

大豆种质资源对大豆孢囊线虫 1、3 和 4 号生理小种的抗性鉴定*

大豆种质抗孢囊线虫鉴定研究协作组**

提 要

1986—1990年,对全国10,000余份大豆种质进行了大豆孢囊线虫(SCN)1, 3和4号生理小种的抗性鉴定。鉴定结果,抗SCN1号生理小种的品种128份,其中免疫的16份;抗3号小种的品种288份,其中免疫的30份;抗4号小种的11份,无免疫品种。兼抗1、3和4号小种的有4份,免疫和抗病的品种基本是小黑豆类型,多来自山西、河北,其次为陕西和山东。

关键词 大豆(*Glycine max*);大豆孢囊线虫(*Heterodera glycines*);抗性鉴定

大豆孢囊线虫(*Heterodera glycines* Ichinohe)是我国东北和黄淮海两个大豆主产区的重要病害,仅黑龙江、吉林、辽宁、山西、河南和安徽6省初步统计,受害面积就达150万公顷(吴和礼等,1989)。据估计,受害轻者减产10%左右,严重的地块甚至绝产。除中国外,美国、加拿大、哥伦比亚、苏联、日本、朝鲜、印度尼西亚等国都有发生。

美国于1954年在北卡罗来纳州Costle Hayne首次发现SCN,Golden等(1970)鉴别出1—4号生理小种,5号小种首先在日本发现(Inagaki,1979),Anand(1983)报道了6号小种,陈品三等(1987)首先发现了7号小种。我国SCN生理小种分布研究结果,黑龙江、吉林省以3号小种为主,辽宁省以1号小种为主,黄淮海地区则以4号小种为主(刘维志等,1984;刘汉起等,1985)。山东省的小种较复杂,有1、2、4、5和7号小种,皖北有4、5号小种陈品三等,1987;邢邯,1989)。

防治SCN一般采用以轮作,药剂处理和抗病品种相结合的综合措施,应用抗病品种最为经济有效。选育抗病品种,首先要筛选抗源。Ross等(1957)从2800份大豆中鉴定出

* 国家“七五”重点科技攻关项目,编号75—01—02—04—08

** 协作组由中国农科院品种资源所,山西省农科院品种资源所黑龙江省农科院大豆所,沈阳农业大学植保系,辽宁省铁岭大豆所,吉林省白城农科所,安徽省蒙城大豆所组成。本文由常汝镇,刘维志执笔,陈品三研究员审阅此文,谨致谢忱。

本文于1991年12月3日收到。This paper was received on Dec. 3, 1991.

Peking、P190763 等抗病品种,先后育成了抗 SCN1、3 和 4 号小种的生产品种(Hartwig 1981;Anand,1986;Noel,1986)。日本筛选出下田不知等抗源,育成了线虫不知、铃姬等品种(福井,1981)。80 年代以来,美国继续进行大规模的筛选,Anand(1986)对 9153 份国外引入品种进行抗性鉴定,筛选出一批抗不同生理小种的抗源,其中 P1437654 抗 1—5 号小种。

近 10 年来,我国学者也进行了 SCN 生理小种的鉴定研究和抗源筛选(吴和礼等,1982;刘维志等,1985;张仁双等,1985;刘汉起等,1985;刘晔等,1987;陈品三等,1987;李莹等,1987),鉴定出一些抗 SCN 的小黑豆,但鉴定标准未统一,有的未按小种进行鉴定。1986—1990 年,组织了 SCN 鉴定研究协作组,对 10,000 余份大豆种质按统一鉴定方法和分级标准进行抗性鉴定研究,以了解我国大豆种质资源的抗性水平。

材料和方法

一、大豆种质来源

每年由中国农科院品种资源所统一征集种子,分发给鉴定单位,鉴定材料均为编入《中国大豆品种资源目录》的品种,分别来自黑龙江、吉林、辽宁、北京、内蒙古、山西、山东、河南、安徽、江苏、陕西、甘肃、宁夏、湖北和贵州等省(市、区),包括东北和北方春大豆,黄淮海夏大豆及南方大豆产区的部分品种。

