

抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种 (SCN3) 核心种质代表性分析

段玉玺, 周 博, 陈立杰, 吴海燕

(沈阳农业大学, 中国北方线虫研究所, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:大豆胞囊线虫 (soybean cyst nematode, SCN) 病是大豆生产中最严重的病害, 这种病害最好的防治措施就是培育抗性品种。然而, 中国大多数大豆育成品种都不抗 SCN3。为了有效的研究和利用中国的大豆抗胞囊线虫种质资源, 将 64 份中国小黑豆品种 (包括鉴别寄主) 对现有的 1、2、3、4、5、7、14 号 7 个大豆胞囊线虫 (*Heterodera glycines*) 生理小种进行了抗性鉴定, 应用 SPSS 统计系统软件将供试品种的抗病基因进行分类; 同时调查了在田间根部感染 SCN3 的胞囊数量。结果表明: 在相似距离为 0.52 时, 将供试 64 个品种按含有抗感大豆胞囊线虫生理小种的抗性基因差异, 可以划分为 7 大类。在田间连续 5 年 (2003 ~ 2007) 跟踪调查不同大豆根部侵染的胞囊量情况, 平均胞囊量为 0 的有应县小黑豆等共 18 个品种; 平均胞囊量为 0.07 的有哈尔滨小黑豆等共 8 个品种; 平均胞囊量为 0.13 的有平顶山和茶豆; 其它各品种的平均胞囊量均在 0.13 ~ 6.00 之间。综合上述试验结果以及各品种的农艺性状, 选用等比例取样法构建了由 16 份种质资源组成的抗 SCN3 初选核心种质。抗 SCN3 初选核心种质的建立, 为深入了解中国大豆抗性种质的遗传多样性, 研究 SCN3 复杂抗性遗传变异规律和发掘新基因提供了合理的样本, 同时将有助于加速抗病育种的进程, 满足生产上的需要。

关键词:初选核心种质; 大豆胞囊线虫 3 号生理小种 (SCN3); 大豆; 胞囊量; 抗性

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2008)03-0366-07

Representative Analysis of the Establishment of a Core Collection Focused on Race 3 of Soybean Cyst Nematode

DUAN Yu-xi¹, ZHOU Bo, CHEN Li-jie, WU Hai-yan

(Shenyang Agriculture University, Nematode Institute of Northern China, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: Soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*; SCN) is one of the most important pests affecting soybean production, and the main preventing and controlling methods depend on the application of resistant variety. However, most soybean cultivars in China have no resistance to SCN. Physiological races 1, 2, 3, 4, 5, 7 and 14 have been identified by the Nematode Institute of Northern China, using 64 different small black soybeans (including identification host). We classified the resistance genes by SPSS. The result showed that the 64 resistant cultivars could be divided into 7 clusters based on the difference of resistant genes to SCN3 when analogous distance equaled to 0.52. In this test, we investigated the cyst number to race 3 of SCN in the field (2003-2007). Eighteen resistant cultivars including Yingxianxiaohedou with the average cyst number (ACN) of 0, eight resistant cultivars including Harbinxiaohedou with the ACN of 0.07 were identified. The ACN of Pingdingshan and Chadou was 0.13, and from 0.13 to 6 for other resistant cultivars. The primary core collection of 16 soybean germplasms resistant to SCN3 was constructed based on the screening results and agronomic traits. This primary core collection will provide a rational framework for undertaking diversity surveys, using genetic variation for the investigation of complex traits and for the discovery of novel traits.

Key words: Primary core collection; SCN3; Soybean; Cyst number; Resistance

1899 年俄国人雅切夫斯基在我国东北发现大豆胞囊线虫病^[1], 之后该病迅速传遍世界各地, 如: 朝鲜、美国、埃及、前苏联、哥伦比亚和印度尼西亚等

国家^[2]。大豆胞囊线虫 (soybean cyst nematode, SCN) 病是大豆生产中流行性、毁灭性强的病害^[3], 在美国中北部地区每年因大豆胞囊线虫危害造成的

收稿日期: 2008-01-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30671399); 科技部成果转化基金资助项目 (05EFN212100059)。

作者简介: 段玉玺 (1964-), 男, 博士, 教授, 现主要从事线虫学研究。Tel: 024-88494528; E-mail: duanyx6407@163.com。

