

抗大豆孢囊线虫4号生理小种育种骨干亲本抗性差异分析^{*}

马俊奎 史宏 任小俊 刘学义

(山西省农科院经济作物研究所, 汾阳 032200)

摘要 研究对抗大豆孢囊线虫病育种中常用的40份骨干亲本进行4号生理小种抗性鉴定, 其中感病品种30份, 黄粒抗病品系2份, 黑粒抗病品系2份, 黑粒抗源6份。结果表明: 品种间的抗性有极显著差异; 抗性的主要差异首先出现在抗性和非抗性品种之间, 其次出现在非抗性品种内; 抗源材料的抗性非常稳定; 亲本对大豆孢囊线虫4号生理小种的抗性呈连续性变化, 符合正态分布规律。抗性愈强的品种抗性愈稳定, 抗性愈弱的品种抗性愈易受环境的影响。大豆抗大豆孢囊线虫的广义遗传力约为53.9%。

关键词 大豆; 孢囊线虫; 亲本; 4号生理小种

中图分类号 S 565.103.4 **文献标识码** A

文章编号 1000-9841(2003)03-0176-05

大豆孢囊线虫(*Heterocera glycines Ichinohe*)是1899年俄国人雅切夫斯基在中国东北发现的, 当时叫大豆根结线虫^[3]。大豆孢囊线虫是一种极难防治的土传性定居型内寄生线虫, 在分类学上属于线虫纲, 垫刃目, 异皮科, 孢囊线虫属, 英文名称为Soybean Cyst Nematode, 简称SCN。20世纪50年代以后, 随着大豆种植面积的扩展, 大豆孢囊线虫病在世界范围内爆发, 其中美国遍及28个大豆生产州, 中国目前大豆孢囊线虫病的危害面积130余万 hm^2 , 一般导致大豆减产10%-30%, 严重时达到50%甚至绝收, 成为影响大豆产量的主要因素之一。

培育抗病品种是防治大豆孢囊线虫病最经济的途径, 国内外的研究人员做了大量的研究工作, 筛选出一批抗性材料^[1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 19]。抗性资源是抗大豆孢囊线虫育种的基础。经过长期的大豆种质资源的抗孢囊线虫性鉴定, 中国传统大豆资源中存在对不同生理小种的具有抗性的种质。但是我们注意到对大豆孢囊线虫的研究主要集中在抗性鉴定、抗性材料的筛选和抗性遗传方面的研究, 而对育种过程的技术关注较少。在育种过程中, 育种亲本的选配是育种技术的重要内容。毫无疑问抗性种质在抗大豆孢囊线虫育种中具有决定性作用, 然而, 非抗性亲

本在育种中的作用和意义仍不清楚。本研究对抗大豆孢囊线虫病育种常用的40份骨干亲本的抗性差异进行了鉴定, 目的是分析亲本间的抗性差异, 为抗大豆孢囊线虫病育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验对6份抗病亲本、4份抗病品系和30份非抗病亲本进行抗大豆孢囊线虫病4号生理小种抗性差异鉴定。其中黄粒32份, 黑粒8份, 品种来源于美国2份, 北京8份, 黑龙江省2份, 河北省2份, 山东省2份, 山西省25份(表1)。

鉴定用病土来源于山西省农科院经济作物研究所试验农场大豆孢囊线虫病圃, 经鉴定为4号生理小种。按照前人研究结果, 每百克风干土孢囊量达到20个, 即可满足孢囊线虫鉴定要求^[10], 本试验每百克风干土孢囊含量为80-149个。

1.2 方法

采用塑料钵柱法^[7]进行鉴定。试验采用完全随机机组设计, 设置3个重复, 每次重复每份亲本种7

^{*} 收稿日期: 2003-03-05

基金项目: 国家高新技术“863”计划项目[101-02-02-01]

作者简介: 马俊奎(1969-), 男, 助理研究员, 从事大豆遗传育种研究。

表 1 40 份骨干亲本的孢囊量及其多重比较结果
Table 1 SCN value and the result of multiple comparisons among varieties

