羊角椒	0.5	0.6	0.9	0.7	0.6	0.4	1.0	0.9	5.6
“盛松”	1.0	0.9	1.0	1.0	0.2	0.6	0.4	0.9	5.9
“东洋强势”	0.8	1.0	0.9	0.7	0.1	0.7	0.0	1.0	5.1

### 3 结论

该试验筛选出了对南方根结线虫抗性较强的 3 个品种,分别为“盛松”“青农”簇生椒和“青农”羊角椒,为今后设施栽培抗线虫辣椒品种的应用提供依据,亦为辣椒的抗病育种提供了抗性资源。

### 参考文献

- [1] 吕星光,李敏,杜玉芬,等. 瓜嫁接砧木对南方根结线虫的抗性鉴定[J]. 北方园艺,2016(7):104-107.
- [2] 刘大伟,孙萌萌,刘秀杰,等. 不同辣椒品种对南方根结线虫的抗性评价[J]. 中国蔬菜,2015(5):42-44.
- [3] 钟梯. 0.5%阿维菌素颗粒剂对胡椒南方根结线虫的田间防治效果[J]. 安徽农业科学,2015,21(21):127-128.

[4] 顾晓慧,王立浩,毛胜利,等. 辣椒根结线虫防治与抗性育种研究进展[J]. 中国蔬菜,2006(5):33-36.

[5] LIU Z J, DU G F, ZHU J, et al. Resistance evaluation of *Capsicum* spp. germplasm to *Meloidogyne incognita*[J]. Agricultural Science & Technology, 2016, 17(7):1723-1728.

[6] 安连菊,贾尝,阮维斌,等. 五个辣椒品种对南方根结线虫的抗性评价[J]. 北方园艺,2010(5):158-160.

[7] BRIDGE J, PAGE S L J. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart[J]. Tropical Pest Management, 1980, 26(3):296-298.

[8] BOITEUX L S, CHARCHAR J M. Genetic resistance to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in eggplant (*Solanum melongena*)[J]. Plant Breeding, 1996, 115(3):198-200.

[9] 许立志,庞胜群,刁明,等. 隶属函数法评价不同加工番茄品种耐盐性[J]. 新疆农业科学,2017(5):1-9.

## Screening of Hot Pepper Cultivars for Resistance to *Meloidogyne incognita*

LI Xiang, YANG Min, LI Hui, XU Hongye, LI Min

(College of Horticulture, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

**Abstract:** Fifteen hot pepper cultivars were used as materials, the relative growth rate and disease index were planted in pots and inoculated with *Meloidogyne incognita* were measured and analyzed by using subordinate function. The results showed that ‘Cushengjiao’ (QAU) which the subordinate function value was 6.1, had the strongest resistance capacity, while ‘Xiaojianjiao’ (Nongjia) which the subordinate function value was 2.3 had the lowest resistance capacity. The test was screened for resistance to *Meloidogyne incognita* that three cultivars were stronger, ‘Shengsong’ ‘Cushengjiao’ (QAU) and ‘Yangjiaojiao’ (QAU), respectively.

**Keywords:** hot pepper; *Meloidogyne incognita*; subordinate function; resistance evaluation