经济损失达 2 亿美元^[4]。该病害一般使大豆减产 10%~30% ,严重地块可达 70%~90%。有的地块虽造成明显减产,但植株的地上部分并无明显的症状^[5]。大豆胞囊线虫 3 号生理小种(SCN3)在我国尤其是东北大豆产区分布较为广泛,危害较为严重,这种病害最好的防治措施就是培育抗性品种^[6]。然而,中国大多数大豆育成品种都不抗 SCN3。而中国北方线虫研究所现已保存 64 份对 SCN3 免疫或高抗的种质。这些种质是抗性比较稳定,且涵盖抗源材料的 80% 左右,是培育新的抗病品种、拓宽我国抗大豆胞囊线虫病遗传基础的关键^[7]。为了有效的深入研究和利用大豆抗 SCN3 种质资源,对 64

份免疫或高抗的大豆种质资源进行了生理小种池试验和大田试验,从中选择出有代表性的初选核心种质。大豆抗 SCN3 初选核心种质的建立为深入了解中国大豆抗性种质的遗传多样性、研究 SCN3 复杂性遗传变异规律和发掘新基因提供了合理的样本。

1 材料与方法

1.1 供试品种

供试 64 份大豆种质由沈阳农业大学植物线虫学研究室保存(见表 1)。

表 1 供试大豆品种名称及国家编号
Table 1 Names and national codes of soybean cultivars tested

供试品种 Cultivars tested	总编号 Code	供试品种 Cultivars tested	总编号 Code	供试品种 Cultivars tested	总编号 Code
PI 90763		商丘滚龙珠 Shangqiugunlongzhu	3458	连毛会黑豆 Lianmaohuiheidou	1417
黑豆(9343)Heidou(9343)	9343	5360	5360	灰皮支黑豆 Huipizhiheidou	2315
乐亭小黑豆 Letingxiaohaidou	1855	黑小豆 Heixiaodou	7910	PI 89722	WDD996
磨石豆 Moshidou	7748	大屯小黑豆 Datunxiaohaidou	8250	小白黑豆 Xiaobaiheidou	1884
黑豆(1909)Heidou(1909)	1909	许庄大黑豆 Xuzhuangdaheidou	8257	小黑豆 Xiaohaidou	8489
黑豆(1910)Heidou(1910)	1910	小粒黑 Xiaolihei	1399	四角脐黑豆 Sijiaoqiheidou	8505
应县小黑豆 Yingxianxiaohaidou	2226	小粒黑豆(8459)Xiaoliheidou(8459)	8459	菜黄豆 Caihuangdou	9292
山阴大黑豆 Shanyindaheidou	2308	黑豆(8460)Heidou(8460)	8460	黑荚糙 Heijiacao	9452
小颗黑 Xiaokehei	2450	黑豆(8483)Heidou(8483)	8483	黑豆(1858)Heidou(1858)	1858
长粒黑豆 Changliheidou	1400	大黑豆 Da heidou	8488	二黑豆 Erheidou	9462
小粒黑豆(1412)Xiaoliheidou(1412)	1412	黑豆(8493)Heidou(8493)	8493	爬蔓黑豆 Pamanheidou	10039
良乡黑豆 Liangxiangheidou	1520	黑豆(8498)Heidou(8498)	8498	茶豆 Chadou	10058
薄地鞞黑豆 Bodijiangheidou	1818	宁陵平顶青 Ninglingpingdingqing	3331	黑豆(10253)Heidou(10253)	10253
密云黑豆 Miyunheidou	1521	落叶黑豆 Luoyeheidou	9226	硷黑豆 Jian heidou	10263
顺义黑豆 Shunyiheidou	1522	牛屎黄黑豆 Niushihuangheidou	1881	Pickett	WDD1643
小白花黑豆 Xiaobaihuaheidou	1889	黑滚豆 Heigundou	9301	PI 88788	WDD995
平顶黄黑豆 Pingdinghuangheidou	1890	黑豆(9428)Heidou(9428)	9428	引蔓子黑豆 Yinmanzihaidou	2447
黑豆(1897)Heidou(1897)	1897	黑豆(9592)Heidou(9592)	9592	五寨黑豆 Wuzhaiheidou	2255
黑豆(1898)Heidou(1898)	1898	蒙 8206 Meng 8206	11436	Peking	WDD467
平顶小黑豆 Pingdingxiaohaidou	2341	蒙 81104 Meng 81104	11461	PI 437654	WDD643
平顶山 Pingdingshan	2344	延庆大黑豆 Yanqingdaheidou	1519		
黑豆(2973)Heidou(2973)	2973	哈尔滨小黑豆 Harbinxiaohaidou	7170		

