

新育成大豆品种对 SMV 和 SCN 的抗性评价

王大刚¹, 卢为国², 马莹¹, 刘宁¹, 陈珊宇¹, 郑桂杰¹, 杨中路¹, 刘若森¹, 智海剑¹

(1. 南京农业大学大豆研究所, 国家大豆改良中心, 作物遗传与种质创新国家重点实验室, 江苏南京 210095; 2. 河南省农业科学院棉花油料作物研究所, 河南郑州 450002)

摘要:在接种我国大豆产区主要流行 SMV 株系 SC-3 及 SC-7 和 SCN 1 号生理小种的条件下, 对新育成的参加 2004~2007 年国家及江苏、北京、山东等省市大豆区试的品种分别进行了抗性评价。结果表明: 在抗 SMV 鉴定的 334 个品种中, 对 SC-3 抗性较好(高抗和抗病)的品种数有 148 个, 占参试品种数的 44.31%; 对 SC-7 抗性较好的有 71 个, 占参试品种数的 21.26%。同时对 2 个株系抗性表现较好的有 55 个, 占参试品种数的 16.47%。这些抗性较好的品种既可用于大豆生产, 也可作为抗源用于抗病品种选育和与抗性相关的研究。研究还显示, 来自于西北和黄淮海大豆产区的参试品种一般抗性较好。抗 SCN 鉴定的 193 个大豆品种中, 未发现高抗品种, 中抗品种有 25 个, 占 12.92%。汾 9877-10、邯 601、蒙 9793-1、沧豆九号等 7 个品种兼抗 SMV 和 SCN 2 种病害。

关键词:品种; 大豆花叶病毒; 大豆胞囊线虫; 抗性评价

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2009)06-0949-05

Evaluation of Resistance of Soybean Cultivars to Soybean Mosaic Virus and Soybean Cyst Nematode

WANG Da-gang¹, LU Wei-guo², MA Ying¹, LIU Ning¹, CHEN Shan-yu¹, ZHENG Gui-jie¹, YANG Zhong-lu¹, LIU Ruo-miao¹, ZHI Hai-jian¹

(1. Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University, National Center for Soybean Improvement/National Key Laboratory for Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095, Jiangsu; 2. Institute of Cotton and Oil Crop Sciences, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract: The Soybean Mosaic Virus (SMV) and Soybean Cyst Nematode (SCN) are two important diseases which affect the improvement of soybean yield and quality. The resistance to SMV and SCN of 334 and 193 cultivars from the soybean regional test in 2004-2007 was evaluated after inoculation with two SMV prevalent strains, i. e. SC-3 and SC-7 and SCN Race 1. The results showed that 148 (44.31%) and 71 (21.26%) cultivars were resistance to strains SC-3 and SC-7 respectively, 55 (16.47%) cultivars were resistance to both SC-3 and SC-7. These resistance cultivars can not only be used directly in soybean production, but also be used as resistance resources in breeding programs. The study also showed that the cultivars from Northwest China and Huang-Huai-Hai valleys were more resistant to SMV than those from the other regions. The evaluation of resistance of 193 cultivars from Huang-Huai-Hai valleys to SCN was conducted, 25 cultivars were moderate resistance, accounting 12.92% of the total. Resistance of 95 soybean cultivars from Huang-Huai-Hai valleys to SMV and SCN was evaluated in 2007. The results showed that 9 cultivars such as Jiyi 43, He 99-35, BN102, Cangdou 9 were found to have a better resistance to the two diseases.

Key words: Cultivars; Soybean Mosaic virus; Soybean cyst nematode; Resistance evaluation

大豆花叶病毒 (Soybean Mosaic Virus, SMV) 和大豆胞囊线虫 (Soybean Cyst Nematode, SCN) 病是影响我国大豆产量及品质的 2 类最主要病害, 流行范

围很广。SMV 流行年份可造成减产 25%~60%, 严重时甚至绝产。SMV 不但影响大豆的产量, 还可造成病株籽粒上出现褐斑, 影响大豆的外观品质。大

收稿日期: 2009-04-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30571176); 国家科技支撑计划资助项目 (2006BAD01A04); 国家高技术研究发展计划资助项目 (2006A10A111); 高等学校创新引智计划资助项目 (B08025)。

