

大豆种质资源对大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性评价

李明姝<sup>1</sup>, 于 维<sup>2</sup>, 曲红彤<sup>3</sup>, 张春慧<sup>3</sup>, 赵 丽<sup>3</sup>, 魏代霞<sup>4</sup>, 颜秀娟<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院 大豆研究所, 吉林 长春 130033; 2. 吉林省种子管理总站, 吉林 长春 130062; 3. 吉林市种子管理站, 吉林 吉林 132011; 4. 吉林省敦化市官地镇农业站, 吉林 敦化 133722)

**摘 要:**2006 – 2014 年,应用病土盆栽方法,对来自于 12 个省(市)的 779 份大豆种质资源进行了大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗病性鉴定。鉴定材料来源于吉林省 539 份、黑龙江省 58 份、辽宁省 51 份、山西省 16 份、内蒙古 17 份、河北省 10 份、北京市 42 份、安徽省 5 份、广西壮族自治区 14 份、河南省 17 份、山东省 6 份、江苏省 4 份。中选出 19 份抗病种质,占鉴定总数的 2.44%, 分别是 FY001-3、W93155、JH229、HJ01-1900、W94128-8、YX04-6561、W7491、W201102-25、Q30、Q31、HK6、HK7、BN9、CM2008-12、JY407、Q32、Q28、Q33、BN10,按抗病种质在各省份鉴定材料中所占的比例来看,山东省大豆种质抗病比例最高,占 83.33%,其次是黑龙江省占 15%。这些品种(系)的农艺性状优良,可直接作为抗性亲本应用于育种。

**关键词:**大豆;大豆胞囊线虫;抗性评价

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2017.05.0778

Evaluation of Resistance of Soybean Germplasm to Race 3 of Soybean Cyst Nematode

LI Ming-shu<sup>1</sup>, YU Wei<sup>2</sup>, QU Hong-tong<sup>3</sup>, ZHANG Chun-hui<sup>3</sup>, ZHAO Li<sup>3</sup>, WEI Dai-xia<sup>4</sup>, YAN Xiu-juan<sup>1</sup>

(1. Soybean Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 136100, China; 2. Seed Management Station of Jilin Province, Changchun 130062, China; 3. Seed Management Station of Jilin City, Jilin 132011, China; 4. Dunhua City Guandi Agriculture Station, Dunhua 133722, China)

**Abstract:** The resistance of 779 soybean germplasms from 12 provinces (municipalities) to soybean cyst nematode race 3 were evaluated by pot culture with infected soil during 2006-2014. The materials are from 535 in Jilin province, 58 in Heilongjiang province, 51 in Liaoning province, 16 in Shanxi province, 17 in Inner Mongolia, 10 in Hebei, 42 in Beijing, 5 in Anhui, 14 in Guangxi, 17 in Henan, 6 in Shandong province, 4 in Jiangsu province. 19 resistant germplasms were selected, accounting for 2.44% of the total. They were Fengyuan 001-3, W93155, Jihuag 229, Hejiao 01-1900, W94128-8, YX04-6561, W7491, W201102-25, Qihuang 30, Qihuang 31, Kangxian 6, Kanxian 7, Bainong 9, CM2008-12, Jiyu 407, Qihuang 32, Qihuang 28, Qihuang 33, BN10. According to the proportion of resistant germplasm in the total from each province, the highest is Shandong province, accounting for 83.33%. Followed by Heilongjiang province accounting for 15%. These varieties (lines) could be used as resistance parents in breeding.