1.2 试验方法

1.2.1 大田试验 试验在沈阳农业大学试验地进行,地块自然感染 SCN3,线虫分布均匀,初始胞囊量为 5.4 个·100 cm⁻³ 土壤,以休闲地为对照,其它因素水平均相同。播种 25 d 后注意监测感病品种根部的大豆胞囊线虫的发育情况,当大豆胞囊线虫白色的雌虫完全突出表皮时,每品种随机选 3 株,调查记录根上的胞囊线虫的数量^[8]。连续跟踪调查 5 年(2003~2007)。

1.2.2 生理小种池试验 将供试大豆品种催芽后

播入不同生理小种池中,同时播种一套线虫生理小种的鉴别寄主(Pickett、Peking、PI88788 和 PI90763)监测大豆胞囊线虫生理小种的变化。每品种播种 10 株,正常管理。当大豆胞囊线虫白色的雌虫完全突出表皮时,即可调查记录根上的胞囊线虫的数量。

1.2.3 胞囊指数的计算方法 CI(cyst index)值大于等于 10% ,为感病(+);小于 10% 为抗病(-)。

根据各品种根上胞囊指数确定其对大豆胞囊线虫各生理小种的抗感反应。再转换成布尔代数的

0,1 符号(0 表示非限定的, nondifinitive, 感病; 1 表示限定的, difinitive, 抗病)系统。再运用 SPSS 统计系统软件进行聚类分析, 对供试大豆品种的抗胞囊线虫基因进行归类 and 推导。

1.2.4 农艺性状的统计分析方法 质量性状根据《农作物品种资源信息处理规范》^[9]进行赋值。赋值情况如下: 粒色, 黄 = 1、绿 = 2、黑 = 3、乌黑 = 4、褐 = 5、深褐 = 6; 脐色, 褐 = 1、深褐 = 2、黑 = 3、淡褐 = 4、无 = 5; 粒型, 圆 = 1、扁圆 = 2、椭圆 = 3、扁椭 = 4、长椭 = 5、肾型 = 6; 生长习性, 直立 = 1、半直立 = 2、半蔓生 = 3、蔓生 = 4; 结荚习性, 有限 = 1、亚有限 = 2、无限 = 3; 茸毛色, 灰 = 1、棕 = 2; 花色, 白花 = 1、紫

花 = 2、紫白 = 3; 叶型, 椭圆 = 1、卵圆 = 2、圆 = 3。质量性状运用卡方(χ^2)测验进行检验; 数量性状运用方差的 F 测验和平均数的 t 测验进行检验^[10], 运算均在 Excel 中完成。

2 结果与分析

2.1 供试品种对大豆胞囊线虫的抗性归类

根据鉴别寄主确定生理小种及不同小黑豆品种对大豆胞囊线虫的抗感反应, 赋以布尔代数值进行聚类分析。结果表明, 在相似距离为 0.52 时, 将供试 64 个品种按含有抗感大豆胞囊线虫生理小种的抗性基因差异, 可以划分为 7 大类(表 2)。

