

国家大豆区域试验品种对 SMV 和 SCN 的抗性分析

李 凯¹, 刘志涛¹, 李海朝², 张 锴¹, 王成坤¹, 任 锐¹, 卢为国², 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:人工接种我国黄淮、长江流域及南方大豆产区流行 SMV 株系 SC3、SC7 和 SC15、SC18 及黄淮海流行 SCN 1 号生理小种, 对国内主要育种单位近年来选育的参加 2010~2012 国家大豆新品种区域试验的 122 个参试品种进行抗性鉴定和评价。结果表明: 对 SC3 表现较好抗性(高抗、抗病)的品种 32 个, 占接种该株系品种总数的 32%, 对 SC7 表现较好抗性的品种 34 个, 占接种该株系品种总数的 34%, 同时对 SC3 和 SC7 表现较好抗性的品种 22 个, 占接种 2 个株系品种总数的 22%; 对 SC15 表现较好抗性的品种 3 个, 占接种该株系品种总数的 13.6%, 对 SC18 表现较好抗性的品种 3 个, 占接种该株系品种总数的 13.6%, 同时对 SC15 和 SC18 表现较好抗性品种的 2 个, 占接种 2 个株系品种总数的 9.09%; 近 10 年 SMV 抗性鉴定结果分析表明, 我国抗 SMV 育种水平有所提高, 新培育的中抗品种比率显著增加, 感病品种比率下降。SCN 抗性鉴定结果显示, 仅沧豆 11 为高抗, 高感品种 34 个, 分别占参试品种总数的 1.96% 和 66.67%, 其余为中间型(中抗和中感)。近 10 年 SCN 抗性鉴定结果显示我国抗 SCN 育种水平没有明显改善。鉴定出鲁 98011-14、沧豆 11、开豆 41、鲁 97013-1 兼抗 SMV 和 SCN 两种病害。

关键词:大豆; 大豆花叶病毒; 大豆胞囊线虫; 抗性鉴定; 抗性评价

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2013)02-0670-06

Resistance to Soybean Mosaic Virus and Soybean Cyst Nematode of Soybean Cultivars from China National Soybean Uniform Trials

LI Kai¹, LIU Zhi-tao¹, LI Hai-chao², ZHANG Kai¹, WANG Cheng-kun¹, REN Rui¹, LU Wei-guo², 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, China; 2. Institute of Cotton and Oil Crop Sciences, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Soybean Mosaic Virus (SMV) and soybean cyst nematode (SCN) are the two most important diseases causing soybean yield loss and seed quality deterioration. A total of 122 soybean cultivars, which were from the national soybean regional trials of China during 2010-2012, were evaluated for resistance to SMV and SCN at seedling stage in a net room with ahid-free inoculated with 4 prevalent SMV strains, SC3, SC7 and SC15, SC18 and SCN Race 1. The results showed that 32, 34 and 22 soybean cultivars were resistant to SC3, SC7 and both, accounting for 32%, 34% and 22% of the soybean cultivars inoculated with the corresponding strain(s), respectively; 3, 3 and 2 soybean cultivars were resistant to SC15, SC18 and both, accounting for 13.6%, 13.6% and 9.09% of the soybean cultivars inoculated with the corresponding strain(s), respectively. The results of identification of resistance for SMV from 2003 to 2012 showed that some progress of soybean breeding for SMV resistance had been made, the ratio of moderate resistant soybean cultivars increased while susceptible cultivars decreased significantly. The results of identification for SCN resistance of 51 soybean cultivars from HuangHuaiHai valleys showed that only one soybean cv. Cangdou 1 was high resistant, 34 were high susceptible cultivars, accounting for 1.96% and 66.67% of the total, respectively, and the other were moderate resistance and susceptible cultivars. The ten years' results of identification of resistance for SCN showed that little progress of soybean breeding for SCN resistance had been made. Soybean cv. Lu 98011-14, Cangdou 11, Kaidou 41 and Lu 97013-1, were resistant to both SMV and SCN.