**Keywords:** Germplasm; Soybean cyst nematode; Resistance evaluation

大豆胞囊线虫(SCN)病是世界性大豆重要病害之一<sup>[1]</sup>,目前,美国、加拿大、巴西、俄罗斯、朝鲜、韩国、日本等多个国家和地区都有大豆胞囊线虫的发生。截止到 2015 年,我国共有 23 个省(市/自治区)发现大豆胞囊线虫的存在,分别是黑龙江省、吉林省、辽宁省、北京市、河北省、河南省、山东省、山西省、陕西省、贵州省、江西省、广西省、甘肃省、四川省、云南省、宁夏回族自治区、内蒙古自治区、江苏省、安徽省、浙江省、湖北省、新疆维吾尔自治区及上海市<sup>[2]</sup>。2015 年李沐慧等<sup>[3]</sup>对东北三省进行了病害调查,结果发现大豆胞囊线虫病,三省发病率达 82.67%。大豆受害后,轻者减产 10% ~ 20%,重者颗粒无收。通常采用轮作和使用杀线剂

防治该病,但这些方法几乎都存在弊端,并不能根本本地控制 SCN 病害,目前最经济有效且对环境无影响的方法就是利用寄主植物的抗性。因此筛选抗病种质,选育抗病品种对大豆产区安全生产具有重要意义。

本研究于 2006 – 2014 年对来自全国 12 个省(市)的 779 份大豆新品种(系)进行了抗 SCN 3 号生理小种的鉴定,为各地区合理选择种植抗病品种提供依据,为选育抗病品种提供亲本材料。

**1 材料与方法**

**1.1 参试鉴定材料**

参试大豆品种(系)779 份,来源于吉林省 539

收稿日期:2017-03-21  
基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2017ZY005)。  
第一作者简介:李明姝(1978 – ),女,本科,助理研究员,主要从事大豆育种研究。E-mail: 357608414@qq.com。  
通讯作者:颜秀娟(1980 – ),女,博士,副研究员,主要从事大豆抗胞囊线虫育种研究。E-mail:yanxiujuan2000@126.com。

份、黑龙江省 58 份、辽宁省 51 份、山西省 16 份、内蒙 17 份、河北省 10 份、北京 42 份、安徽 5 份、广西 14 份、河南省 17 份、山东 6 份、江苏省 4 份。

1.2 大豆胞囊线虫群体

大豆胞囊线虫群体采自洮南大豆胞囊线虫感病区。

1.3 鉴别寄主

Pickett, Peking, PI88788, PI90763 为鉴别寄主。Lee 68 作为感病对照。

1.4 大豆胞囊线虫的扩繁

每年用感病寄主吉育 86、九交 0464-6-2、吉育 72 扩繁大豆胞囊线虫。

1.5 鉴定方法

2006 – 2014 年, 采用病土盆栽方法进行试验。每 100 g 风干土平均含胞囊 42 ~ 58 个, 病土经反复拌匀, 装入 20 cm 直径的花盆内, 适宜湿度下播种, 每个供试材料和鉴别寄主各播 3 盆, 每盆留苗 5 株, 播后 30 d 左右第一代胞囊显囊期, 扣盆洗根, 调查植株根系着生胞囊数。统计分析雌虫指数 (FI)、抗

性级别。抗性级别按 Schmitt 和 Shannon 1992 年<sup>[4]</sup>提出的鉴定大豆抗病性标准进行分级 (表 1)。

雌虫指数(female index, FI) =  $\frac{\text{单株平均着生胞囊数目}}{\text{Lee 68 单株平均着生胞囊数目}} \times 100$

表 1 抗性分级标准表

Table 1 Resistance grading standard				
雌虫指数 (FI)	0 ~ 10	10. 1 ~ 30	30. 1 ~ 60	> 60
Female index				
抗性级别	R	MR	MS	S
Resistance level				

2 结果与分析

2.1 病原生理小种的鉴定

分离采集到的病土, 每 100 g 风干土胞囊含量超过 30 个。SCN 生理小种的鉴定采用 Golden 等<sup>[5]</sup>确定的 4 个鉴别寄主, Riggs 等<sup>[6]</sup>的鉴定模式。经鉴定, 本试验采用的线虫群体优势小种为 3 号生理小种 (表 2)。

表 2 生理小种鉴定结果表  
Table 2 Identification of race

Pecking		PI90763		Picket		PI88788		Lee		小种
比率	级别	比率	级别	比率	级别	比率	级别	比率	级别	
Ratio	Level	Ratio	Level	Ratio	Level	Ratio	Level	Ratio	Level	Race
3. 86	R	5. 22	R	6. 09	R	3. 66	R	100	S	3