第一作者简介: 王大刚 (1979-), 男, 博士, 现从事大豆抗病遗传育种研究工作。

通讯作者: 智海剑, 教授, 博士生导师。E-mail: zhj@njau.edu.cn。

豆胞囊线虫病在我国东北和黄淮海大豆产区危害严重,是仅次于大豆花叶病毒病的第二大病害^[1],一般发病减产30%左右,严重时减产达50%以上。

培育和推广抗病品种是目前大豆生产上控制SMV和SCN危害最为经济有效的方法,因此,培育同时兼抗2种病害的品种更具有现实意义。大豆品种对SMV和SCN的抗性是审定新品种的重要指标,为给新品种的选育提供抗性种质以及为品种审定提供依据,课题组对近几年参加国家及部分省市区域试验的大豆品种针对SMV流行株系SC-3及SC-7和SCN优势1号生理小种进行了抗病性鉴定,以期对抗SMV和SCN育种以及品种审定提供相关信息。

1 材料与方法

1.1 供试大豆品种

对国内各育种单位选育的参加2004~2007年国家和部分省市大豆区域试验的334个品种进行抗SMV鉴定,并对黄淮海大豆产区的193个品种进行抗SCN鉴定。

1.2 供试SMV株系和SCN生理小种

选用国内大豆产区主要流行SMV株系SC-3和SC-7,其中SC-3是黄淮海和长江流域大豆产区的弱毒优势株系,SC-7是黄淮海、长江流域以及北方春大豆产区的强毒优势株系^[2];抗SCN鉴定选用在我国黄淮海部分产区流行的胞囊线虫1号生理小种^[3]。

1.3 接种方法

对SMV抗性鉴定接种参照智海剑等的方法^[4]。抗SCN鉴定参照卢为国等的方法^[5]。

表1 不同来源的品种对SMV株系抗性反应类型的分布

Table 1 Varieties of different resistance types to SMV strains from different sources

品种来源 Source of cultivars	SC-3						SC-7					
	HR	R	MR	MS	S	HS	HR	R	MR	MS	S	HS
国家区试品种 National regional test	16	63	32	26	15	12	3	38	46	36	15	26
省市区试品种 Local regional test	15	54	22	36	15	28	2	28	28	40	29	43
合计 Total	31	117	54	62	30	40	5	66	74	76	44	69

HR:高抗,R:抗病,MR:中抗,MS:中感,S:感病,HS:高感

HR:high resistance,R:resistance,MR:moderate resistance,MS:moderate susceptible,S:susceptible,HS:high susceptible

表2中列出了部分大豆品种接种2个大豆花叶病毒株系之后的抗性反应。从表中可以看出,各个大豆品种接种同一个病毒株系,以及同一大豆品种接种不同的病毒株系之后,其抗性存在差异,由此说明品种和株系间存在相互作用。对SC-3和SC-7具

1.4 品种抗性分级标准

SMV抗性鉴定时,主要考察各品种接种SMV后的症状类型、发病率、病级,在此基础上计算病情指数^[6]。单株病情分级标准参照Zhi等的方法^[7]。将花叶、坏死2种类型分别考虑,各分为5级,如在同一植株上同时出现花叶、坏死2种症状,病级取级别高者。

品种抗性分类根据病情指数按6级标准进行。高抗:无可见系统症状,病情指数为0;抗病:病情指数在1%~20%之间;中抗:病情指数在21%~35%之间;中感:病情指数在36%~50%之间;感病:病情指数在51%~70%之间;高感:病情指数大于70%。

抗SCN鉴定按Schmitt和Shannon提出的胞囊指数法进行分级:高抗:胞囊指数1%~10%;中抗:胞囊指数11%~30%;中感:胞囊指数31%~60%;高感:胞囊指数大于60%。

2 结果与分析

2.1 大豆品种对SMV的抗性鉴定

在供试的334个品种中,抗病品种的数量在2个SMV株系间的分布有显著差异(表1),对SC-3抗性较好(高抗和抗病)的品种数达到148个,占参试品种总数的44.31%;对SC-7抗性较好的有71个,占参试品种总数的21.26%。同时对2个病毒株系抗性表现较好的品种有55个,占参试品种数的16.47%。对SMV株系SC-3和SC-7抗性较差(高感和感病)的品种数分别为70和113个,占参试品种数的20.96%和33.83%。