二、SCN 生理小种类型及鉴定地点

在我国根据对生理小种分化及分布的研究,SCN 以 1、3 和 4 号小种分布较广,危害也大,分布地区也较明确。因此,确定对 SCN1 号小种抗性鉴定由沈阳农大植保系和辽宁省铁岭大豆研究所承担,鉴定地点在 1 号小种重发区的辽宁省康平县和黑山县;3 号小种的鉴定由黑龙江省农科院大豆所和吉林省白城地区农科所承担,分别在黑龙江省安达市和吉林省白城市进行鉴定;4 号小种的鉴定由山西省农科院品种资源所、中国农科院品种资

表 1 各地 SCN 在鉴别寄主上的反应及生理小种类型

Table 1 Reaction of differential host and types of races of SCN in different location

地 点 Location	鉴别寄主及反应 Differential host and reaction					生理小种 Race
	Pickett	Peking	P188788	P190763	Lee	
康 平	0.0(-)	0.3(-)	4.0(-)	0.0(-)	38.5(+)	1
铁 岭	病土来源同上					1
安 达	0.0(-)	0.0(-)	0.3(-)	0.0(-)	33.5(+)	3
白 城	2.0(-)	0.3(-)	2.2(-)	1.3(-)	47.0(+)	3
太 原	67.6(+)	33.6(+)	22.7(+)	32.0(+)	107.4(+)	4
殳 山	15.0(+)	30.5(+)	18.3(+)	23.1(+)	33.5(+)	4
蒙 城	16.8(+)	0.0(-)	24.1(+)	0.0(-)	30.1(+)	5

源所及安徽省蒙城大豆研究所承担,分别在山西省太原市和安徽省殳山县进行鉴定。安徽

省蒙城大豆所还在蒙城县对部分材料进行了 5 号小种的鉴定研究。各地 SCN 生理小种类型在鉴别品种上的反应如表 1。

三、鉴定方法

采用大田病圃和病土盆栽方法进行筛选,初筛表现抗病的材料再进行重复鉴定或异地鉴定,以进一步确定其抗性及稳定性。

(一)田间鉴定 田间鉴定采用土壤孢囊分布均匀的重病地块进行,病圃每百克风干土的孢囊含量平均在 30—50 个或更多。东北地区各鉴定点 5 月上中旬春播,山西太原在 4 月下或 5 月上旬春播,安徽砀山在 6 月上中旬夏播。播种时,每品种播一行,每 30—50 行设抗感对照品种,抗病对照用 Peking 和当地抗病品种,感病对照用 Lee 及当地感病品种。每年各鉴定点在病圃种植一套 SCN 生理小种鉴别品种,以监测病圃的生理小种类型。播后 5—6 周于 SCN 第一代显囊盛期调查大豆根部的孢囊数量,每品种随机调查 5—10 株,记录全根量的白色雌虫数量,以平均数代表该品种每株根系上的孢囊数。

(二)病土盆栽鉴定 病土取自发病严重的病圃,土壤孢囊含量要求同病圃(每百克风干土孢囊量 30 个以上),病土充分混合,装入直径 15cm 的花盆,每盆留苗 3—5 株,每品种播 3 盆,播后 5—6 周扣盆调查每株根系的孢囊数。

四、鉴定分级标准

各鉴定单位采用统一的大豆胞囊线虫抗性鉴定分级标准(表 2),这一标准与美国分级标准相似(Anand, 1983)。

表 2 大豆品种抗 SCN 的鉴定分级标准

Table 2 Grade standard of SCN evaluation in soybean varieties

级 别 Grade	每株根系上的平均孢囊数 Av. No. of cyst on root/plant	抗性等级 Level of resistance
0	0.0	免疫(IM)
1	0.1—3.0	抗(R)
3	3.1—10.0	中抗(MR)
5	10.1—30.0	感(S)
7	30.1 以上	高感(HS)

结果和讨论

一、大豆种质资源对 SCN1、3 和 4 号生理小种的抗感病性

五年来,对 10,000 余份大豆种质,经过大田病圃鉴定,初筛表现抗病的材料,进行病土盆栽复筛或异地鉴定,确定了各品种的抗感病性级别(表 3)。结果表明,中国大豆种质资源对 SCN 的抗性在品种间存在着明显差异。对 10,117 份大豆种质进行的 1 号小种的筛选结果,免疫的 16 份,占鉴定材料数的 0.16%,抗病(1 级)的 112 份,占 1.11%,对 1 号免疫品种中对 3 号小种也免疫的 1 份,也抗 3 号小种的 6 份。现将免疫品种列于表 4,以供