Key words: Soybean; Soybean Mosaic Virus (SMV); Soybean cyst nematode (SCN); Identification for resistance; Evaluation for resistance

大豆花叶病毒 (Soybean Mosaic Virus, SMV) 和大豆胞囊线虫 (soybean cyst nematode, SCN) 病是我国大豆生产上两类主要病害, 严重影响大豆产量和品质。SMV 流行年份可造成大豆减产 35%~

50%^[1], 严重年份可造成绝产。大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^[2], 一般发病减产 30% 左右, 严重时减产达 50% 以上。培育和推广种植抗

收稿日期: 2013-05-15

基金项目: 国家自然科学基金(31101164, 31171574); 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-004); 转基因生物新品种培育科技重大专项(2008ZX08004-004); 南京农业大学青年科技创新基金(KJ2010002); 江苏高校优势学科建设工程资助项目; “十二五”农村领域国家科技计划(2011BAD35B06-4)。

第一作者简介: 李凯(1979-), 男, 博士, 讲师, 主要从事大豆抗病遗传育种研究。E-mail: kail@njau.edu.cn。

通讯作者: 智海剑(1957-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事大豆抗病遗传育种研究。E-mail: zhj@njau.edu.cn。

病品种是防治 SMV 和 SCN 最经济有效的方法。

品种的抗性鉴定可以为抗性遗传机制研究和抗病品种选育提供抗源,因此,国内外学者都十分重视优异抗性资源的筛选,并在该方面做了大量研究^[3-9]。我国自 2003 年起将大豆品种对 SMV 和 SCN 的抗性列入国家大豆新品种审定的主要指标之一。大豆品种对 SMV 抗性分为抗侵染和抗扩展两类。抗侵染主要表现为大豆不受 SMV 系统侵染,不产生可见症状。这类抗性具有株系专化性。一旦生产上流行株系发生改变,品种的抗性可能“丧失”;抗扩展表现为不能完全抵抗 SMV 的侵染,因而出现系统症状,但潜育期较长,发病缓慢,症状较轻,产量损失较小^[10]。两类抗性品种在大豆生产上均具有应用价值。

本研究通过接种我国黄淮海、长江流域及南方 SMV 流行株系和黄淮大豆产区 SCN 流行生理小种,对 2010~2012 年来自黄淮海、长江流域、热带亚热带等 10 个国家大豆区域试验参试组别品种进行抗性鉴定,并对近 10 年参试品种对 SMV、SCN 抗性资料进行了整理分析,旨在鉴定我国最新育成大豆品种对 SMV、SCN 抗性,分析我国对两种病害抗性育种的成效,为抗 SMV 和 SCN 育种及抗性遗传研究提供抗性种质,并为品种审定提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 大豆品种 122 份供试大豆品种来自国内主要育种单位选育的参加 2010~2012 年国家大豆品种区域试验的最新育成品种,覆盖我国 6 个大豆生态区 20 余个省(市、自治区)^[11],其中热带亚热带地区春、夏大豆组 22 个参试品种鉴定 SC15 和 SC18 株系的抗性,其余 100 个品种均鉴定对 SC3 和 SC7 的抗性;对 51 份来自黄淮海夏大豆组的参试品种同时进行对 SCN 的抗性鉴定。

1.1.2 SMV 株系和 SCN 生理小种 SC3 和 SC7 是我国黄淮海和长江流域大豆产区主要流行 SMV 株系^[12],SC7 致病性强于 SC3;SC15 和 SC18 为我国热带亚热带大豆产区主要流行 SMV 株系^[13],SC15 为强致病力株系。以上 4 个 SMV 株系均为南京农业大