有质量抗性(无系统症状)的品种如中作017020、潍豆5248等,是质量抗性育种及抗性遗传和抗性基因标记定位研究的抗源;除此之外还有对SC-3具有质量抗性,对SC-7具有数量抗性的品种如晋遗43、中作50365-1和浙1216等,其抗性是2种抗性的叠

表 2 参试大豆品种对 SMV 和 SCN 的抗性反应结果
Table 2 Reaction of resistance of soybean cultivars to SMV strains and SCN

品种 Cultivars	来源 Source	SC-3		SC-7		SCN		品种 Cultivars	来源 Source	SC-3		SC-7		SCN	
		DI	RR	DI	RR	CI	RR			DI	RR	DI	RR	CI	RR
中作 017020 Zhongzuo 017020	京 Jing	0	HR	0	HR	91	HS	中品 02-5031 Zhongpin 02-5031	冀 Ji	13	R	24	MR	37	MS
晋遗 43 Jinyi 43	陕 Shan	0	HR	13	R	39	MS	泛豆 3 号 Fandou 3	豫 Yu	14	R	8	R	89	HS
蒙 9434 Meng 9434	苏 Su	0	HR	33	MR	79	HS	BN102	冀 Ji	15	R	23	MR	26	MR
晋豆 19 号 Jindou 19	陕 Shan	0	HR	50	MS	77	HS	周豆 17 Zhoudou 17	苏 Su	16	R	22	MR	84	HS
徐 9416-6 BXu 9416-6B	苏 Su	2	R	12	R	76	HS	鲁黄一号 Luhuang 1	豫 Yu	18	R	9	R	75	HS
石豆 411 Shidou 411	豫 Yu	2	R	17	R	72	HS	荷豆 14 号 Hedou 14	豫 Yu	19	R	24	MR	58	MS
汾 9877-10 Fen 9877-10	冀 Ji	4	R	18	R	22	MR	汾豆 79 号 Fendou 79	豫 Yu	19	R	25	MR	44	MS
郑 97196 Zheng 97196	苏 Su	4	R	21	MR	51	MS	荷 01-13 He 01-13	苏 Su	20	R	25	MR	32	MS
泛豆 4 号 Fandou 4	豫 Yu	4	R	45	MS	21	MR	中作 J4015 Zhongzuo J4015	冀 Ji	20	R	30	MR	44	MS
B0514	陕 Shan	4	R	60	S	58	MS	荷 99-35 He 99-35	苏 Su	20	R	68	S	22	MR
冀豆 16 号 Jidou 16	豫 Yu	5	R	22	MR	92	HS	临 747 Lin 747	苏 Su	22	MR	9	R	20	MR
中黄 24 Zhonghuang 24	苏 Su	6	R	9	R	34	MS	淮 05-06 Huai 05-06	苏 Su	25	MR	10	R	100	HS
邯 601 Han 601	苏 Su	6	R	16	R	24	MR	石豆 502 Shidou 502	冀 Ji	25	MR	17	R	72	HS
06B15	豫 Yu	7	R	21	MR	40	MS	06B2	陕 Shan	25	MR	17	R	78	HS
蒙 9793-1 Meng 9793-1	苏 Su	7	R	22	MR	23	MR	阜豆 99118 Fudou 99118	豫 Yu	32	MR	45	MS	22	MR
沧豆 9 号 Cangdou 9	冀 Ji	8	R	29	MR	29	MR	商豆 6 号 Shangdou 6	苏 Su	38	MS	31	MR	27	MR
汾豆 56 号 Fendou 56	豫 Yu	9	R	7	R	81	HS	荷 99-34 He 99-34	苏 Su	44	MS	47	MS	25	MR
晋大 74 号 Jinda 74	陕 Shan	9	R	25	MR	45	MS	潍豆 5248 Weidou 5248	鲁 Lu	0	HR	0	HR		
06B12	冀 Ji	9	R	47	MS	61	HS	中作 50365-1 Zhongzuo 50365-1	鲁 Lu	0	HR	13	R		
汾 9908-3-4 Fen 9908-3-4	豫 Yu	10	R	3	R	53	MS	浙 1216 Zhe 1216	苏 Su	0	HR	16	R		
阜豆 97211-76 Fudou 97211-76	苏 Su	10	R	7	R	68	HS	贡豆 2038 Gongdou 2038	川 Chuan	0	HR	18	R		
邯 603 Han 603	豫 Yu	11	R	8	R	31	MS	贡豆 205-1 Gongdou 205-1	川 Chuan	0	HR	22	MR		
晋遗 39 Jinyi 39	豫 Yu	11	R	8	R	49	MS	鲁黄 2 号 Luhuang 2	鲁 Lu	0	HR	25	R		
中品 03-5368 Zhongpin 03-5368	豫 Yu	11	R	16	R	46	MS	SD205	川 Chuan	0	HR	64	S		
06B7	苏 Su	11	R	23	MR	28	MR	奎丰 4 号 Kuifeng 4	鄂 E	0	HR	76	HS		
汾豆 78 Fendou 78	陕 Shan	12	R	11	R	75	HS	桂 M32 Gui M32	粤 Yue	75	HS	100	HS		
郑 9805 Zheng 9805	苏 Su	13	R	7	R	64	HS	AGS292	鄂 E	91	HS	100	HS		
济 5075 Ji 5075	豫 Yu	13	R	15	R	53	MS	福豆 310 Fudou 310	闽 Min	94	HS	94	HS		
中作 00-683 Zhongzuo 00-683	冀 Ji	13	R	23	MR	37	MS	绥 03-339 Sui 03-339	鄂 E	100	HS	87	HS		