病理和育种研究利用时参考。

表 3 中国大豆种质资源 SCN 抗性鉴定分级结果

Table 3 Result of evaluation of resistance to SCN in soybean germplasm in China

生理小种 Race	各抗性级别品种数 Number of varieties with different grade of resistance					总 数 Total
	0	1	3	5	7	
1	16	112	4087	4265	1637	10117
3	30	258	2657	6210	1012	10167
4	0	11	505	5457	4058	10031

表 4 对 SCN1 号小种表现免疫的品种及若干性状

Table 4 Immune varieties to SCN race 1 and their characters

品种名称 Variety	原产地 Origin	生育日数 Days of growth	粒 色 Seedcoat color	百 粒 重 100-seed weight	3号小种孢囊数 Cyst No. of race 3	4号小种孢囊数 Cyst No. of race 4
长粒黑	辽宁喀左	149	黑	10.5	0.4	13.4
大黑豆	山西繁峙	132	黑	16.0	14.4	78.0
黑 豆	山西五寨	142	黑	13.1	0.2	2.6
引蔓子黑豆	山西汾西	148	黑	8.9	12.0	24.0
小颗黑	山西霍县	148	黑	8.5	—	65.7
圆黑豆	山西右玉	147	黑	17.0	4.4	104.6
黑 豆	山东潍坊	103	黑	12.1	0.1	29.8
大屯小黑豆	河北新城	129	黑	9.6	1.5	27.2
大黑豆	河北满城	105	黑	8.6	0.2	41.4
小黑豆	河北蠡县	99	黑	9.5	0.0	19.6
大黑豆	河北隆尧	102	黑	8.8	0.2	2.4
大黑豆	河北内丘	102	黑	13.5	—	—
落叶黑豆	山西朔县	110	黑	9.9	—	25.5
黑滚豆	山西保德	155	黑	24.5	36.0	97.0
黑荚糙	山西长治	129	黑	10.8	—	3.8
三股条黑豆	陕西府谷	150	黑	11.0	—	—

对 10,167 份大豆种质进行的 SCN3 号小种的筛选结果,筛选出免疫品种 30 份(表 5),占鉴定材料数的 0.29%,抗病(1 级)品种 258 份,占 2.54%。免疫品种中对 1 号小种抗病的 7 份,其中蠡县小黑豆对 1 号小种也表现免疫。对 4 号小种抗病的 2 份。

表 5 对 SCN3 号小种表现免疫的品种及若干性状
Table 5 Immune varieties to SCN race 3 and their characters

品种名称 Variety	原产地 Origin	生育日数 Days of growth	粒 色 Seedcoat color	百 粒 重 100-seed weight	1 号小种孢囊数 Cyst No. of race 1	4 号小种孢囊数 Cyst No. of race 4
顺义黑豆	北京顺义	138	黑	11.7	0.1	48.8
赤不流黑豆	山西五寨	130	黑	11.0	6.0	2.8
灰皮支黑豆	山西兴县	151	黑	12.5	2.0	0.5
黑滚豆	山西静乐	148	黑	16.5	3.3	10.3
平顶小黑豆	山西阳曲	147	黑	12.1	10.9	12.7
平顶山	山西榆次	142	黑	10.8	5.0	21.5
小黑豆	山东曹县	118	黑	12.1	—	15.0
八月炸	陕西君宜	106	黑	8.6	21.4	38.8
小粒黑豆	河北肃宁	102	黑	8.9	4.0	37.4
黑 豆	河北肃宁	105	黑	9.4	0.6	21.0
黑 豆	河北饶阳	107	黑	8.0	0.2	38.8
大黑豆	河北满城	100	黑	8.8	10.0	39.4
黑 豆	河北蠡县	107	黑	7.6	8.0	24.8
小黑豆	河北蠡县	99	黑	9.5	0.0	19.6
八月忙	河北内丘	102	黑	9.2	14.9	30.8
菜黄豆	山西代县	120	黑	17.6	5.7	28.2
黑 豆	山西太原	158	黑	6.0	6.6	14.8
黑 豆	山西娄烦	134	黑	10.0	14.1	12.8
王庄黑豆	山西榆社	158	黑	9.5	12.6	33.7
二黑豆	山西壶关	150	黑	9.5	7.4	19.0
黑 豆	山西夏县	155	黑	3.0	—	29.7
黑 豆	山西夏县	158	黑	5.5	9.9	21.5
黑 豆	山西平陆	158	黑	7.5	5.3	24.7
红芪豆	山西陵川	152	褐	8.5	10.0	20.3
大 豆	山东惠民	112	黑	6.6	30.0	34.9
茶 豆	山东惠民	110	褐	6.3	0.1	22.8
茶 豆	山东邹平	110	褐	7.5	0.2	41.8
黑 豆	陕西府谷	151	黑	10.0	2.5	—
蒙 8206	安徽蒙城	110	黄	13.1	3.6	16.3
蒙 81104	安徽蒙城	106	黑	8.9	—	14.2