2.2 抗性评价

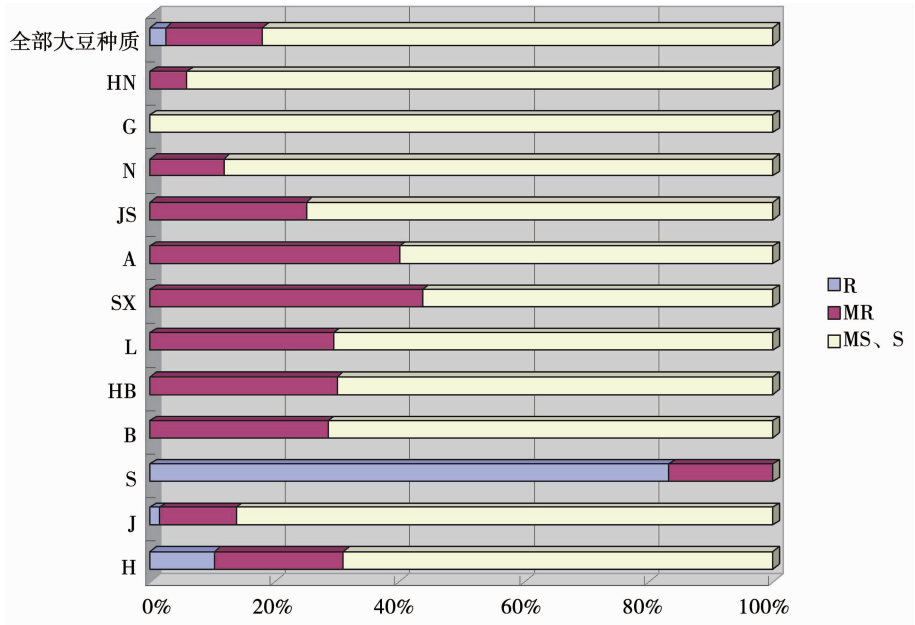
来源于各省 (市) 的 779 份鉴定材料中, 对 SCN3 表现抗病的有 19 份 (表 3), 占鉴定总数的 2. 44%; 121 份中抗品种 (系), 占鉴定总数的 15. 53%; 329 份中感品种 (系), 占鉴定总数的 42. 23%; 表现为感病的有 310 份, 占鉴定总数的

39. 79%。19 份抗病材料主要来源于黑龙江省 (6 份)、吉林省 (8 份) 和山东省 (5 份)。按抗病种质在各省份鉴定材料中所占的比例来看, 山东省大豆种质抗病比例最高, 占 83. 33%。其次是黑龙江省占 15% (图 1)。

表 3 19 份抗病材料的鉴定结果  
Table 3 The results of 19 resistant germplasms

品种 (系)	来源	雌虫指数	抗性级别	品种 (系)	来源	雌虫指数	抗性级别
Variety ( line)	Origin	FI	Resistance level	Variety ( line)	Origin	FI	Resistance level
FY001-3	H	9. 90	R	W93155	J	1. 48	R
JH229	J	6. 98	R	HJ01-1900	H	6. 34	R
W94128-8	J	8. 46	R	YX04-6561	H	9. 95	R
W7491	J	8. 45	R	W201102-25	J	8. 64	R
Q30	S	3. 17	R	Q31	S	9. 52	R
HK6	H	0. 40	R	HK7	H	6. 00	R
BN9	J	7. 00	R	CM2008-12	H	7. 60	R
JY407	J	8. 50	R	Q32	S	3. 90	R
Q28	S	7. 40	R	Q33	S	5. 60	R
BN10	J	3. 86	R				

H: 黑龙江省; J: 吉林省; S: 山东省。  
H: Heilongjiang; J: Jilin; S: Shandong.



HN:河南省;G:广西壮族自治区;N:内蒙古自治区;JS:江苏省;A:安徽省;SX:山西省;L:辽宁省;HB:河北省;B:北京市;S:山东省;J 吉林省;H:黑龙江省。

HN: Henan province; G: Guangxi Autonomous Region; N: Inner Mongolia Autonomous Region; JS: Jiangsu province; A: Anhui province; SX: Shanxi province; L: Liaoning province; HB: Hebei province; B: Beijing city; S: Shandong province; J: Jilin province; H: Heilongjiang province.

