

# 大豆品种(系)抗大豆胞囊线虫 14 号生理小种的抗性鉴定研究

李泽宇<sup>1</sup>, 李肖白<sup>1</sup>, 陈井生<sup>1,2</sup>, 项鹏<sup>2</sup>, 于吉东<sup>1</sup>, 马兰<sup>1</sup>, 段玉玺<sup>2</sup>, 陈立杰<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316; 2. 沈阳农业大学 植物保护学院 北方线虫研究所, 辽宁 沈阳 110866)

**摘要:** 2011 和 2012 年分别采用田间自然病圃和病土盆栽方法对 167 份大豆品种(系)进行了大豆胞囊线虫 14 号生理小种(SCN14)的抗性鉴定。田间鉴定结果表明:高抗病材料 3 份,占参试材料的 1.8%;中抗病材料 20 份,占参试材料的 11.98%。对这 23 份材料进行盆栽鉴定,结果表明:23 份种质均抗 SCN14 号小种。参试 167 份材料中绝大部分对 SCN14 号小种表现为感病或高感,表现抗病的品种基本是小黑豆或小黑豆改良的后代材料。

**关键词:** 大豆;大豆胞囊线虫;种质资源;抗性鉴定

**中图分类号:** S435.651

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.11861/j.issn.1000-9841.2014.03.0408

## Identification of Soybean Varieties for Resistance to Soybean Cyst Nematode Races 14

LI Ze-yu<sup>1</sup>, LI Xiao-bai<sup>1</sup>, CHEN Jing-sheng<sup>1,2</sup>, XIANG Peng<sup>2</sup>, YU Ji-dong<sup>1</sup>, MA Lan<sup>1</sup>, DUAN Yu-xi<sup>2</sup>, CHEN Li-jie<sup>2</sup>

(1. Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Daqing 163316, China; 2. Plant Protection College of Shenyang Agricultural University/Nematology Institute of Northern China, Shenyang 110866, China)

**Abstract:** Soybean cyst nematode is one of the most devastating pests of soybean, it could cause extensive economic losses in China and worldwide. Resistant soybean varieties are the most effective method available for management of SCN. The objectives of the study were to screen sources of resistance to SCN and determine the characteristics of the resistance. 167 accessions of soybean varieties (lines) were evaluated for the resistance to the race 14 of soybean cyst nematode. The results showed that, 3 soybean varieties were high resistant, accounting for 1.8% of the total evaluated cultivars, 20 varieties were moderate resistant, accounting for 11.98% of the total. The 23 germplasms were all resistant to race 14 of SCN by pot experiment. Most of the 167 tested germplasms were susceptible or highly susceptible to race 14 of SCN, and the resistant germplasms were Xiaoheidou and its progeny. The resistant varieties and germplasm resources identified in this study could provide material platform for breeding of soybean cyst nematode. It is significant on developing resistant resources for main production area of northeast soybean and production of soybean the whole country.

**Key words:** *Glycine max*; Soybean Cyst Nematode (*Heterodera glycines*); Germplasm resources; Resistance evaluation

大豆胞囊线虫(soybean cyst nematode, SCN)病每年造成大豆经济损失约 150 亿美元<sup>[1-2]</sup>。目前,大豆胞囊线虫病已广泛分布于世界主要大豆生产区。我国以东北和黄淮海等大豆主产区发生普遍,其中黑龙江省发病尤为严重。

防治大豆胞囊线虫病一般采用轮作、生物菌剂和抗病品种相结合的综合防治方法,而应用抗病品种或耐病品种是防治大豆胞囊线虫病最经济有效的措施。迄今,国外大部分大豆种植区都依赖于抗胞囊线虫的大豆品种防治该病。而这些抗病品种大部分抗源来自 PI88788 和 Peking 等小黑豆。自 20 世纪 90 年代中期以来,中国已筛选出大量的抗大豆胞囊线虫病大豆种质资源。1986~2010 年,超过万份大豆材料进行了抗性鉴定<sup>[3-6]</sup>,但是很少以 SCN14 号小种作为筛选来源。目前的研究表明在黑龙江省大豆胞囊线虫以毒力较弱的 3 号小种为主,但是随着抗病品种的连年种植,由于抗性选择