学国家大豆改良中心智海剑课题组分离鉴定。

SCN 1 号生理小种是我国黄淮大豆产区主要生理小种之一^[14],由河南省农业科学院卢为国研究员分离保存。

1.2 方法

1.2.1 大豆品种对 SMV 的抗性鉴定 对 SMV 的抗性鉴定参照智海剑等^[8]的方法,分级标准参照 Zhi 等^[15]的病情指数(disease index,DI)方法并略作改动:高抗(HR):DI=0;抗病(R):1% < DI < 20%;中抗(MR):21% < DI < 35%;中感(MS):36% < DI < 50%;感病(S):51% < DI < 70%;高感(HS):DI > 70%。

1.2.2 大豆品种对 SCN 的抗性鉴定 抗 SCN 鉴定参照卢为国等^[16]的方法,分级标准按 Schmitt 和 Shannon 的胞囊指数(index of parasitism,IP)方法进行:高抗(HR):IP < 10%;中抗(MR):10% < IP < 30%;中感(MS):30% < IP < 60%;高感(HS):IP > 60%。

1.3 数据分析

采用 Excel 2010 对数据进行初步整理分析,SAS 9.2 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 参试品种对 SMV 的抗性鉴定

方差分析结果显示,122 个参试大豆品种接种不同 SMV 株系后品种间抗性(病情指数)存在极显著差异($P < 0.000\ 1$),这与品种是否携带抗性基因及抗性基因种类和数目有关。对 SC3 表现高抗、抗病的品种有 32 个,占接种该株系品种总数 32%;对 SC7 表现高抗、抗病的品种 34 个,占接种该株系品种总数的 34%;同时对 SC3 和 SC7 表现高抗、抗病的品种 22 个,占接种 2 个株系品种总数 22%;对 SC15 表现高抗、抗病的品种 3 个,占接种该株系品种总数 13.6%;对 SC18 表现高抗、抗病的品种 3 个,占接种该株系品种总数 13.6%;同时对 SC15 和 SC18 表现高抗、抗病的品种 2 个,占接种 2 个株系品种总数 9.09%;对 SC3、SC7、SC15 和 SC18 表现感病、高感品种分别有 3、13、3、2 个,分别占接种相应株系品种总数 3%、13%、13.6% 和 9.09%。其余为中抗、中感品种(图 1,表 1)。

表 1 部分抗性较好参试品种对 SMV 和 SCN 抗性鉴定结果

Table 1 Reactions of partial soybean cultivars from national uniform soybean trials resistance to SMV and SCN

参试组别 Tested groups	参试品种 Cultivars	SMV SC3		SMV SC7		SMV SC15		SMV SC18		SCN 1	
		DI	RL	DI	RL	DI	RL	DI	RL	IP	RL
黄淮海夏大豆(北片)	中作 J8023 Zhongzuo J8023	15	R	13	R	-	-	-	-	118	HS
Huanghuaihai summer planting	石 718 Shi 718	19	R	13	R	-	-	-	-	174	HS
soybean region(North)	晋大 74 Jinda 74	20	R	10	R					76	HS
	中作 J7018 Zhongzuo J7018	13	R	8	R	-	-	-	-	123	HS
	鲁 98011-14 Lu 98011-14	10	R	16	R	-	-	-	-	32	MR