编号 Code	品种名称 Variety	I Replicat	II Replicat	III Replicat	平均 Aveage	显著性差异 Variance analysis	方差 Variance
1	早熟 18 号	245	57	135	145. 6667	A	8921. 333
2	冀豆 4 号	271	73. 1	63. 5	135. 8667	AB	13718. 8
3	晋豆 23 号	209. 4	75	99. 6	128	AB	5120. 76
4	MSP287	154	51	167. 7	124. 2333	AB	4069. 263
5	诱处 4 号	183. 3	47. 6	119	116. 6333	B	4607. 823
6	981P—60	178. 3	68. 2	82. 6	109. 7	BC	3581. 31
7	诱变 31 号	182. 5	83. 7	43. 6	103. 2667	BC	5110. 443
8	遗 8511—6	147	50	105. 6	100. 8667	BC	2369. 053
9	981P—116	168	21. 3	112	100. 4333	BC	5480. 563
10	晋豆 20 号	195. 5	38. 7	62. 9	99. 03333	BC	7125. 773
11	99G4—87	157. 3	80. 4	40. 9	92. 86667	BC	3503. 803
12	中作 98P22	158. 6	46. 8	71. 6	92. 33333	BC	3447. 213
13	晋豆 24 号	140. 9	51	82. 7	91. 53333	BC	2079. 023
14	晋豆 19 号	95. 7	80	95	90. 23333	C	78. 66333
15	86040	135. 8	78	47. 7	87. 16667	C	2003. 423
16	汾豆 31 号	160	21	72. 8	84. 6	CD	4934. 68
17	鲁豆 4 号	128. 8	55. 4	60. 9	81. 7	CD	1671. 37
18	8272	94. 8	89	42	75. 26667	CD	838. 4133
19	晋豆 22 号	103. 2	42	70. 5	71. 9	CD	937. 83
20	汾豆 46 号	114. 4	34	66. 2	71. 53333	CD	1637. 373
21	JEFF	107	64	38. 8	69. 93333	CD	1189. 213
22	中作 88—D09	54. 1	49. 2	103. 6	68. 96667	CD	905. 6033
23	汾豆 49 号	131. 7	17. 8	55	68. 16667	CD	3373. 323
24	晋豆 11 号	79	44	77. 2	66. 73333	CD	388. 4133
25	汾豆 33 号	102. 7	39. 6	55. 8	66. 03333	CD	1073. 943
26	晋豆 21 号	102. 7	23. 4	55. 8	60. 63333	D	1589. 643
27	嫩丰 15 号	83. 5	39. 4	48. 2	57. 03333	DE	544. 7233
28	抗线 1 号	44	41. 6	31. 2	38. 93333	DE	46. 29333
29	冀 8711—11	47	35	23	35	E	144
30	汾豆 38 号	29. 9	20. 2	42. 6	30. 9	E	126. 19
31	1259(黄粒)	33	5	45	27. 66667	E	421. 3333
32	1267(黄粒)	14. 2	5	39. 3	19. 5	EF	315. 19
33	五寨黑豆	1	2	8	3. 666667	F	14. 33333
34	1259(黑粒)	1. 3	3. 5	5. 3	3. 366667	F	4. 013333
35	兴县灰皮支黑豆	2. 5	2. 3	3. 2	2. 666667	F	0. 223333
36	应县小黑豆	1. 3	1. 7	2. 5	1. 833333	F	0. 373333
37	山阴大黑豆	1. 3	1	2. 8	1. 7	F	0. 93
38	1267(黑粒)	0. 1	2	1	1. 033333	F	0. 903333
39	交城黑豆	0. 3	1	1	0. 766667	F	0. 163333
40	PI437654(黑粒)	0. 1	0. 1	0. 2	0. 133333	F	0. 003333

钵, 出苗后剔除小苗, 每钵留 2 株。待雌性线虫发育成熟时计数单株根部孢囊数。鉴定时对每重复逐株进行鉴定, 去掉一个最大值, 去掉一个最小值, 平均值作为此重复该亲本的根部的孢囊量。试验在孢囊线虫鉴定专用温室内进行。于 2000 年 3 月 16 日播种, 5 月 20 日完成鉴定工作。

表 2 品种间的方差分析结果表

Table 2 The result of variance analysis among varieties

差异源 Components of variance	平方和 SS	自由度 Df	均方 MS	F 值 F	F 临界值 F _{0.05}	F crit F _{0.01}
品种间 Varieties variance among	213726.56	39	5480.168	4.323174	1.54	1.84
重复间 Replicates variance among	83824.15	2	41912.075	33.06344	3.11	4.88
误差 Error variance among	98874.85	78	1267.626			
总计 Total	396425.56	119				