对 10,031 份大豆种质进行的 SCN4 号小种的鉴定结果,未发现免疫品种,抗病的 11

份,占鉴定材料数的 0.11%(表 6)。结果表明,大豆品种对 SCN4 号小种具有抗性的品种显著少于抗 1、3 号小种的品种。抗 4 号小种的品种同时兼抗 1、3 号小种的有 4 份,即五寨黑豆、灰皮支黑豆、隆尧大黑豆和吴堡黑黑豆。此外,兼抗 1 号和 3 号小种的各 1 份。

表 6 抗 SCN4 号小种的品种及若干性状

Table 6 Resistant varieties to SCN race 4 and their characters

品种名称 Variety	原产地 Origin	生育日数 Days of growth	粒 色 Seedcoat color	百粒重 100-seed weight	4号小种 孢囊数 Cyst No. of race 4	1号小种孢囊数 Cyst No. of race 1	3号小种孢囊数 Cyst No. of race 3
黑 豆	山西五寨	142	黑	13.1	2.6	0.0	0.2
赤不流黑豆	山西五寨	130	黑	11.0	2.8	6.0	0.0
大黑豆	山西山阴	140	黑	22.5	1.9	77.0	16.3
灰皮支黑豆	山西兴县	151	黑	12.5	0.5	2.0	0.0
阜 439	安徽皖北	115	褐	14.0	2.5	—	—
阜 443	安徽皖北	115	褐	14.9	2.6	—	—
大黑豆	河北隆尧	102	黑	8.8	2.4	0.0	0.2
黑 豆	山西交城	142	黑	11.6	1.8	50.0	4.2
本地黑豆	陕西府谷	150	黑	11.7	1.3	—	—
元钵黑豆	陕西榆林	155	黑	11.0	0.7	0.2	—
黑黑豆	陕西吴堡	159	黑	13.5	2.4	0.1	0.8

二、粒色与抗性的关系

对 SCN1 号小种免疫的品种 16 份,全部为黑豆,抗 1 号小种的品种 112 份,黑豆占 68.8%(77 份);对 SCN3 号小种免疫的品种 30 份,黑豆占 26 份,抗 3 号小种的 258 份,黑豆占 87.2%(225 份);对 SCN4 号小种表现抗病的 11 份,9 份是黑豆。其次表现抗病的是褐豆。褐豆抗 1 号小种的 10 份,对 3 号小种免疫的 3 份,抗的 18 份,对 4 号小种抗的 2 份(表 7)。上述结果表明,抗 SCN 的品种主要是黑豆,其次是褐豆。这与国外的研究结果是一致的(Anand 等,1984;Anand,1986;Hartwig,1981;Noel,1986;Riggs,1988)。这是因为抗 SCN 的基因之一 Rhg4 与控制深色种皮基因 i 紧密连锁(Matson 等,1965)。i 基因存在,可使黑色或褐色遍及全种皮而成黑豆或褐豆。所以抗 SCN 的品种绝大多数为黑豆或褐豆,黄豆极少。但有些黄豆品种根系上的孢囊数在 3.1—10.0 之间,属中抗类型。当前的抗性鉴定标准是用数量性状来表示抗或感的质的差异,各级别的孢囊数量界限是人为划定的,这种界限本来是模糊的。因此,黄种皮的中抗品种如果抗性稳定,综合农艺性状较好,育种家可用其为亲本,以选育对 SCN 抗病或耐病的品种。