续表 1

参试组别 Tested groups	参试品种 Cultivars	SMV SC3		SMV SC7		SMV SC15		SMV SC18		SCN 1	
		DI	RL	DI	RL	DI	RL	DI	RL	IP	RL
黄淮海夏大豆(中片)	中黄 37 Zhonghuang 37	7	R	6	R	—	—	—	—	159	HS
Huanghuaihai summer planting	中作 J8023 Zhongzuo J8023	15	R	13	R	—	—	—	—	118	HS
soybean region(Middle)	沧豆 11 Cangdou 11	27	MR	23	MR	—	—	—	—	14	HR
	冀 10B8 Ji 10B8	17	R	21	MR	—	—	—	—	118	HS
	冀豆 19 Jidou 19	34	MR	18	R	—	—	—	—	56	MS
	石 718 Shi 718	19	R	13	R	—	—	—	—	174	HS
	开豆 41 Kaidou 41	30	MR	21	MR	—	—	—	—	22	MR
	濮豆 955 Pudou 955	10	R	13	R	—	—	—	—	134	HS
	鲁 97013-1 Lu 97013-1	28	MR	35	MR	—	—	—	—	32	MR
黄淮海夏大豆(南)	中作 J8023 Zhongzuo J8023	15	R	13	R	—	—	—	—	118	HS
Huanghuaihai summer planting	冀 09B5 Ji 09B5	33	MR	15	MR	—	—	—	—	70	MS
soybean region(South)	商豆 0912 Shangdou 0912	13	R	11	R	—	—	—	—	136	HS
	潍豆 80410 Weidou 80410	13	R	28	MR	—	—	—	—	81	HS
	中作 103 Zhongzuo 103	18	R	15	R	—	—	—	—	74	HS
	晋遗 59 Jinyi 59	19	R	12	R	—	—	—	—	67	MS
	兴豆 2 号 Xingdou 2	17	R	10	R	—	—	—	—	68	MS
长江流域春大豆	冀豆 17 Jidou 17	12	R	10	R	—	—	—	—	—	—
Yangtze river spring	圣贡 519 Shengong 519	23	MR	26	MR	—	—	—	—	—	—
planting soybean region	天隆一号(CK1) Tianlong 1(CK1)	30	MR	30	MR	—	—	—	—	—	—
长江流域夏大豆区	中作 X96328 Zhongzuo X96328	13	R	28	MR	—	—	—	—	—	—
Yangtze river valley summer	南圣 270 Nansheng 270	14	R	10	R	—	—	—	—	—	—
planting soybean region	淮豆 11 Huaidou 11	10	R	24	MR	—	—	—	—	—	—
	蒙 11-1 Meng 11-1	17	R	26	MR	—	—	—	—	—	—
西南山区春大豆区	冀豆 17 Jidou 17	12	R	10	R	—	—	—	—	—	—
Southwest mountainous spring	中作 X96328 Zhongzuo X96328	13	R	28	MR	—	—	—	—	—	—
planting soybean region	南圣 1148 Nansheng 1148	33	MR	5	R	—	—	—	—	—	—
	贡 606-17 Gong 606-17	18	R	15	R	—	—	—	—	—	—
鲜食大豆春播组	辽 04M03-5 Liao04M03-5	20	MR	17	R	—	—	—	—	—	—
Vegetable soybean cultivars	浙 H0526 Zhe H0526	10	R	14	R	—	—	—	—	—	—
for spring sowing	浙 98002 Zhe 98002	15	R	19	R	—	—	—	—	—	—
	浙鲜 5 号(CK) Zhexian 5(CK)	30	MR	30	MR	—	—	—	—	—	—
鲜食大豆夏播组	周鲜 1 号 Zhouxian 1	11	R	16	R	—	—	—	—	—	—
vegetable soybean Cultivars											
for summer sowing											
热带亚热带春大豆区	桂 0737-1 Gui 0737-1	—	—	—	—	34	MR	29	MR	—	—
Tropical and subtropical	中黄 19 Zhonghuang 19	—	—	—	—	10	R	0	HR	—	—
spring planting soybean Regions	福豆 2182 Fudou 2182	—	—	—	—	29	MR	31	MR	—	—
热带亚热带夏大豆区	粤夏 2011-2 Yuexia 2011-2	—	—	—	—	20	MR	16	R	—	—
Tropical and subtropical	南充 F7256-1-3 Nanchong F7256-1-3	—	—	—	—	20	R	20	R	—	—
summer planting soybean regions	贡秋豆 702 Gongqiudou 702	—	—	—	—	28	MR	24	MR	—	—
	贡秋豆 5104 Gongqiudou 5104	—	—	—	—	33	MR	35	MR	—	—

DI:病情指数;IP:胞囊指数;RL:抗性级别。

DI:disease index(%);IP:index of parasitism(%);RL:resistant level. HR:highly resistant;MR:moderately resistant;R:resistant;HS:highly susceptible;MS:mid susceptible;S:susceptible. The same below.