表 2 不同中国小黑豆品种对 SCN 各生理小种的抗感归类

Table 2 Cluster of Chinese small black soybean resistant to different SCN race

品种 Cultivars tested	抗 Resistant	感 Susceptible	品种 Cultivars tested	抗 Resistant	感 Susceptible
蒙 81104 Meng81104	1,2,3,7	4,5,14	平顶山 Pingdingshan	1,2,3,4,5,7	14
PI 89722	1,2,3,7	4,5,14	黑豆(8498) Heidou (8498)	1,2,3,4,5,7	14
黑豆(2973) Heidou (2973)	1,2,3,7	4,5,14	灰皮支黑豆 Huipizhiheidou	1,2,3,4,5,7,14	-
商丘滚龙珠 Shangqiugunlongzhu	2,3,4,7	1,5,14	许庄大黑豆 Xuzhuangda heidou	1,3,4,5,7	2,14
菜黄豆 Caihuangdou	2,3,7	1,4,5,14	大黑豆 Da Heidou	1,3,4,5,7	2,14
小粒黑 Xiaoliheidou	2,3,5,7	1,4,14	黑豆(1910) Heidou (1910)	1,3,4,5,7	2,14
小白黑豆 Xiaobaiheidou	1,2,3,5,7	4,14	平顶黄黑豆 Pingdinghuangheidou	1,3,4,5,7	2,14
四角脐黑豆 Sijiaoqiheidou	1,2,3,5,7	4,14	黑小豆 Heixiaodou	1,3,4,5,7	2,14
小白花黑豆 Xiaobaihuaheidou	1,2,3,5,7	4,14	良乡黑豆 Liangxiangheidou	1,3,4,5,7	2,14
连毛会黑豆 Lianmaohuiheidou	1,2,3,5,7	4,14	密云黑豆 Miyunheidou	1,3,4,5,7	2,14
黑豆(1922) Heidou (1922)	1,2,3,5,7	4,14	5360	1,4,5,7	2,3,14
平顶黑豆 Pingdingheidou	1,2,3,5,7	4,14	蒙 8206 Meng 8206	3,5,7	2,3,4,14
黑豆(9428) Heidou (9428)	1,2,3,5,7	4,14	硷黑豆 Jianheidou	3,5,7	2,3,4,14
黑豆(8493) Heidou (8493)	1,2,3,5,7	4,14	山阴大黑豆 Shanyindaheidou	3,4,5,7	1,2,14
八月忙 Bayuemang	1,2,3,5,7	4,14	黑豆(1898) Heidou (1898)	3,4,7	1,2,5,14
大屯小黑豆 Datunxiaheidou	1,2,3,5,7	4,14	平顶小黑豆 Pingdingxiao heidou	3,4,7	1,2,5,14
黑豆(8483) Heidou (9483)	1,2,3,5,7	4,14	黑豆(8460) Heidou (8460)	3,7	1,2,4,5,14
黑豆(1897) Heidou (1897)	1,2,3,5,7	4,14	小粒黑豆(1412) Xiaoliheidou	3,4	1,2,5,7,14
PI90763	1,2,3,5	4,7,14	延庆大黑豆 Yanqingdaheidou	1,3,14	2,4,5,7
Peking	1,3,5,7	2,4,14	PI 88788	3,14	1,2,4,5,7
哈尔滨小黑豆 Harbinxiaheidou	1,3,5,7	2,4,14	黑豆(10253) Heidou (10253)	1,3,4,14	2,5,7
黑豆(1909) Heidou (1909)	1,3,5,7	2,4,14	落叶黑豆 Luoyeheidou	1,3,4,7	2,5,14
茶豆 Chadou	1,3,5,7	2,4,14	黑滚豆 Heigundou	1,3,4,7	2,5,14
引蔓子黑豆 Yinmanziheidou	1,3,5,7	2,4,14	乐亭小黑豆 Letingxiaheidou	1,3,4,7	2,5,14
二黑豆 Erheidou	1,3,5,7	2,4,14	应县小黑豆 Yingxianxiaheidou	1,3,4,7	2,5,14
爬蔓黑豆 Pamanheidou	1,3,5,7	2,4,14	宁陵平顶青 Ninglingpingdingqing	1,3,4,7	2,5,14
黑荚糙 Heijiacao	1,3,5,7	2,4,14	顺义黑豆 Shunyiheidou	1,3,7	2,4,5,14
黑豆(1858) Heidou (1858)	1,3,5,7	2,4,14	Pickett	1,3,7	2,4,5,14
牛屎黄黑豆 Niushihuangheidou	1,3,5,7	2,4,14	黑豆(9343) Heidou (9343)	1,3,7	2,4,5,14
小黑豆 Xiaohaidou	1,3,5,7	2,4,14	磨石豆 Moshidou	1,3,7	2,4,5,14
黑豆(9592) Heidou (9592)	1,3,5,7	2,4,14	小颗黑 Xiaokehei	1,3,7	2,4,5,14
薄地攀黑豆 Bodijiangheidou	1,3,5,7	2,4,14	小粒黑豆(8459) Xiaoliheidou (8459)	1,3,7,14	2,4,5
五寨黑豆 Wuzhaiheidou	1,2,3,4,5,7	14	长粒黑豆 Changliheidou	1,7	2,3,4,5,14
PI 437654	1,2,3,4,5,7	14			

结果表明,在供试 64 个品种中,有 97.0% 含抗 3 号生理小种基因。同时试验结果也显示,同一品种兼抗几个生理小种,其中灰皮支黑豆是最好的抗源材料,对 1,2,3,4,5,7,14 号生理小种均表现出抗性,另外五寨黑豆、PI437654、平顶山、黑豆(8498)等抗源兼抗 1,2,3,4,5,7 号生理小种。

2.2 对供试品种根部大豆胞囊线虫 3 号生理小种胞囊量的调查

在供试 64 个品种中,连续 5 年(2003 ~ 2007)跟踪调查大豆根部感染的胞囊量情况(表 3)。在供试品种中平均胞囊量为 0 的有 PI90763、乐亭小黑豆、