DI:病情指数,RR:抗性结论,CI:胞囊指数,HR:高抗,R:抗病,MR:中抗,MS:中感,S:感病,HS:高感

DI:disease index,RR:resistance result,CI:cyst index,HR:high resistant,R:resistant,MR:moderate resistant,MS:moderate susceptible,S:susceptible,HS:high susceptible

合^[8]。另外还有徐 9416-6B、阜豆 97211-76 和郑 9805 等品种虽然对 2 个病毒株系都表现为系统感染,不具有质量抗性,但病情指数较低,具有较好数量抗性,可以作为数量抗性遗传育种研究计划中的抗源^[8]。

将参加国家区试的品种根据来源地区,品种播种类型以及所在的大豆产区进行抗性分析(表 3),结果表明,西北大豆产区的 12 个大豆品种接种 SC-3 和 SC-7 株系后平均病情指数分别为 12.67% 和 29.50%;黄淮海大豆产区的大豆品种接种 SC-3 和 SC-7 株系后平均病情指数分别为 17.57% 和 26.75%,显示西北大豆产区和黄淮海大豆产区的参试大豆品种对 SMV 的抗性表现较好;长江流域的大豆品种接种 SC-3 和 SC-7 后的平均病情指数分别为 31.32% ~ 40.09% 和 41.0% ~ 42.62%,表明该地区的大多数参试品种对 SC-3 和 SC-7 的抗性相对较差;参加西南山区、热带亚热带和鲜食大豆组的品种平均病情指数大都在 40% 以上,参试品种对参试株系多数表现感病,其主要原因可能是所选用的 2 个 SMV 株系为非当地流行的优势株系或在当地不存

表 3 不同来源的大豆品种接种 SMV 后的病情指数

Table 3 Disease index of the cultivars from different sources/%

品种来源 Source of cultivars	SC-3	SC-7	平均 Average
西北春大豆组 Northwest spring sowing	12.67	29.50	21.09
黄淮海夏大豆组 Huang-Huai-Hai summer sowing	17.57	26.75	22.16
长江流域春大豆组 Yangtze valley spring sowing	31.23	42.62	36.93
长江流域夏大豆组 Yangtze valley summer sowing	40.09	41.0	40.55
西南山区春大豆组 Southwest spring sowing	33.08	51.69	42.39
热带亚热带地区春大豆组 Southern China tropical spring sowing	47.00	62.30	54.65
热带亚热带地区夏大豆组 Southern China tropical summer sowing	33.57	67.29	50.43
鲜食大豆春播组 Cultivars for vegetable spring sowing	32.56	65.78	49.17
鲜食大豆夏播组 Cultivars for vegetable summer sowing	44.00	44.80	44.40
平均 Average	32.42	47.97	40.20

在,由于没有对应病毒株系的选择压力,相应的抗病基因容易丢失。

2.2 大豆品种对 SCN 的抗性鉴定

2004 ~ 2007 年对来自山东、河北、河南等黄淮海大豆产区的 193 个品种(表 4)进行抗 SCN 鉴定,结果未发现高抗品种,仅有 25 个品种对大豆胞囊线虫 1 号生理小种表现中抗,占供试品种数的 12.95%,其余都为中感或高感品种,占供试品种数的 87.05%。在 25 个中抗品种中,抗性表现较好的有汾 9877-10、泛豆 4 号、邯 601、蒙 9793-1、荷 99-35、临 747 和阜豆 99118(表 2)。研究发现随着对大豆抗病育种的重视和加强,抗性品种数呈逐年增加的趋势(表 4)。