2.1 亲本对大豆孢囊线虫 4 号小种的抗性呈连续性变化

本鉴定结果中, 孢囊量最大值为 271, 最小值为 0。品种间呈有间断的连续性分布。间断的出现主

2 结果与分析

孢囊线虫 4 号生理小种鉴定和方差分析结果见表 1、2。为了方差分析方便, 当孢囊量为 0 时, 以一个很小值 0.1 或 0.2 计。

要在高抗的黑种皮资源和其它材料之间。如果不考虑高抗资源, 包括黄种皮在内的亲本材料的抗性为一连续性的分布, 并且分布具有正态分布特征(图 1)。

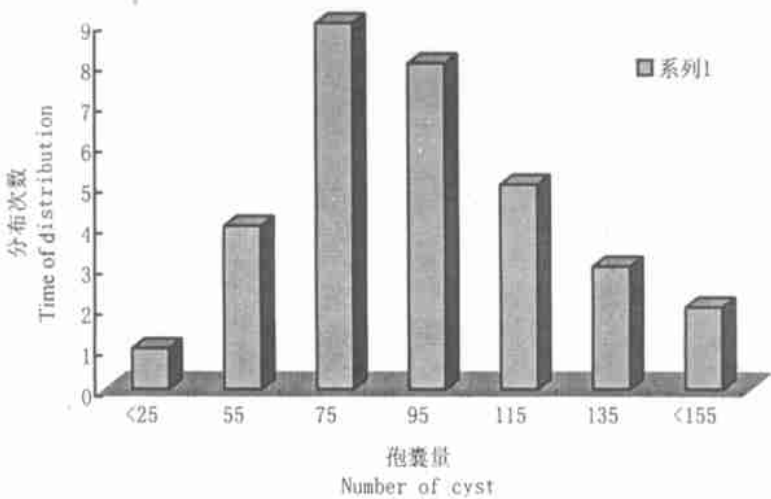


图 1 大豆对孢囊线虫 4 号生理小种抗性的分布

Fig. 1 Distributing about resistant soybean varieties to race 4 of SCN

2.2 亲本的抗性有极显著差异

从表 2 可以看出亲本的抗性有极显著性差异 ($F=2.40>F_{0.01}=1.549$)。高度抗孢囊线虫 4 号生理小种的黑种皮抗源之间抗性差异不显著。差异主要出现在抗性与非抗性品种之间, 其次出现在非抗性品种之内, 但是差异均达到极显著水平(表 2)。

2.3 高抗亲本抗性稳定

本试验中 8 份高抗亲本全部为黑粒, 绝大部分的孢囊量在 1—3 个之间, 抗性品种间没有显著性差异, 它们的方差相对较小(仅为 0~14), 表明高抗品种抗性稳定。

2.4 非抗源亲本抗性的稳定性

非抗源亲本中, 随着抗性的增强, 抗性的稳定性愈好。孢囊附着量与非抗源亲本的方差(表 1)之间存在高度的正相关关系, 相关系数为 0.767, 达到极显著水平 ($t=12.8>t_{0.01, 38}=2.72$), 其决定系数为 0.59。所以非抗性品种需要进行多次重复鉴定才能确定其抗性。

2.5 抗大豆孢囊线虫病 4 号生理小种遗传估计

广义遗传力(h^2_B)= 遗传方差(V_G)/ 总方差($V_G + V_E$) $\times 100\%$
 \approx 品种间的方差(SS)/ 总方差(Total) $\times 100\%$

$$=213726.56/396425.56 \times 100\% \approx 53.9\%$$

3 讨论

3.1 关于非抗性品种之间的存在显著差异

在抗大豆孢囊线虫病育种中, 中国对大豆孢囊线虫的抗性鉴定标准与国际上是一致的^[2], 即大豆根部的孢囊附着量是否大于 10 个, 是区别抗性和非抗性品种的界线。按照这一标准, 本试验中的非抗性亲本均属于感病品种。但通过本试验发现大豆抗线育种中应用的骨干亲本, 其抗大豆孢囊线虫病的能力存在显著差异, 然而我们对非抗性亲本的抗性差异甚少关注。本试验不仅揭示了非抗性品种之间存在的抗性差异, 而且试验结果表明这种差异非常显著。从表 1 中品种间的互比较结果可以看出, 非抗性品种差异达到 0.01 水平上的有 A ~ E 5 个级别。我们认为, 非抗性品种的差异必然具有育种学上的重要意义。因此, 在大豆抗孢囊线虫育种中, 为了提高培育抗线品种的效率, 筛选具有一定抗性的非抗性大豆品种作亲本是非常必要的。