压力的存在,具有 Peking 抗病基因的 3 号小种会向强毒力的 14 号小种发生定向变异。因此挖掘新的抗性资源选育多抗性的品种成为抗病品种的研究重点。现利用 167 份大豆品种(系)在田间和温室进行抗性鉴定,明确其对 SCN14 号小种的抗性,以为大豆胞囊线虫病的防治和抗病品种的选育提供材料平台。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试 167 份大豆种质资源来自我国东北地区的辽宁、吉林和黑龙江以及黄淮海地区的安徽、山东等大豆产区,其中河南省 4 份,安徽省 5 份,吉林省 5 份,山西省 3 份,北京市 5 份,辽宁省 6 份,内蒙古 5 份,山东省 6 份,黑龙江省 128 份。

收稿日期:2013-08-05

基金项目:大庆市科技局科技攻关项目(SGG2008-038);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-PS13)。

第一作者简介:李泽宇(1965-),男,研究员,主要从事大豆抗性育种和生物表面活性剂研究。E-mail:dqnykylz@126.com。

## 1.2 抗性鉴定

1.2.1 大田试验 田间试验于 2011 年在黑龙江省农业科学院大庆分院试验地进行,地块自然感染 SCN14 号小种,线虫分布均匀,其他因素水平均相同。田间鉴定采用顺序排列,每一品种(系)播种 2 行,行长 1 m,行距 70 cm,设合丰 50 为感病对照。大豆播种 25 d 后注意监测感病品种根部 SCN 的发育情况,当 SCN 白色雌虫完全突出表皮时,每个品种调查 5 株,记录根上的胞囊数量<sup>[7]</sup>。

1.2.2 盆栽鉴定 2012 年对 2011 年田间初筛表现抗病的材料和鉴别寄主一起在温室内进行盆栽鉴定,病土取自 SCN14 号小种发病严重的病圃,将病土充分混合均匀,100 g 风干土中胞囊量 40 个以上。对入选材料每盆 5 株,5 次重复,出苗 35 d 倒盆计数根上白色雌虫数。

## 1.3 计算及分级方法

田间鉴定计算胞囊指数(egg index, EI),公式如下:

$$\text{胞囊指数(EI)} = \frac{\text{鉴别品种根上胞囊数}}{\text{Lee68 根上的胞囊数}} \times 100$$

盆栽鉴定计算雌虫指数(female index, FI),公式如下:

$$\text{雌虫指数(FI)} = \frac{\text{鉴别品种根上雌虫数}}{\text{Lee68 根上的雌虫数}} \times 100$$

室内盆栽鉴定按 Schmitt 和 Shannon 1992 年提出鉴定大豆抗病性标准进行分级:FI 或 EI = 0 为免疫(IM),FI 或 EI < 10% 为高抗(HR),10% ≤ FI 或 EI < 30% 为中抗(MR),30% ≤ FI 或 EI < 60% 为中感(MS),FI 或 EI ≥ 60% 为高感(HS)。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆种质资源对 SCN14 号小种的抗性鉴定田间评价结果

由表 1 可知,167 份材料中未发现表现免疫的;23 份大豆品种(系)表现为抗病,占鉴定材料总数的 13.77%。其中,3 份表现为高抗,20 份表现为中抗;有 144 份对 SCN14 号小种表现为感病,占鉴定材料总数的 86.23%,其中 59 份表现为高感,85 份表现为中感。

表 1 参试大豆种质资源对 SCN14 号小种抗性评价

Table 1 Evaluation of 167 soybean germplasm resources to SCN races 14

抗性水平 Resistant level	高抗 HR	中抗 MR	中感 MS	高感 HS
品种数目 No.	3	20	85	59
所占比例 Proportion/%	1.80	11.98	50.90	35.32

### 2.2 大豆种质资源对 SCN14 号小种盆栽鉴定

经鉴定,23 份(含有 PI88788)材料均为高抗,可在抗线育种中直接应用(表 2)。Hartwig 为美国的抗线虫大豆品种,可以抗 SCN 多个生理小种;灰皮支黑豆、应县黑豆、小粒黑豆、哈尔滨小黑豆、延庆大黑豆、五寨黑豆等种质均为中国小黑豆类型。中品 03-5366、中品 03-5284、中品 03-5297、中品 03-5296、中品 03-5267 是 Hartwig 和晋 1265 杂交的后代,含有 Hartwig 和灰皮支黑豆的抗病基因。供试所有庆农种质是‘Franklin’的后代,均含有 Peking 的抗病基因,是小黑豆改良的后代中间材料。庆农 07-1115、庆农 08-2535 是抗 14 号同时兼抗 1 号和 3 号小种的优良种质。