图 1 来自于各省(市)大豆种质资源的抗感比例

Fig. 1 Resistant proportion of varieties from each province( city)

2.3 抗病品种农艺性状分析

表 4 列出了 19 份抗病材料的农艺性状调查结果。这些抗病材料种皮均为黄色,可作为抗性亲本直接用于育种。19 份抗病材料的种脐大部分为褐色,其中, HJ01-1900、W93155、CM2008-12 种脐黄

色,而且 CM2008-12 的产量性状也很好,是较好的抗性亲本材料。W201102-25 和 JY407 的产量超过 3 000 kg·hm<sup>-2</sup>,可直接用于大豆胞囊线虫高发区防治大豆胞囊线虫病。

表 4 抗病材料的农艺性状

Table 4 Analysis of agronomic characters of resistant materials

品种(系)	株高	生育日数	百粒重	脐色	种皮颜色	产量
Variety (line)	Plant height /cm	Growth period/d	100-seed weight/kg	Hilum color	Testa color	Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )
HK6	89.0	120	20.1	褐色	黄色	2227.5
BN10	121.6	123	20.2	褐色	黄色	2258.6
BN9	99.0	119	19.2	褐色	黄色	2366.9
JH229	77.9	119	19.3	褐色	黄色	2368.1
HK7	93.0	119	19.9	褐色	黄色	2378.3
HJ01-1900	65.2	112	18.7	黄色	黄色	2379.0
YX04-6561	77.8	118	17.0	褐色	黄色	2462.2
W7491	80.7	121	18.5	褐色	黄色	2487.2
Q28	70.2	105	18.3	褐色	黄色	2595.0
Q32	81.7	107	17.6	褐色	黄色	2625.0

续表 4

品种(系)	株高	生育日数	百粒重	脐色	种皮颜色	产量
Variety (line)	Plant height /cm	Growth period/d	100-seed weight/kg	Hilum color	Testa color	Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )
Q30	73.5	106	16.6	褐色	黄色	2625.3
Q31	74.1	108	17.7	浅褐色	黄色	2679.0
W93155	96.4	122	17.4	黄色	黄色	2681.1
CM2008-12	86.5	130	19.3	黄色	黄色	2745.5
Q33	66.8	109	20.1	深褐色	黄色	2766.8
W94128-8	88.6	126	18.7	褐色	黄色	2822.7
FY001-3	82.5	121	22.9	褐色	黄色	2988.6
W201102-25	96.5	128	20.2	褐色	黄色	3008.2
JY407	85.9	126	16.6	褐色	黄色	3066.4

3 结论与讨论

最先开展大豆抗 SCN 筛选工作的是美国和日本。1957 年,Ross 和 Brim<sup>[7]</sup>对2 800 份材料进行了抗 SCN 鉴定,筛选出 7 份高抗材料:I1soy、PI89920、Peking、PI90763、PI79693、PI209332、PI84751,而 Peking是世界上应用最普遍的抗源。Anand 等<sup>[8]</sup>筛选出多抗材料 PI437654,该品种抗目前所发现的所有生理小种和变异型。20 世纪 50 年代初,日本开始抗源筛选工作,选出下田不知等抗源<sup>[9]</sup>,育成了雷电、雷火、丰铃、东山 93、轻米、奥白目等抗病品种。70 年代后期我国才开始重视大豆胞囊线虫的抗源筛选工作,1993 年大豆种质抗胞囊线虫鉴定研究协作组对 1986 – 1990 年期间全国的10 000 余份大豆种质的鉴定结果做了总结<sup>[9]</sup>。此后,陆续有专家学者对大豆种质资源进行了抗 SCN 不同生理小种鉴定<sup>[10-14]</sup>。尽管国内外已筛选到很多的抗源,但抗线虫品种的遗传基础依然非常狭窄<sup>[15]</sup>,而且这些抗性种质大多为黑色或褐色种皮的野生大豆或农家品种,栽培性状比较原始,不能直接用于大豆生产<sup>[16]</sup>。2016 年随着调减“镰刀弯”地区的玉米种植面积,恢复大豆生产政策的提出,全国大豆面积必将逐年增加,尤其东北地区。由于目前缺乏农艺性状良好的抗性品种这一现实状况,大豆胞囊线虫病这种土传病害很容易大爆发。因此,筛选并选育抗病品种对于我国大豆安全生产具有重要意义。