3.2 关于抗大豆孢囊线虫病鉴定技术

大豆孢囊线虫的侵染极易受环境条件的影响^[10], 如: 病土孢囊量、鉴定时期、土壤温度湿度、植株的出苗的整齐度等等, 所以重复间的差异显著也是正常现象。但是这也说明进行大豆孢囊线虫病鉴定的技术性很强, 鉴定技术还需不断完善。如定量接种卵或二龄幼虫, 可能会使鉴定结果更准确。

虽然本试验的重复间差异达到极显著 ($F = 30.06 > F_{0.01} = 4.88$) (表 2), 但是通过对重复间排序数进行相关性分析, 结果表明: 重复间的相关性为 0.56—0.76, 达到极显著 ($t = 4.17 - 7.12 > t_{0.01}, 38 = 2.704$), 三个重复的排序数与它们排序数的平均值的相关系数大于 0.8, 与第一次重复排序数的相关系数达到 0.95。所以本试验的结果有比较高的可靠性。

本试验表明抗性愈好的材料其方差值愈小 (表 1), 表明其抗性愈稳定, 所以在进行抗性鉴定时, 高抗材料的鉴定次数可以适当减少, 弱抗材料需要增加鉴定次数才能确定其抗性。

3.3 关于抗大豆孢囊线虫病育种

目前的研究表明, 大豆对孢囊线虫的抗性受较复杂的遗传机制所控制。中国培育了一批抗 1、3、5 号生理小种的大豆品种, 但是高抗大豆孢囊线虫病 4 号生理小种的黄粒品种还很少有报道。可是在抗

线育种过程中出现许多高抗的黑种皮材料和一些中抗的黄种皮材料, 这也充分说明在抗线育种的过程中要打破抗性与黑种皮间的基因连锁非常困难, 如果大豆品种的抗性能达到本试验中的抗线 1 号、冀 8711—11、汾豆 38 号、1259 (黄粒)、1267 (黄粒) 的水平, 就可以认为这样的黄粒材料为抗 SCN 病 4 号生理小种的抗病材料, 可以作为抗线育种的骨干亲本使用。

在抗大豆孢囊线虫病育种过程中, 由于抗源材料的农艺形状一般比较差, 所以常采用回交育种的手段进行改良, 但是由于连续回交会导导致材料抗性的减弱, 甚至丧失抗性, 故作者认为应该采用轮回选择逐步提高大豆的抗线能力。先用具有一定抗性的非抗性品种与抗源亲本 (一级抗源) 杂交, 选择具有一定抗性的中抗材料和高抗黑种皮材料 (二级抗源), 如: 本试验中的抗线 1 号、冀 8711—11、汾豆 38 号、1259 (黄粒)、1267 (黄粒), 然后再用二级抗源作亲本互交, 从后代材料中选择抗性更好的黄种皮材料 (三级抗源), 再用三级抗源作亲本互交或与当地主栽大豆品种杂交继续选择, 这样选择到产量接近当地主栽品种的抗线大豆品种的几率可能会增大。

本试验对大豆抗孢囊线虫病 4 号生理小种遗传力进行了粗略估计, 广义遗传力为 53.9%。本抗性遗传力中等, 故不宜早代选择, 从 $F_4 - F_5$ 起进行抗性选择比较适宜。在抗大豆孢囊线虫病育种中, F_1 单株收获, $F_2 - F_3$ 可以采用一粒传或荚粒法收获, 这样既减轻的抗性鉴定的工作量, 又可适当提高选择的效率。