应县小黑豆、黑豆 1898、商丘滚龙珠、许庄大黑豆、黑豆 8483、落叶黑豆、黑滚豆、薄地鞑黑豆、灰皮支黑豆、PI89722、四角脐黑豆、二黑豆、Pickett、PI88788、Peking 和 PI437654 共 18 个品种;供试品种中平均胞囊量为 0.07 的有黑豆 9343、磨石豆、顺义黑豆、黑豆 1897、平顶小黑豆、朱屎黄黑豆、五寨黑豆和哈尔滨小黑豆共 8 个品种;供试品种中平均胞囊量为 0.13 的有平顶山和茶豆;其它各品种的平均胞囊量均大于 0.13。结果表明,供试品种除了延庆大黑豆,胞囊量均小于 5,为免疫或高抗品种。

表 3 供试品种根部感染 SCN3 胞囊量情况

Table 3 The situation of cysts in the root of different soybean sources after inoculating by *Heterodera glycines*

供试品种 Cultivars tested	年份 Year					胞囊总量 Cyst number	平均数 Average
	2003	2004	2005	2006	2007		
PI 90763	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
黑豆(9343) Heidou(9343)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	1	0.07
乐亭小黑豆 Letingxiaohaidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
磨石豆 Moshidou	0,0,0	1,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1	0.07
黑豆(1909) Heidou(1909)	0,2,3	2,1,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	8	0.53
黑豆(1910) Heidou(1910)	0,1,0	4,2,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	8	0.53
应县小黑豆 Yingxianxiaohaidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
山阴大黑豆 Shanyindaheidou	0,0,3	0,2,1	0,1,2	0,0,0	0,0,0	9	0.6
小颍黑 Xiaokehei	1,1,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	3	0.2
长粒黑豆 Changliheidou	3,0,0	0,0,1	5,6,6	0,0,0	0,0,0	21	1.4
小粒黑豆(1412) Xiaoliheidou(1412)	5,3,16	1,6,5	1,2,3	0,0,0	8,4,0	54	3.6
良乡黑豆 Liangxiangheidou	9,8,5	1,1,0	0,2,1	0,0,0	0,0,0	27	1.8
宁陵平顶青 Ninglingpingdingqing	0,0,0	3,5,2	1,1,2	0,0,0	3,0,0	17	1.13
密云黑豆 Miyunheidou	1,1,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	3	0.2
顺义黑豆 Shunyiheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	1	0.07
小白花黑豆 Xiaobaihuaheidou	0,0,0	2,2,3	0,0,0	0,0,0	0,0,0	7	0.47
平顶黄黑豆 Pingdinghuangheidou	0,0,0	3,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	3	0.2
黑豆(1897) Heidou(1897)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	1	0.07
黑豆(1898) Heidou(1898)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
平顶小黑豆 Pingdingxiaohaidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	1	0.07
平顶山 Pingdingshan	0,0,0	0,0,2	0,0,0	0,0,0	0,0,0	2	0.13
黑豆(2973) Heidou(2973)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,2,0	0,0,0	3	0.2
商丘滚龙珠 Shangqiugunlongzhu	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
5360	0,0,0	0,0,0	5,7,4	0,1,1	1,0,0	19	1.27
黑小豆 Heixiaodou	0,2,0	0,2,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	5	0.33
大屯小黑豆 Datunxiaohaidou	0,0,0	0,0,1	1,4,1	0,3,4	23,1,0	38	2.53
许庄大黑豆 Xuzhuangdaheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
小粒黑 Xiaolihei	2,3,2	2,3,4	1,0,2	0,0,0	0,0,0	19	1.27
小粒黑豆(8459) Xiaoliheidou(8459)	1,3,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	5	0.33
黑豆(8460) Heidou(8460)	1,1,0	0,2,4	0,0,0	0,0,0	0,0,0	8	0.53
黑豆(8483) Heidou(8483)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
大黑豆 Daheidou	0,1,1	0,1,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	3	0.2
黑豆(8493) Heidou(8493)	0,0,0	0,1,3	0,0,0	0,0,0	1,1,2	8	0.53
黑豆(8498) Heidou(8498)	0,0,0	1,4,4	0,0,0	0,0,0	2,0,0	11	0.73
落叶黑豆 Luoyeheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
朱屎黄黑豆 Niushihuangheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	1	0.07
黑滚豆 Heigundou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0

(续表 3)