表 2 大豆种质资源盆栽抗性鉴定

Table 2 Identification of soybean germplasm resources of SCN race 14 in greenhouse

供试品种 Variety	平均雌虫数 Average No.	雌虫指数 FI	抗性评价 Resistance evaluation
Hartwig	1.17	0.93	R
灰皮支黑豆 Huipizhiheidou	5.00	3.99	R
应县黑豆 Yingxianheidou	3.75	2.99	R
小粒黑豆 Xiaoliheidou	6.80	5.43	R
哈尔滨小黑豆 Harbinheidou	2.60	2.07	R
延庆大黑豆 Yanqingheidou	1.35	1.07	R
五寨黑豆 Wuzhaiheidou	9.17	7.32	R
中品 03-5366 Zhongpin 03-5366	0.10	0.08	R
中品 03-5284 Zhongpin 03-5284	0.67	0.53	R
中品 03-5297 Zhongpin 03-5297	1.67	1.33	R
中品 03-5296 Zhongpin 03-5296	0.42	0.34	R
中品 03-5267 Zhongpin 03-5267	0.20	0.16	R
庆农 32438 Qingnong 32438	5.60	4.47	R
庆农 51045 Qingnong 51045	3.00	2.39	R
庆农 09-1594 Qingnong 09-1594	9.33	7.44	R
庆农 09-1707 Qingnong 09-1707	4.33	3.45	R
庆农 07-1115 Qingnong 07-1115	2.75	2.19	R
庆农 08-2369 Qingnong 08-2369	1.55	1.24	R
庆农 08-24x-2 Qingnong 08-24x-2	3.57	2.85	R
庆农 08-2438 Qingnong 08-2438	4.14	3.30	R
庆农 08-2535 Qingnong 08-2535	3.00	2.39	R
庆农 09-1578 Qingnong 09-1578	3.86	3.08	R
PI88788	5.50	4.39	R
PI90763	27.50	21.94	S
Peking	29.00	23.14	S
Pickett71	37.80	30.16	S
Lee68	125.33	-	-

## 3 讨论

为了有效深入地研究和利用大豆抗 SCN 种质,本试验对 167 份大豆品种(系)进行田间和盆栽抗性鉴定试验,其中 23 份材料对 SCN14 号小种表现高抗,占鉴定材料总数的 13.77%。田间试验中土

壤胞囊量存在差异更适于大量种质的初筛,因此选取供试大豆品种在田间抗性鉴定为中抗或高抗的23份种质材料中进行温室盆栽鉴定。这些种质大多数是小黑豆品种和含有小黑豆血缘的后代,为大豆胞囊线虫抗病品种选育提供了重要的抗源材料。此外,本试验 PI437654 鉴定为 SCN14 高感品种,但是对 SCN3 是高抗的,对 SCN14 号小种具有较强的识别能力,可作为定向繁殖 SCN14 号小种的材料。

目前应用的 SCN 抗源材料主要是中国小黑豆材料‘Peking’以及由小黑豆杂交获得的近等基因系,如在生产上应用的抗线4号、辽豆13、丰豆3号和抗线11等品种都是‘Franklin’的后代,其抗病基因来源于‘Peking’。尽管国内外筛选获得很多的抗源,但是抗线虫品种的遗传基础非常狭窄<sup>[10]</sup>。长期种植同一品种或含有相同抗病基因的品种会导致抗线虫品种丧失抗性,这是当今抗线品种面临的主要问题。因为抗病品种对大豆胞囊线虫形成了一种选择压力,使群体中致病型的基因发生改变,导致生理小种的分类地位发生变化。因此充分发掘抗源和利用新的抗性材料,能够拓宽抗性遗传基础和改善品种布局,从而加快大豆抗 SCN 育种进程。

大豆胞囊线虫的抗性是受多个位点控制的数量性状,大豆抗 SCN 的抗性一般由 1~4 对基因控制,利用图位克隆技术已经获得到 SCN 的 2 个主效基因 *Rhg4* 和 *rhg1*。大豆抗胞囊线虫分子机制逐渐明确<sup>[13-17]</sup>,在分子水平上进行深入的研究抗性机制、丰富抗性资源、培育优质的抗线虫品种,是今后控制大豆胞囊线虫病害亟待解决的严峻问题。