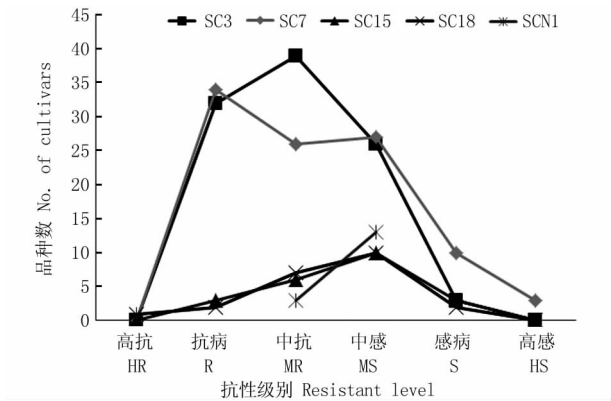


图 1 122 个国家大豆区域试验参试品种对 SMV 和 SCN 的抗性分布

Fig.1 Resistance distribution of 122 soybean cultivars to SMV and SCN from national soybean uniform trials of China

按参试品种来源地区、播期类型及所属生态区^[11]进行抗性分析(表 2)表明:接种 SMV SC3 和 SC7 后,平均病情指数由低到高依次为黄淮海夏大豆北片(24.68%),黄淮海夏大豆南片(27.18%),黄淮海夏大豆中片(28.09%),鲜食春大豆(30.36%),长江流域夏大豆(32.05%),西南山区春大豆(33.45%),长江流域春大豆(35.19%)和鲜食

表 2 不同来源参试品种接种 SMV 株系后病情指数

Table 2 Disease index of tested soybean cultivars after inoculation with SMV(%)

品种来源 Sources of cultivars	品种数 No. of cultivars	SC3	SC7	SC15	SC18	平均 Average
黄淮海夏大豆(北片) Huanghuaihai summer planting soybean region(North)	14	26.86	22.5	—	—	24.68
黄淮海夏大豆(中片) Huanghuaihai summer planting soybean region(Middle)	17	27.12	29.06	—	—	28.09
黄淮海夏大豆(南片) Huanghuaihai summer planting soybean region(South)	20	25.60	28.75	—	—	27.18
长江流域春大豆 Yangtze river spring planting soybean region	8	34.38	36.00	—	—	35.19
长江流域夏大豆区 Yangtze river valley summer planting soybean region	19	27.47	36.63	—	—	32.05
西南山区春大豆区 Southwest mountainous spring planting soybean Region	9	34.67	32.22	—	—	33.45
鲜食大豆春播组 vegetable soybean cultivars for spring sowing	7	28.43	32.29	—	—	30.36
鲜食大豆夏播组 vegetable soybean cultivars for summer sowing	6	33.0	49.17	—	—	41.09
热带亚热带春大豆区 Tropical and subtropical spring planting soybean regions	12	—	—	45.50	41.58	43.54
热带亚热带夏大豆区 Tropical and subtropical summer planting soybean regions	10	—	—	33.90	29.90	31.90

2.4 我国近 10 年大豆抗 SMV、SCN 育种进展

对 2003 ~ 2012 年参加国家大豆区域试验的 1 113 个品种接种 SC3 抗性鉴定结果分析发现,中间型品种比例大幅增加至 40% ~ 70%;抗病型品种比例没有明显变化,只是年度间有一定波动;感病型品种比例大幅减少(表 3,图 2)。说明近 10 年我国大豆抗 SMV 育种水平有所提高。对 2003 ~ 2012 参