供试品种 Cultivars tested	年份 Year					胞囊总量 Cyst number	平均数 Average
	2003	2004	2005	2006	2007		
黑豆(9428) Heidou(9428)	3,3,3	0,2,3	1,1,0	7,2,1	2,0,0	28	1.87
黑豆(9592) Heidou(9592)	0,2,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,0,0	3	0.2
蒙 8206 Meng 8206	0,0,0	7,8,10	0,0,0	0,0,0	0,0,0	25	1.67
蒙 81104 Meng 81104	0,0,0	5,12,8	0,0,0	3,4,4	5,1,2	44	2.93
延庆大黑豆 Yanqingdaheidou	6,8,8	10,10,12	2,3,2	0,0,0	0,5,10	76	5.07
薄地鞞黑豆 Bodijiangheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
连毛会黑豆 Lianmaohuiheidou	1,2,0	1,2,4	0,1,2	0,0,0	0,0,1	14	0.93
灰皮支黑豆 Huipizhiheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
PI 89722	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
小白黑豆 Xiaobai heidou	0,0,0	1,0,0	0,0,0	1,0,2	0,0,0	4	0.27
小黑豆 Xiaohaidou	0,0,0	0,0,0	2,2,1	2,3,7	1,2,0	20	1.33
四角脐黑豆 Sijiaoqiheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
菜黄豆 Caihuangdou	0,0,0	3,0,1	0,0,0	0,0,0	0,0,0	4	0.27
黑荚糙 Heijiacao	1,1,3	0,0,0	1,2,0	0,0,0	2,3,1	14	0.93
黑豆(1858) Heidou(1858)	0,0,0	1,1,1	0,0,0	0,0,0	1,0,0	4	0.27
二黑豆 Erheidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
爬蔓黑豆 Pamanheidou	3,4,7	0,5,10	1,4,2	0,0,0	0,0,0	36	2.4
茶豆 Chadou	0,0,0	2,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	2	0.13
黑豆(10253) heidou(10253)	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	3,1,0	4	0.27
硷黑豆 Jianheidou	0,0,0	0,0,2	0,0,0	0,0,0	1,0,0	3	0.2
Pickett	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
PI 88788	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
引蔓子黑豆 Yinmanzihaidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1,1,0	2,0,0	4	0.27
五寨黑豆 Wuzhaiheidou	0,0,0	0,1,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	1	0.07
Peking	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
PI437654	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0	0
哈尔滨小黑豆 Harbinxiaohaidou	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,1	1	0.07

2.3 抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种核心种质的代表性分析

根据供试品种根部感染胞囊量的情况,以及各品种的农艺性状综合考虑,在已划分的 7 大类大豆品种中,用等比例法进行初选核心种质的筛选^[11]。按比例 24.62% 筛选出 16 个抗 SCN3 初选核心种质(不包括鉴别寄主: Pickett、Peking、PI88788 和 PI90763),它们分别是: PI89722、商丘滚龙珠、四角脐黑豆、黑豆(8483)、二黑豆、薄地鞞黑豆、哈尔滨

小黑豆、五寨黑豆、PI437654、灰皮支黑豆、许庄大黑豆、黑豆(1898)、落叶黑豆、黑滚豆、乐亭小黑豆和应县小黑豆。

抗病总体样本和初选核心种质的数量性状比较见表 4,在 5 个数量性状上,初选核心种质和抗病总体样本经过 t 测验和 F 测验检验,均表现为差异不显著,这说明初选核心种质均能够代表抗病总体样本。

表 4 抗病总体样本及初选核心种质 5 个数量性状的比较

Table 4 Comparison of primary core collection and the total for quantitative traits

性状 Trait	初选核心 Primary collection			抗病总体样本 Whole collection			t 测验 t test			F 测验 F test		
	Max	Min	STDEV	Max	Min	STDEV	t	$t_{0.05}$	$t_{0.01}$	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
生育日数 GP	155	93	23.1	158	89	21.4	0.19	2.13	2.95	1.45	2.9	4.56
百粒重 SW	24	6.3	5.2	24.5	6	3.5	0.15	2.13	2.95	2.56	2.9	4.56
株高 PH	176	42	32.5	176	33.5	32.6	0.11	2.15	2.98	2.16	2.96	4.69
粗蛋白 PC	20.3	15.7	1.3	23.3	13.9	1.7	1.23	2.37	3.5	3.17	4.12	7.85
粗脂肪 FC	45.5	38.5	2.5	48.7	38.1	2.8	-0.026	2.37	3.5	0.4	4.12	7.85

GP: growth period; SW: 100 – seed weight; PH: plant height; PC: protein content; FC: fat content

抗病总体样本和初选核心种质的质量性状比较见表 5,结果发现,在生长习性、结荚习性、茸毛色 3 个性状上,初选核心种质代表性达到了 100%。除了粒色之外,其余各性状均达到 60% 以上。利用卡方测验检验,粒色、结荚习性、花色 3 个性状差异显著;粒型、叶型两个性状差异达到极显著,脐色、生长习性、茸毛色 3 个性状差异不显著。虽然在粒色上,初选核心种质的代表性为 16.7%,但黑色种皮占到