## 参考文献

- [1] Wrather J A, Koenning S R. Estimates of disease effects on soybean yields in United States 2003 to 2005 [J]. *Journal of Nematology*, 2006, 38(2):173-180.
- [2] Klink V P, Hosseini P, Matsye P, et al. A gene expression analysis of syncytia laser microdissected from the roots of the *Glycine max* (soybean) genotype PI 548402 (Peking) undergoing a resistant reaction after infection by *Heterodera glycines* (soybean cyst nematode) [J]. *Plant Molecular Biology*, 2009, 71:525-567.
- [3] 吴海燕. 大豆与大豆胞囊线虫相互关系研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2003. (Wu H Y. The interaction of resistant soybeans and *Heterodera glycines* [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2003.)
- [4] 刘维志. 植物病原线虫学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 285-288. (Liu W Z. *Plant pathogen nematology* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000: 285-288.)
- [5] 大豆种质抗胞囊线虫鉴定研究协作组. 大豆种质资源对大豆胞囊线虫 1, 3 和 4 号生理小种的抗性鉴定 [J]. *大豆科学*, 1993, 12(2):91-99. (Coordinative Group of Evaluation of SCN. Evaluation of soybean germplasm for resistance to race 1, 3 and 4 of the soybean cyst nematode [J]. *Soybean Science*, 1993, 12(2):91-99.)
- [6] 李莹, 王志, 焦广音, 等. 中国大豆遗传资源对大豆胞囊线虫 4 号生理小种的抗性研究 [J]. *中国农业科学*, 1991, 24(5):64-69. (Li Y, Wang Z, Jiao G Y, et al. Studies on resistance of soybean germplasm resources to race 4 of soybean cyst nematode [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1991, 24(5):64-69.)
- [7] 刘维志. 植物线虫学研究技术 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1995. (Liu W Z. *Research techniques of plant nematology* [M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press, 1995.)
- [8] Riggs R D. Race of soybean cyst nematode in People's Republic of China [J]. *Journal of Nematology*, 1985, 17(4):511.
- [9] 段玉玺, 周博, 陈立杰, 等. 抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种 (SCN3) 核心种质代表性分析 [J]. *大豆科学*, 2008, 27(3):366-372. (Duan Y X, Zhou B, Chen L J, et al. A discussion for speeding up breeding soybean cultivars resistant to the soybean cyst nematode [J]. *Soybean Science*, 2008, 27(3):366-372.)
- [10] Shannon J G, Arelli P R, Young L D. Breeding soybeans for resistance and tolerance to soybean cyst nematode [M] // Schmitt D P, Wrather J A. *Biology and management of soybean cyst nematode*. Schmitt & Associates, Marceline, MO-USA, 2004:157-183.
- [11] Arelli P R, Slepner D A, Yue P, et al. Soybean reaction to races 1 and 2 of *Heterodera glycines* [J]. *Crop Science*, 2000, 40:824-826.
- [12] 刘维志. 关于加速抗胞囊线虫病大豆品种选育问题的商榷 [J]. *大豆科学*, 1986, 5(1):77-82. (Liu W Z. A discussion for speeding up breeding soybean cultivars resistant to the soybean cyst nematode [J]. *Soybean Science*, 1986, 5(1):77-82.)
- [13] 王芳, 段玉玺, 陈立杰, 等. 胞囊线虫侵染后小粒黑豆抑制消减杂交 cDNA 文库的构建及 EST 分析 [J]. *中国农业科学*, 2012, 45(6):1106-1115. (Wang F, Duan Y X, Chen L J, et al. Construction of SSH-cDNA libraries and EST analysis in roots of xiaoli black bean in response to *Heterodera glycines* parasitization [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(6):1106-1115.)
- [14] Concibido V C, Diers B W, Arelli P R. A decade of QTL mapping for cyst nematode resistance in soybean [J]. *Crop Science*, 2004, 44:1121-1131.
- [15] Wang J, Lee C, Replogle A, et al. Dual roles for the variable domain in protein trafficking and host-specific recognition of *Heterodera glycines* CLE effector proteins [J]. *New Phytologist*, 2010, 187:1003-1017.
- [16] Liu S, Kandoth P K, Warren S D, et al. A soybean cyst nematode resistance gene points to a new mechanism of plant resistance to pathogens [J]. *Nature*, 2012, 492:256-260.
- [17] Cook D E, Lee T G, Guo X, et al. Copy number variation of multiple genes at *rhg1* mediates nematode resistance in soybean [J]. *Science*, 2012, 338:1206-1209.