2.3 兼抗 SMV 和 SCN 大豆品种的筛选

2007 年在对 SMV 和 SCN 抗性鉴定的同时,注重兼抗 2 种病害品种的筛选。在参鉴的 75 个品种中,鉴定出汾 9877-10、邯 601、蒙 9793-1、沧豆九号、06B7、BN102 和临 747 共 7 个既抗 SMV 又抗 SCN 的品种(表 2),占当年对 SMV 和 SCN 鉴定品种的 9.33%,说明选育兼抗 SMV 和 SCN 大豆品种是可行的。

表 4 不同年份大豆品种抗 SCN 的类型分布

Table 4 Distribution of resistance of cultivars to

抗性类别 Resistance type	SCN in soybean									
	品种数及比率 No. and ratio of cultivar/%								合计 Total	
	2004		2005		2006		2007			
中抗品种 Moderate resistant	0	0	5	2.59	6	3.11	14	7.25	25	12.95
中感品种 Moderate susceptible	7	3.63	21	10.88	22	11.40	23	11.92	73	37.83
高感品种 High susceptible	22	11.40	17	8.81	18	9.32	38	19.69	95	49.22
总数 Total	29	15.03	43	22.28	46	23.83	75	38.86	193	100

3 讨论

与以往抗性鉴定结果^[4,9-11]相比,来自山东、河北、河南等黄淮海地区的新品种对 SMV 的抗性较好,这与以往的结果相一致。可能是因为黄淮海地区是 SMV 的高发地区,病毒株系复杂,且致病力强,所以在病害流行的选择压力下,该地区育成的品种累积了大量抗性基因,从而表现出较好的抗性。接种 2 个 SMV 株系后,西北大豆生态区的 12 个大豆

品种的平均病情指数较低,显示参试品种抗性较好。由于以前针对西北大豆产区抗 SMV 研究较少,该试验鉴定的西北大豆产区品种数也仅有 12 个,其抗性是否能代表该地区品种的抗性,还需要扩大样本数量做进一步研究。

以往针对 SMV 和 SCN 分别进行抗性鉴定的研究较多^[3-4,9-15],同时对 2 种病害进行抗性鉴定的研究较少^[16]。鉴定出 7 个兼抗 SMV 和 SCN 的品种(表 2),可为培育兼具 2 种抗性的大豆品种提供抗性种质。