抗病总体样本的 87.5%,可见黑色种皮的抗性有广泛代表性;在脐色上,初选核心种质缺失深褐和淡褐色,但两种颜色只各占抗病总体样本的 1.56%;在粒型上,初选核心种质缺失圆型,但圆型只占抗病总体样本的 3.13%;在花色和叶型上,初选核心种质缺失紫白色和圆型,两者只各占抗病总体样本的 1.56%。这说明初选核心种质也能够代表抗病总体样本。

表 5 抗病总体及抗病核心 8 个质量性状符合度的卡方测验

Table 5 Representative and Chi-square test and of the primary collection to the whole collection for qualitative traits

性状 Trait	性状分布 Trait distribution			卡方测验 Chi-square test		
	抗病总体样本	初选核心种质	百分率	χ^2	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$
	Whole collection	Primary collection	Rate/%			
粒色 Seedcoat color	6	1	16.7	14.29 *	11.07	15.09
脐色 Hilum color	5	3	60	6.3	9.49	13.28
粒型 Seed shape	6	5	83.3	53.53 **	11.07	15.09
生长习性 Growth habit	4	4	100	8.32	9.49	13.28
结荚习性 Pod habit	3	3	100	9.1 *	5.99	9.21
茸毛色 Pubescence color	2	2	100	3.13	3.84	6.63
花色 Flower color	3	2	66.7	7.23 *	5.99	9.21
叶型 Leaf shape	3	2	66.7	13.67 **	5.99	9.21

“*,**”分别表示差异显著(P<0.05)和差异极显著(P<0.01)。
“*,**”represent significance levels at P_{0.05} and P_{0.01}, respectively.

3 讨论

为了有效的深入研究和利用大豆抗 SCN3 种质资源,有必要将 64 份抗病品种缩小范围,因此,引入了核心种质的概念^[12]。核心种质代表性是指核心种质对整个种质资源的代表性^[13],核心种质的建立要求以最小的样本代表整体资源最大程度的遗传多样性^[14]。等比例取样法是取样比例与材料量占整个资源材料量的比例相一致,用等比例取样法确定取样数目是最佳的方法^[15]。核心种质的构建可以提高种质的评价效率^[16],为遗传资源的研究和利用提供了崭新的解决途径。

在 64 份对 SCN3 免疫和高抗的大豆种质资源中,根据供试品种根部感染胞囊量的情况,以及各品种的农艺性状综合考虑,在已划分的 7 大类大豆品种中,选取了 16 份种质作为初选核心种质。

结果表明,在供试 64 个品种中,有 97.0% 含抗 3 号生理小种基因。在选取的 16 个初选核心种质中,根部感染的胞囊量均小于等于 0.13。针对抗病总体样本和初选核心种质的农艺性状,比较了两者的区别。结果发现,在生长习性、结荚习性、茸毛色

3 个质量性状上,初选核心种质代表性达到了 100%。除了粒色之外,其余各性状均达到 60% 以上。虽然在粒色上,初选核心种质的代表性仅为 16.7%,但黑色种皮占到抗病总体样本的 87.5%,可见黑色种皮的抗性有广泛代表性;在脐色、粒型、花色和叶型上,初选核心种质缺失的性状只占抗病总体样本的一小部分。在 5 个数量性状上,方差的 F 测验和平均数的 t 测验表明,初选核心种质和抗病总体样本均表现为差异不显著。从农艺性状上说明了初选核心种质能够代表抗病总体样本。

4 结论

根据在田间连续 5 年(2003 ~ 2007)跟踪调查不同大豆根部侵染的胞囊量情况,以及各品种的农艺性状,选用等比例取样法构建了由 16 份种质资源组成的抗 SCN3 初选核心种质。抗 SCN3 初选核心种质的建立,为深入了解中国大豆抗性种质的遗传多样性、研究 SCN3 复杂抗性遗传变异规律和发掘新基因提供了合理的样本,同时将有助于加速抗病育种的进程,满足生产上的需要。