本文对 2006 – 2016 年以来育成的部分品种(系)进行了抗 SCN3 号生理小种的评价,共筛选出 19 份抗线品种(系),仅占鉴定总数的 2.44%,分别来自于黑龙江省、山东省和吉林省。从抗病种质在

各省份占的比例来看,山东省对大豆抗胞囊线虫育种较为重视,山东省大豆抗病种质比例最高,黑龙江省次之。本文筛选的抗病品种(系)均为黄色种皮,农艺性状良好,可作为抗性亲本直接用于育种。其中,W201102-25 和 JY407 的产量超过 3 000 kg·hm<sup>-2</sup>,可直接用于大豆胞囊线虫高发区防治大豆胞囊线虫病,为大豆胞囊线虫 3 号生理小种高发区提供了抗性品种。

参考文献

[1] 戴芳澜,相望年,郑儒泳. 中国经济植物病原目录[M]. 北京: 科学出版社, 1958. (Dai F L, Xiang W N, Zheng R Y. Catalogue of China economic plant pathogen[M]. Beijing: Science Press, 1958. )

[2] 王东. 大豆胞囊线虫种群多样性及遗传分化研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2015. (Wang D. Population diversity and genetic differentiation of *Heterodera glycines* [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2015. )

[3] 李沐慧,王媛媛,陈井生,等. 2015 年东北地区大豆田病害种类与危害程度调查研究[J]. 大豆科学,2016,35(4):643-648. (Li M H,Wang Y Y, Chen J S, et al. Incidence and disease index of soybean diseases in the northeast of China in 2015 [J]. Soybean Science, 2016,35(4):643-648. )

[4] Scnmitt D P, Shannon J C. Differentiating responses to *Heterodera glycines* races[J]. Crop Science, 1992,32:275-277.

[5] Golden A M, Epps J M, Riggs R D, et al. Terminology and identity of infraspecific forms of the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) [J]. Plant Disease Reporter, 1970, 54(7) : 544-546.

[6] Riggs R D, Schmitt D P. Complete characterization of the race-scheme for *Heterodera glycines*[J]. Journal of Nematology, 1988, 20(3) : 392-395.

积极的促进作用<sup>[2]</sup>。

4 结论与讨论

本文选取与国内大豆价格密切相关的国内大豆自给量、大豆进口量、世界大豆产量、国内需求量、居民消费价格指数、消费者信心指数、货币供应量、进口大豆到港分销价格 8 个因素,运用符号回归进行拟合,通过统计各个因素在拟合结果中表现,分析各个因素对于国内大豆价格变动影响程度,对各因素进行等级排序及分析,针对重要因素进行重点讨论,旨在对国内大豆价格调控与市场监管提出建设性意见。

首先,无论从宏观经济角度还是观察所有因素的拟合结果,货币供应量都是影响国内大豆价格的重要因素。其从宏观经济角度对大豆价格波动进行分析,是稳定大豆市场需要重点关注的一个因素。

政府通过控制货币投放度对大豆价格进行调控,价格过低时加快货币投放速度能够有效提升价格,同时在价格过高时需及时放缓货币投放速度,防止货币发行过多造成市场混乱。抓住宏观经济中最重要因素,从宏观角度能够有效地稳定国内大豆市场环境。

其次,进口大豆到港分销价格对国内大豆价格分析的指导作用是本文另一发现。受海外大豆市场影响,进口大豆到港分销价格直接影响国内大豆价格,故对其变动趋势研究对于国内大豆价格调控、预测具有很大价值,尤其在目前我国大豆依赖国外市场的现状下,进口大豆到港价格很大程度上决定国内大豆价格。