参考文献

- [1] 颜清上,王连铮.大豆胞囊线虫基础研究[J].大豆科学,1996,15(4):345-350. (Yan Q S, Wang L Z. Fundamentals studies on soybean resistance to *Heterodera glycines* [J]. Soybean Science, 1996, 15(4): 345-350.)
- [2] 王修强,盖钧镒,濮祖芹.黄淮和长江中下游地区大豆花叶病毒株系鉴定与分布[J].大豆科学,2003,22(2):102-106. (Wang X Q, Gai J Y, Pu Z Q. Classification and distribution of strain groups of soybean mosaic virus in middle and lower Huang-Huai and Changjiang valleys[J]. Soybean Science, 2003, 22(2): 102-106.)
- [3] 卢为国,盖钧镒,李卫东.黄淮地区大豆胞囊线虫生理小种的抽样调查与研究[J].中国农业科学,2006,39(2):306-312. (Lu W G, Gai J Y, Li W D. Sampling survey and identification of races of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe) in Huang-Huai valleys [J]. Scientia Agricultural Sinica, 2006, 39(2): 306-312.)
- [4] 智海剑,盖钧镒,陈应志,等.2002~2004 年国家大豆区试品种对大豆花叶病毒抗性的评价[J].大豆科学,2005,24(3):190-192. (Zhi H J, Gai J Y, Chen Y Z, et al. Evaluation of resistance to SMV of the entries in the national uniform soybean tests (2002-2004) [J]. Soybean Science, 2005, 24(3): 190-192.)
- [5] 卢为国,盖钧镒,郑永战,等.大豆遗传图谱的构建和抗胞囊线虫(*Heterodera glycines* Ichinohe)的 QTL 分析[J].作物学报,2006,32(9):1272-1279. (Lu W G, Gai J Y, Zheng Y Z, et al. Construction of a soybean genetic linkage map and mapping QTLs resistant to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe) [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2006, 32(9): 1272-1279.)
- [6] 智海剑,盖钧镒,何小红.大豆对 SMV 数量(程度)抗性的综合分级方法研究[J].大豆科学,2005,24(2):5-11. (Zhi H J, Gai J Y, He X H. Study on methods of classification of quantitative resistance to soybean mosaic virus in soybean [J]. Soybean Science, 2005, 24(2): 5-11.)
- [7] Zhi H J, Gai J Y. Performances and germplasm evaluation of quantitative resistance to soybean mosaic virus in soybeans[J]. Agricultural Science in China, 2004, 3(4): 247-253.)
- [8] 智海剑,盖钧镒.大豆对 SMV 数量抗性的表现形式与种质鉴定[J].中国农业科学,2004,37(10):1422-1427. (Zhi H J, Gai J Y. Performances and germplasm evaluation of quantitative resistance to soybean mosaic virus in soybeans[J]. Scientia Agricultural Sinica, 2004, 37(10): 1422-1427.)
- [9] 杨崇良,尚佑芬,李长松,等.我国北方地区大豆品种资源对大豆花叶病毒抗性鉴定[J].山东农业科学,1995(5):22-25. (Yang C L, Shang Y F, Li C S, et al. Identification of resistance of soybean cultivars to soybean mosaic virus in northern China [J]. Shandong Agricultural Science, 1995(5): 22-25.)
- [10] 白丽,李凯,陈应志,等.部分国家和省(市)区试品种对大豆花叶病毒的抗性分析[J].中国油料作物学报,2007,29(1):86-89. (Bai L, Li K, Chen Y Z, et al. Evaluation of resistance to soybean mosaic virus of cultivars from soybean national and local regional test [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29(1): 86-89.)
- [11] 杨华,李凯,杨清华,等.国内部分新品种对大豆花叶病毒抗性的鉴定[J].华北农学报,2008,23(增刊):1-4. (Yang H, Li K, Yang Q H, et al. Evaluation of resistance to soybean of cultivars from soybean national and local regional test in 2004-2006 [J]. Acta Ariculture Boreali-Sinica, 2008, 23(Supplement): 1-4.)
- [12] 王月明,侯春燕,张孟臣,等.河北省推广大豆品种对 6 个 SMV 株系的抗性鉴定[J].华北农学报,2006,21(增刊):183-186. (Wang Y M, Hou C Y, Zhang M C, et al. Soybean cultivars resistance identification to six strains of soybean mosaic virus major planted in Hebei province [J]. Acta Ariculture Boreali-Sinica, 2006, 21(Supplement): 183-186.)
- [13] 徐刚,郜李斌,陶波,等.大豆资源对大豆花叶病毒病(SMV)东北 3 号及黄淮 7 号株系的抗性研究[J].东北农业大学学报,2008,39(10):11-14. (Xu G, Gao L B, Tao B, et al. Study on resistance of soybean germplasm to SMV3 and SC7 [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2008, 39(10): 11-14.)
- [14] 邢邯,盖钧镒,赵经荣,等.大豆抗胞囊线虫 1 号生理小种种质的鉴定[J].中国农业科学,1999,32(增刊):89-93. (Xing H, Gai J Y, Zhao J R, et al. Identification of soybean germplasms with resistance to race1 of soybean cyst nematode [J]. Scientia Agricultural Sinica, 1999, 32(Supplement): 89-93.)
- [15] 李楠,李明姝,颜秀娟,等.大豆新品种(系)对大豆胞囊线虫 3 号生理小种的抗性鉴定[J].吉林农业科学,2008,33(2):34-35. (Li N, Li M S, Yan X J, et al. Evaluation of resistance of soybean germplasm to race3 of soybean cyst nematode [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2008, 33(2): 34-35.)
- [16] 武天龙,曹越平,吴宗璞,等.大豆抗 SMV1、SCN3 基因聚合选择方法的研究[J].中国油料作物学报,2001,23(2):6-10. (Wu T L, Cao Y P, Wu Z P, et al. A discussion on program for selection methods of anti-SCN3 and anti-SMV1 gene polymerized of soybean [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2001, 23(2): 6-10.)