夏大豆(41.09%)。由此看出黄淮海地区的参试品种抗性较好,这可能与黄淮海地区 SMV 危害较重,在 SMV 选择压力下选择的品种积累了大量抗性基因有关。该结论与前人报道结果^[8-9,17-18]一致。接种 SMV SC15 和 SC18 后,热带亚热带春大豆区平均病情指数(43.54%)明显高于热带亚热带夏大豆区(31.90%),是否存在规律有待进一步加大试验样本进行验证。

2.2 参试品种对 SCN 抗性鉴定结果

51 份来自黄淮海夏大豆组参试品种 SCN 抗性鉴定结果(表 1)表明:高抗品种仅有沧豆 11,高感品种 34 个,占参试品种总数 66.67%,其余为中间型(中抗和中感)。由此看出,我国抗 SCN 育种有待进一步加强。

2.3 兼抗 SMV 和 SCN 大豆品种筛选

鉴于黄淮海大豆生产易同时遭受 SMV 和 SCN 的危害,本研究在对 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 51 个品种中,鉴定出鲁 98011-14、沧豆 11、鲁 97013-1、开豆 41 共 4 个兼抗 SMV 和 SCN 的品种。说明选育兼抗 SMV 和 SCN 大豆品种是可行的。

加国家黄淮海夏大豆区域试验的 543 个品种接种 SCN 1 鉴定结果分析发现,抗病型品种比例一直处于 10% 以下;感病型品种一直保持在较高水平,个别年份甚至达到 90.32%;中间型品种比例变化较小,但年度间有一定波动(表 3,图 3)。说明我国黄淮海大豆抗 SCN 育种有待进一步加强。

表 3 2003 ~ 2012 年国家大豆品种区域试验参试品种对 SMVSC3 和 SCN1 的抗性分布

Table 3 Reactions of 543 soybean cultivars from national soybean uniform trials of China during 2003-2012 to SMV SC3 and SCN1

年份 Year	抗病型(高抗+抗病) Resistance type(HR+R)		中间型(中抗+中感) Moderate type(MR+MS)		感病型(感病+高感) Susceptible type(S+HS)		总数 Total	
	SMV SC3	SCN 1	SMV SC3	SCN 1	SMV SC3	SCN 1	SMV SC3	SCN 1
2003	40,57.97	0,0.00	25,36.23	12,75.00	4,5.80	4,25.00	69	16
2004	36,46.15	0,0.00	16,20.51	3,9.68	26,33.33	28,90.32	78	31
2005	37,36.27	0,0.00	35,34.31	26,60.47	30,29.41	17,39.53	102	43
2006	41,35.65	0,0.00	24,20.87	27,60.00	50,43.48	18,40.00	115	45
2007	72,46.75	0,0.00	65,42.21	37,47.44	17,11.04	41,52.56	154	78
2008	26,23.64	3,4.35	79,71.82	39,56.52	5,4.55	27,39.13	110	69
2009	55,41.04	6,7.41	65,48.51	11,13.58	14,10.45	64,79.01	134	81
2010	42,30.43	0,0.00	90,65.22	9,11.84	6,4.35	67,88.16	138	76
2011	26,23.01	1,1.89	77,68.14	20,37.74	10,8.85	32,60.38	113	53
2012	32,32.00	1,1.96	65,65.00	16,31.37	3,3.00	34,66.67	100	51
平均 Average	41,37.29	1,1.56	54,47.28	20,40.36	17,15.43	33,58.08		

表中数据的品种数目及其百分比。

The data in the table are number and percentage of soybean cultivars.