再次,世界大豆产量也是影响我国国产大豆价格的较为突出的因素,我国成为大豆进口增长最快的国家之后,对进口大豆依赖加剧,导致世界大豆产量对国内大豆价格影响加大。所以稳定国内大豆市场必须降低国外大豆的进口量,减轻海外大豆市场对国内的冲击。

政府应当重点关注国内大豆生产情况,减少大豆进口量在大豆供给量中的占比。制定政策引导、鼓励大豆种植,尤其是国内几个重要的大豆生产区域包括东北三省、黄淮流域、长江流域等。保证国内大豆产量稳定在合理水平,国内大豆产量的提高对解决大豆市场众多问题有重大意义。

最后,从符号回归拟合结果中所有因素的表现角度看,国内大豆需求是大豆市场调控应关注的对象。豆油用途广泛,涉及较多行业,故大豆需求量得到保证对自身及其他行业稳定均具有重要意义。政府需时刻关注国内大豆需求量波动,根据历史数

据寻找需求量波动规律,保证供给量能够满足需求。促进大豆以及与其相关市场健康发展。

其它影响因素如国内大豆自给量、大豆进口量、居民消费价格指数、消费者信心指数影响较弱,却不能忽视。国内大豆自给量是国内大豆市场的一个重要来源,大豆进口量在如今依赖进口的大豆市场中显得尤为重要,居民消费价格指数与消费者信心指数是调控大豆价格可供参考的重要宏观经济指标。

参考文献

[1] 周静,谷强平,杜吉到. 中国大豆进口依赖性及其对大豆进口安全的影响[J]. 大豆科学,2015,34(3):503-506,511. (Zhou J, Gu Q P, Du J D. Soybean import dependence and its effect on soybean import security in China[J]. Soybean Science,2015,34(3):503-506,511. )

[2] 刘欢,张冬青. 基于分位数回归的国产大豆价格影响因素分析[J]. 大豆科学,2014,33(5):759-763. (Liu H, Zhang D Q. Analysis on influencing factors of domestic soybean price based on quantile regression [J]. Soybean Science, 2014, 33(5): 759-763. )

[3] 孙丽娟. 黑龙江省大豆价格波动影响因素及对策研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2013. (Sun L J. Research on influencing factors and countermeasures of the price fluctuation of soybean in Heilongjiang province [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2013. )

[4] 马来坤. ISM 在大豆价格影响因素分析中的应用[J]. 中国制造业信息化,2010(23):55-58. (Ma L K. Application of ISM-based influencing factors analysis for soybean price[J]. Manufacture Information Engineering of China, 2010(23):55-58. )

[5] 刘洋. 国际大豆价格波动及其影响因素分析[J]. 上海农业学报,2012,28(4):148-151. (Liu Y. Analysis on international soybean price fluctuation and its influencing factors[J]. Acta Agriculturae Shanghai, 2012,28(4):148-151. )

[6] 杜丽永. 影响国际市场大豆价格波动的因素分析[J]. 价格月刊,2013(7):9-12. (Du L Y. The influencing factors of soybean price volatility in international mark [J]. Prices Monthly, 2013(7):9-12. )

[7] 朱海燕,司伟. 我国大豆现货价格波动的特征及影响因素分析[J]. 价格理论与实践,2013(10):58-59. (Zhu H Y, Si W. Influencing factors and volatility characteristics analysis of soybean spot price in China[J]. Price Theory and Practice,2013(10):58-59. )

[8] 石波,张冬青,马开平,等. 改进 RBF 神经网络在我国大豆价格预测中的应用研究[J]. 大豆科学,2016,35(2):310-314. (Shi B, Zhang D Q, Ma K P, et al. Soybean price prediction in china based on improved RBF neural network[J]. Soybean Science, 2016,35(2):310-314. )

[9] 张婷. 基于 ARIMA 模型的国际粮食短期价格分析预测—以大豆为例[J]. 价格月刊,2016(7):28-32. (Zhang T. Analysis and forecast of temporary price of international grain based on ARI-MA model- Taken soybean as example[J]. Prices Monthly, 2013