参考文献

- [1] 戴芳澜, 相望年, 郑儒永. 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. Catalog of pathogen for Chinese economic plants [M]. Beijing: Science Press, 1958.)
- [2] Riggs R D, Wrather I A. Biology and management of the soybean cyst nematode[M]. USA, Minnesota: APS Press, 1992.
- [3] 远方, 段玉玺, 陈立杰, 等. 不同抗性大豆品种与大豆胞囊线虫的田间群体动态关系研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2001, 32(3): 163-166. (Yuan F, Duan Y X, Chen L J, et al. The relationships between soybean cultivars and population dynamics of *Heterodera glycines* [J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2001, 32(3): 163-166.)
- [4] Koenning S R. Density-dependent yield of *Heterodera glycines* resistant and susceptible cultivars[J]. Supplement to the Journal of Nematology, 2000, 32(4S): 502-507.
- [5] Niblack T L. Protect your soybean profits: manage soybean cyst nematode[M]. Columbia: American Soybean Association, University of Missouri, 1993.
- [6] 吴海燕, 段玉玺, 李进荣. 不同大豆品种与 SCN3 互作效应研究[J]. 植物病理学报, 2005, 35(4): 305-311. (Wu H Y, Duan Y X, Li J R. The interaction effect of different soybean cultivars and *Heterodera glycines* race 3 [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 2005, 35(4): 305-311.)
- [7] 段玉玺, 陈立杰, 远方. 大豆抗大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性机制研究[J]. 莱阳农学院学报, 2004, 21(2): 118-121. (Duan Y X, Chen L J, Yuan F. Research on the resistant mechanisms of soybean [J]. Journal of Laiyang Agricultural College, 2004, 21(2): 118-121.)
- [8] 吴海燕. 大豆与大豆胞囊线虫互相关系研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2003: 151. (Wu H Y. The interaction of resistant soybeans and *Heterodera glycines* [D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2003: 151.)
- [9] 张贤珍. 农作物品种资源信息处理规范[M]. 北京: 农业出版社, 1990. (Zhang X Z. The criterion of cropper varietal resource [M]. Beijing: Agricultural Press, 1990.)
- [10] 冯学民, 周洪飞. 试验与统计[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2001. (Feng X M, Zhou H F. Methods of experimental statistics [M]. Harbin: Harbin Engineering University Press, 2001.)
- [11] 崔艳华, 邱丽娟, 常汝镇. 植物核心种质研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 279-284. (Cui Y H, Qiu L J, Chang R Z. Advances in research on core collection of plant germplasm resources [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2003, 4(3): 279-284.)
- [12] Frankel O H, Brown A H D. Current plant genetic resources- a critical appraisal [M]//Genetics: new frontiers (Vol IV). New Delhi, India: Oxford and IBH Publishing, 1984: 1-13.
- [13] 李自超, 张洪亮, 孙传清, 等. 植物遗传资源核心种质研究现状与展望[J]. 中国农业大学学报, 1999, 4(5): 51-62. (Li Z C, Zhang H L, Sun C Q, et al. Status and prospects of core collection in plant germplasm resource [J]. Journal of China Agricultural University, 1999, 4(5): 51-62.)
- [14] Miklas P N, Delorme R, Hannan R, et al. Using a subsample of the core collection to identify new sources of resistance to white mold in common bean [J]. Crop Science, 1999, 39: 569-573.
- [15] Tohme J, Jones P, Beebe S, et al. The combined use of agroecological and characterization data to establish the CIAT phaseolus vulgaris core collection [M]//Hodgkin T, Brown A H D, Hintumvan T H L, et al. Core collection of plant genetic resources. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI): A Wiley-Sayce Publication, 1995: 95-107.
- [16] Holbrook C C, Patricia T, Xue H Q. Evaluation of the core collection approach for identifying resistance to meloidogyne arenaria in peanut [J]. Crop Science, 2000, 40: 1172-1175.

欢迎订阅 2008 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊, 是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊、“中国期刊方阵”期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊、CNKI 系列数据库、万方数据库、重庆维普中文科技期刊数据库和华艺电子出版事业群收录期刊。本刊坚持以高新实效为原则, 以服务科研、服务生产为宗旨, 主要报道最新的农业科研成果、先进技术、发展趋势以及新产品、新品种等, 能够全面反映黑龙江省特色、内容丰富、栏目新颖、信息量大、可读性强。设有作物育种、耕作栽培、土壤肥料、植物保护、畜牧兽医、园林园艺、质量安全、农村能源、食用菌、遥感、三农问题研究、农技推广、品种简介、农业信息等栏目以及各类广告业务宣传, 如: 新品种、新产品、重点实验室、研究所、企业简介等。本刊发行面广, 读者群大: 农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

本刊为国际大十六开本, 彩色四封, 120 页, 双月刊, 刊号: ISSN1002-2767, CN23-1204/S, 邮发代号 14-61, 广告经营许可证号: 2301004010072, 单月 10 日出版, 每期定价 8.00 元, 全年 48.00 元。全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订。

另外, 编辑部现有少量 2005 年、2006 年合订本珍藏版。每册 70 元, 邮费 5 元, 共计 75 元, 售完为止。

地址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部

电话: 0451-86668373

电子信箱: nykx13579@sina.com; nykx13579@126.com

邮编: 150086