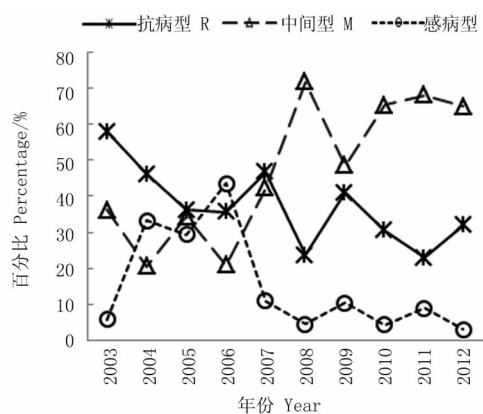


图 2 2003 ~ 2012 年国家大豆品种区域
试验参试品种对 SC3 抗性分布

Fig. 2 Resistance distribution of soybean cultivars
to SC3 from national soybean uniform trials of
China during 2003-2012

3 讨论

从对 SMV 株系的鉴定结果可以看出,同一个品种接种不同 SMV 株系,抗性存在一定差异,方差分析显示差异不显著。这是因为这些品种的抗性为抗扩展,属于数量抗性,其抗性没有明显的株系专化性,品种对各 SMV 株系的抗性没有明显差别。本研究中仅发现中黄 19 对 SC18 株系表现抗侵染,对 3 个流行株系 SC3、SC7 和 SC15 表现较好数量抗性,可作为抗性遗传、基因定位及抗病育种的抗源。本研究没有发现对 SC3、SC7 和 SC15 这 3 个株系表现抗侵染的品种。此外,中作 J8023、中作 J7018、冀豆

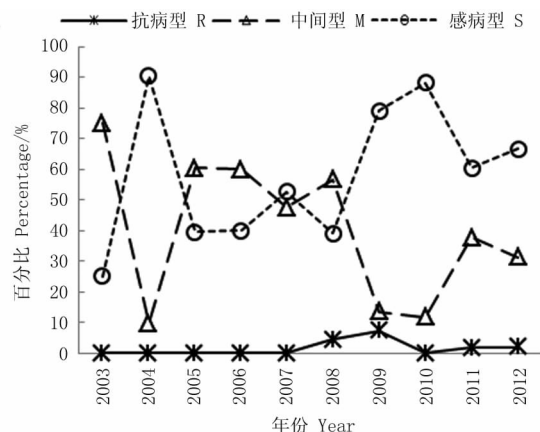


图 3 2003 ~ 2012 年国家大豆品种区域
试验参试品种对 SCN1 抗性分布

Fig. 3 Resistance distribution of soybean
cultivars to SCN1 from national soybean
uniform trials of China during 2003-2012

17,南圣 270 等 22 个品种对 SC3 和 SC7 具有较好抗扩展能力,是数量抗性遗传、QTL 定位及数量抗性育种重要抗源^[15,19]。

122 份参试大豆品种接种不同 SMV 株系后,其抗性呈近似正态分布,高抗和高感这种极端类型品种数量比较少,中抗、中感这类一般(中间)型品种较多,这与目前国内大豆育种过程中的选择方法有直接关系。国内育种单位很少对 SMV 抗性进行人工接种鉴定来选择针对株系的专化抗性,所以很难培育出高抗品种。多数育种单位根据自然发病条件下的田间 SMV 抗性表现来选择,严重感病材料多数在田间选择时已遭淘汰,所以,高感品种也较少。

中选的一般是抗性处于中抗类型的材料,因此中间型材料较多。

近 10 年选育的主要大豆品种中,感 SMV 品种数目在减少,比例保持在 10% 以下,中抗、中感型品种数量大幅增加,抗病品种数量基本保持稳定,说明我国抗 SMV 育种水平有一定程度提高,但仍需努力提高抗病和高抗类型品种数量。感 SCN 品种数量一直较多,抗病品种极少,说明 10 年来我国抗 SCN 育种水平进展不大,这是因为育种单位的选种圃一般设立在没有发生 SCN 的土地上,而又没有另外建立病圃针对 SCN 进行选择。