参 考 文 献

- 1 大豆种质抗大豆孢囊线虫鉴定协作组. 大豆种质资源对大豆孢囊线虫 1、3、4 号生理小种的抗性鉴定 [J]. 大豆科学, 1993, 12(2): 91—99.
- 2 李莹, 王志, 卫保国, 等. 大豆孢囊线虫 4 号生理小种抗源的筛选与利用 [J]. 大豆科学, 1987, 6(4): 291—297.
- 3 李莹著. 大豆遗传资源研究论文集 [D]. 太原: 山西科学技术出版社, 1991: 128—137.
- 4 李莹, 李原平, 赵卫红, 等. 抗大豆孢囊线虫 4 号生理小种新品系的选育 [D]. 华北农学报, 1994, 9(2): 33—38.
- 5 刘汉起, 商绍刚, 霍红, 等. 大豆品种对大豆孢囊线虫 1、3、4 号生理小种的抗性 [J]. 大豆科学, 1989, 8(1): 113—114.
- 6 刘维志. 关于加快抗大豆孢囊线虫病大豆品种选育问题商榷 [J]. 大豆科学, 1986, 5(1): 77—82.
- 7 刘学义, 马俊奎, 任小俊, 等. 塑料钵柱法在大豆抗大豆孢囊线虫鉴定中的应用 [J]. 华北农学报, 1998, 13(专刊): 92—96.

- 8 马书君, 张玉华, 薛庆喜, 等. 大豆种质资源对大豆孢囊线虫 3 号生理小种的抗性研究[J]. 大豆科学, 1991, 10(3): 165—171.
- 9 吴和礼, 姚振纯, 李秀兰, 等. 大豆孢囊线虫病抗源筛选研究[J]. 中国农业科学, 1982, 15(6): 19—24.
- 10 吴和礼. 大豆孢囊线虫病鉴定技术的研究[J]. 大豆科学, 1984, 3(1): 2—3.
- 11 颜清上, 王连铮, 常汝镇, 等. 大豆孢囊线虫抗源筛选利用研究概述[J]. 大豆科学 1997, 16(2): 162—167.
- 12 张仁双, 牛颖英, 包力光, 等. 大豆孢囊线虫病抗源品种鉴定筛选研究[J]. 大豆科学, 1985, 4(2): 137—140.
- 13 赵经荣, 山东省大豆孢囊线虫病原与抗源研究简报[J]. 大豆科学, 1988, 7(1): 12.
- 14 Anand S. C. New soybean strain resistant to soybean cyst nematode [J]. Plant Disease. 1982, 66: 933—934.
- 15 Anand S. C. Soybean plant introductions with resistance to race 4 or race 5 of soybean cyst nematode[J]. Crop Sci. 1988, 28: 563—564.
- 16 Epps J. M. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode[J]. Journal of Nematode. 1972, 4(4): 222.
- 17 Ross J. P. Resistance of soybean to the soybean cyst nematode as determined by a double—row method[J]. Plant Disease Report. 1957, 41: 923—924.
- 18 Young, L. D. Soybean germplasm evaluated for resistance to race 3, 5 and 4 of soybean cyst nematode[J]. Crop Sci. 1990, 30(2): 735—736.
- 19 Young, L. D. Soybean germplasm resistance to race 3, 5 and 14 of soybean cyst nematode[J]. Crop Sci. 1995, 35(2): 895—896.

ANALYSES OF DIVERSITY RESISTANCE ON MAINSTAY PARENTS FOR RESISTANCE TO RACE 4 OF SCR IN SOYBEAN BREEDING

Ma Junkui Shi Hong Ren Xiaojun Liu Xueyi

(*Industrial Crop Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Fenyang, 032200*)

Abstract The resistance of 40 mainstay soybean parents to race 4 of SCN were identified. Among of them, 30 soybean varieties were susceptible to 2 varieties with yellow coat, and 8 varieties with black coat were resistant to race 4 of SCN. The results showed there was significant variance in resistance among soybean varieties. The main variance in resistance appeared at first between resistant and susceptible soybean varieties. Second appeared among susceptible soybean varieties to race 4. The resistance of resistant germplasms were quite stable. The resistant change of them to race of SCN fitted normal distribution. The more stable soybean varieties was, the more stronger soybean varieties was in resistance to race 4 of SCN. However the resistance of weak resistant soybean varieties to race 4 of SCN was easily changed by the surrounding environment. The broad heritability of resistant soybean varieties to race 4 of SCN was about 53.9 percentage.

Key words Soybean ; Soybean Cyst Nematode; Parent; Identify resistance