三、SCN 抗性资源的地理分布

中国大豆种质资源对 SCN 的抗性,除存在明显的品种差异外,还存在着明显的区域性差异(表 8)。抗 SCN 各生理小种的种质主要来源于山西、河北和陕西,其次是黄淮夏大豆区的山东(表 4、5、6)。抗病品种主要来源地是我国的小黑豆产地,这一地区土地瘠薄,干旱少雨,小黑豆为当地长期栽培的地方品种,具有对不良条件的适应性。同时,这里又是

表 7 不同粒色大豆抗 SCN 各抗性等级品种数

Table 7 Number of varieties of different level of resistance to SCN
in soybeans with different seed coat color

粒 色 Seedcoat color	小 种 Race	各抗性等级品种数 Number of varieties with different grade of resistance					总 数 Total
		0	1	3	5	7	
黄 Yellow	1	0	12	2110	2721	1030	5873
	3	1	6	1360	3943	621	5931
	4	0	0	330	3468	2029	5827
绿 Green	1	0	11	486	492	235	1224
	3	0	3	322	793	154	1272
	4	0	0	40	621	528	1189
黑 Black	1	16	77	982	592	187	1852
	3	26	225	653	757	120	1781
	4	0	9	82	880	894	1865
褐 Brown	1	0	10	360	318	113	801
	3	3	18	221	492	79	813
	4	0	2	38	367	395	802
双 Bi-colored	1	0	2	149	142	72	365
	3	0	6	101	225	38	370
	4	0	0	15	121	212	348
合计 Total	1	16	112	4087	4265	1637	10117
	3	30	258	2657	6210	1012	10167
	4	0	11	505	5457	4058	10031

SCN 疫区,对大豆品种具有很强的选择压力,经过长期的自然选择和人工选择,抗 SCN 的变异材料得以保留下来,成为抗 SCN 的资源。

东北地区为 SCN3 号和 1 号小种的疫区,故而有 3 号和 1 号小种的抗性材料,但没有抗 4 号小种的材料,说明 SCN 小种的存在是其抗性资源形成的条件。南方大豆中贵州有些品种表现抗病,但还未见贵州有 SCN 的报道,贵州或南方其它省份是否有 SCN 的侵染,尚须进行深入调查。

四、大豆品种对多小种的兼抗性和小种鉴别品种问题

经生理小种测定,安徽蒙城的 SCN 为 5 号小种(表 1),安徽省蒙城大豆所对 907 份大豆品种进行了 5 号小种的筛选鉴定,筛选出抗 5 号小种的五寨黑豆、赤不流黑豆、山阴大黑豆、灰皮支黑豆、宿县小黑豆、蒙 8118 等。这样前述兼抗 1、3、4 号小种的五寨黑豆和灰皮支黑豆也是兼抗 1、3、4 和 5 号生理小种的珍贵资源。到目前为止,美国仅筛选出 PI437654 一份材料兼抗 1—5 号小种,其原产地为中国。

表 8 不同地区大豆品种各抗性级别的品种数
Table 8 Number of soybean varieties of different level of
resistance to SCN in different areas

地 区 Areas	小 种 Race	各抗性等级品种数 Number of varieties with different level of resistance					总 数 Total
		0	1	3	5	7	
东北春豆区 Northeast	1	1	3	423	1825	197	2431
	3	0	11	89	2097	224	2421
	4	0	0	1	1496	977	2474
北方春豆区 Northern	1	13	80	2127	1291	539	4050
	3	24	223	1277	1953	529	4006
	4	0	6	20	1525	2431	3982
黄淮夏豆区 Huang & Hai	1	2	20	1203	856	374	2455
	3	6	24	977	1429	113	2549
	4	0	5	480	1659	411	2555
南方大豆区 Southern	1	0	9	334	293	545	1181
	3	0	0	314	731	146	1191
	4	0	0	4	777	239	1020