参考文献

- [1] Ross J P. Effect of aphid-transmitted *Soybean Mosaic Virus* on yields of closely related resistant and susceptible soybean lines[J]. *Crop Science*, 1977, 17: 869-872.
- [2] 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.)
- [3] Cho E K, Goodman R M. Evaluation of resistance in soybean to *Soybean Mosaic Virus* strains[J]. *Crop Science*, 1982, 22: 1133-1136.
- [4] 濮祖芹,曹琪. 大豆品种(品系)对大豆花叶病毒六个株系的抗性反应[J]. *南京农学院学报*, 1983(3): 41-45. (Pu Z Q, Cao Q. Resistance of soybean cultivars (lines) to six *Soybean Mosaic Virus* strains [J]. *Journal of Nanjing Agricultural College*, 1983 (3): 41-45.)
- [5] 盖钧镒,胡蕴珠,崔章林,等. 大豆资源对 SMV 株系的抗性鉴定[J]. *大豆科学*, 1989, 8(4): 323-330. (Gai J Y, Hu Y Z, Cui Z L, et al. An evaluation of resistance of soybean germplasm to strains of *Soybean Mosaic Virus* [J]. *Soybean Science*, 1989, 8 (4): 323-330.)
- [6] 郑翠明,常汝镇,邱丽娟,等. 大豆种质资源对 SMV3 号株系的抗性鉴定[J]. *大豆科学*, 2000, 19(4): 299-305. (Zheng C M, Chang R Z, Qiu L J, et al. Identification the resistance of soybean germplasm to SMV3 [J]. *Soybean Science*, 2000, 19(4): 299-305.)
- [7] 王修强,盖钧镒,喻德跃,等. 大豆品种(品系)对黄淮和长江中下游地区 SMV 株系群的抗性反应[J]. *大豆科学*, 2003, 22(4): 241-245. (Wang X Q, Gai J Y, Yu D Y, et al. Identification of sources of soybeans resistant to new SMV strain groups in middle and lower Huang-Huai and Changjiang valleys [J]. *Soybean Science*, 2003, 22(4): 2471-245.)
- [8] 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): 189-193. (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): 189-193.)
- [9] 王大刚,卢为国,马莹,等. 新育成大豆品种对 SMV 和 SCN 的抗性评价[J]. *大豆科学*, 2009, 28(6): 949-953. (Wang D G, Lu W G, Ma Y, et al. Evaluation of resistance of soybean cultivars *Soybean Mosaic Virus* and soybean cyst nematode [J]. *Soybean Science*, 2009, 28(6): 949-953.)
- [10] 智海剑,盖钧镒,何小红. 大豆对 SMV 抗侵染与抗扩展的遗传分析[J]. *作物学报*, 2005, 31(10): 1260-1264. (Zhi H J, Gai J Y, He X H. Inheritance of resistance in infection and resistance in development to *Soybean Mosaic Virus* in soybeans [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2005, 31(10): 1260-1264.)
- [11] 盖钧镒,汪越胜. 中国大豆品种生态区域划分的研究[J]. *中国农业科学*, 2001, 34(2): 139-145. (Gai J Y, Wang Y S. A study on the varietal eco-regions of soybeans in China [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2001, 34(2): 139-145.)
- [12] 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.)
- [13] Li K, Yang Q H, Zhi H J, et al. Identification and distribution of *Soybean Mosaic Virus* strains in southern China [J]. *Plant Disease*, 2010, 94: 351-357.
- [14] 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 Agricultura Sinica*, 2006, 39 (2): 306-312.)
- [15] Zhi H J, Gai J Y. Performances and germplasm evaluation of quantitative resistance to *Soybean Mosaic Virus* in soybeans [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 3(4): 247-253.
- [16] 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]. *Acta Agronomica Sinica*, 2006, 32(9): 1272-1279.)
- [17] 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 SMV of cultivars from soybean national and local regional test [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2007, 29(1): 86-89.)
- [18] 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): 252-255. (Yang H, Li K, Yang Q H, et al. Evaluation of resistance to SMV of cultivars from soybean national and local regional test in 2004-2006 [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2008, 23(Supplement): 252-255.)
- [19] 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 Agricultura Sinica*, 2004, 37(10): 1422-1427.)