我国是大豆原产地,生态环境复杂,大豆类型多样,抗性资源丰富,SCN 的生理分化也会比较复杂。上万份大豆品种分生理小种的鉴定结果,为挑选 SCN 生理小种鉴别品种或辅助鉴别品种提供了条件。从 Golden 等提出的鉴别品种中 P188788 对各小种的反应看,作为鉴别寄主品种似不够完善,这可能与当时缺少 4 号小种抗源有关。本研究结果,下述几个品种可以作为辅助鉴别品种试用,兼抗 1、3、4 和 5 号生理小种的五寨黑豆和灰皮支黑豆可以用来鉴别发现新的生理小种,山阴大黑豆对 1 号小种感病性有较强的识别能力,交城黑豆对 4 号小种抗病性有较强的识别能力(表 9)。今后应在已鉴定的基础上继续进行测定,以估计它们作为辅助鉴别品种的价值。

表 9 若干大豆品种对 SCN 几个生理小种的反应
Table 9 Reaction of several soybean varieties to races of SCN

品种名称 Varieties	对 SCN 生理小种的反应 Reaction to races of SCN			
	1	3	4	5
五寨黑豆 Wuzhai heidou	—(抗)	—	—	—
灰皮支黑豆 Huipizhi heidou	—	—	—	—
山阴大黑豆 Shanyin daheidou	+(感)	—	—	—
交城黑豆 Jiaocheng heidou	+	+	—	+

参 考 文 献

- [1] 刘晔等,1987,沈阳农业大学学报 18(4):41-44
- [2] 刘汉起等,1985,大豆科学 4(2):131-135
- [3] 刘维志等,1984,沈阳农学院学报 15(2):75-78
- [4] 刘维志等,1985,中国农业科学 (4):25-29
- [5] 邢邯,1989,南京农业大学硕士论文
- [6] 李莹等,1987,大豆科学 6(4):272-287
- [7] 陈品三等,1987,中国农业科学 20(2):97
- [8] 吴和礼等,1982,中国农业科学 (6):19-24
- [9] 吴和礼等,1989,大豆科学 8(3):227-232
- [10] 张仁双等,1985,大豆科学 4(2):137-140
- [11] 福井重郎,1981,国外农学—大豆 (1):1-4
- [12] Inagaki,1979,日本线虫学杂志 9:1-4
- [13] Anand, S. C. , et al, 1983, Soybean Genet. Newsl. 10:63-66
- [14] Anand, S. C. . et al. 1984, Plant Disease 68:593-585
- [15] Anand, S. C. . et al, 1986, J. of Nematology 18:195-199
- [16] Anand, S. C. , 1986, Cyst Nematode 269-274
- [17] Golden, A. M. . et al, 1970, Plant Dis. Reporter 54:544-546
- [18] Hartwig, E. E. , 1981, Plant Disease 65:303-307
- [19] Matson, A. L. , et al, 1965, Crop Sci. 5:477
- [20] Noel, G. R. , 1986, Cyst Nematode 257-268
- [21] Riggs, R. D. . et al, 1988, Annals Appl. Nematology 2:70-76
- [22] Ross, J. P. , et al. 1957, Plant Dis. Reporter 4:923-924

EVALUATION OF SOYBEAN GERMPLASM FOR RESISTANCE TO RACE
1, 3 AND 4 OF THE SOYBEAN CYST NEMATODE

Coordinative Group of Evaluation of SCN

Abstract

During 1986-1990, more than 10,000 accessions of soybean germplasm in Chian were evaluated for their resistance to the races 1, 3 and 4 of soybean cyst nematode (SCN), *Heterodera glycines*, by growing them in infasted soil and counting the number of white female cyst on the roots 5-6 weeks after planting. Results showed that 128 soybean accessions were resistant to race 1 of SCN and 16 accessions with immunity; (no any cyst on the root); 288 accessions resistant to race 3 and 30 accessions with immunity; 11 accessions resistant to race 4. Four accessions were resistant to the race 1, 3 and 4 of SCN. Most of accessions resistant to SCN were small seed with black seedcoat and came from Shanxi, Hebei, Shanxi and Shandong.

Key words Soybean (*Glycine max*), Soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*), Evaluation of resistance