

大豆新品系抗 SMV 鉴定及其抗性来源分析

黄志平,李杰坤,王维虎,胡国玉,吴 倩,王大刚

(安徽省农业科学院 作物研究所/安徽省农作物品质改良重点实验室,安徽 合肥 230031)

摘 要:大豆花叶病毒(soybean mosaic virus, SMV)病是危害我国大豆生产的主要病害之一。利用黄淮大豆产区的 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 对选育的 394 份大豆高世代新品系进行抗病性评价并分析其抗性来源。结果表明:对 SC3 株系表现高抗的品系有 120 份,占试验品系总数的 30.46%;高抗 SC7 株系的品系有 80 份,占 20.30%;对 SC3 和 SC7 株系都表现高抗的品系有 64 份,占鉴定品系数的 16.24%。如大豆新品系 H20443、H21660、H22501、Y50574 和 Y52933 等通过审定后用于大田的生产将对 SMV 的流行起到控制作用。对选育的大豆新品系进行抗性来源分析可以发现,RT(抗病型)×RT 组合获得抗病型后代品系的概率最高,其后依次为 RT×IT(中间型)>RT×ST(感病型)>IT×RT>IT×IT>ST×RT>ST×IT,后代品系出现抗病型概率最低的组合是 ST×ST。这些结果可为大豆新品系的选育和抗病育种亲本的组配提供参考依据。

关键词:大豆;大豆花叶病毒;抗性鉴定;抗性来源

中图分类号:S565.1 文献标识码:A DOI:10.11861/j.issn.1000-9841.2017.04.0598

Identification of Resistance and Preliminary Analysis of Resistance Sources for the Soybean Mosaic Virus in New Soybean Lines

HUANG Zhi-ping, LI Jie-kun, WANG Wei-hu, HU Guo-yu, WU Qian, WANG Da-gang

(Crop Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Quality Improvement of Anhui Province, Hefei 230031, China)

Abstract: Soybean mosaic virus disease is one of main diseases reducing quality and yield in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. The resistance of 394 new bred soybean lines was tested using soybean mosaic virus (SMV) prevalent strains SC3 and SC7. The resistance sources were carried out through investigating the parental resistance. The results showed that among the 394 lines inoculated by SC3 and SC7, 120 (30.46%) and 80 (20.30%) exhibited high resistance, respectively. 64 lines (16.24%), such as H20443, H21660, H22501, Y50574 and Y52933 et al. were high resistant to both SC3 and SC7, and should be utilized as resistance resources in breeding programs. The analysis of the resistance sources of new lines showed that the offspring of resistant type (RT) × RT was the highest probability with the resistance new lines, and others successively were the offspring of RT × intermediate type (IT) > RT × susceptible type (ST) > IT × RT > IT × IT > ST × RT > ST × IT, the offspring of ST × ST was the lowest probability with the resistance new lines. These results will provide references for the breeding of new soybean lines and the combination of resistance breeding parents.

Keywords: Soybean; Soybean mosaic virus; Identification; Resistance sources

大豆是我国主要的植物蛋白和油料来源,2016 年我国大豆消费量达9 800万 t,但进口量却超过八成。要提高国产大豆与进口大豆的竞争力,必须提高大豆的单产和稳产潜力,而品种抗病性是稳产的关键因素之一。大豆花叶病毒(soybean mosaic virus, SMV)病是严重影响大豆产量和品质的全国性病害,一般可导致减产 10% ~ 15%,有时达 70% 甚至绝产。

实践证明,培育抗病品种是防控大豆病害最经济有效的手段。我国自 2003 年起将大豆对 SMV 的抗性作为国家及省大豆新品种审定的一个重要指

标后^[1],大豆新品系对 SMV 的抗性得到不断加强和提高^[1-5],直接将我国大豆抗 SMV 育种水平推到一个新的高度^[1]。但目前的抗性材料还不能满足我国大豆抗病育种和生产的需求,特别是对抗性亲本选配的指导较少。

鉴于此,在网室采用人工摩擦接种的方法,于 2015 - 2016 年对 394 份大豆新品系进行抗 SMV 鉴定和评价,同时对新品系的抗性来源进行了探索和分析,旨在为大豆新品种的选育和推广及亲本的组配提供科学依据。

收稿日期:2017-02-17

基金项目:国家自然科学基金(31571687);安徽省自然科学基金(1708085MC69);国家大豆产业技术体系建设专项资金(CARS-04)。

第一作者简介:黄志平(1969 -),男,研究员,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: hzhpsoy@163.com。

通讯作者:王大刚(1979 -),男,副研究员,主要从事大豆抗病遗传育种研究。E-mail: smvwang@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料

用于抗性鉴定的 394 份大豆新品系由安徽省农业科学院作物研究所选育和保存。供试大豆花叶病毒选用王修强等^[6]鉴定的黄淮优势 SMV 株系 SC3(弱毒株系)和 SC7(强毒株系),对 SMV 抗性鉴定结果的评判用感病品种南农 1138-2 作为对照, SMV 株系由南京农业大学国家大豆改良中心提供。

1.2 方法

2015–2016 年在防虫温网室内对抗 SMV 鉴定的 394 份大豆新品系进行盆栽、沙播,每盆留苗 20~25 株,在第一对真叶展平时分别摩擦接种 2 个优势株系,第一对复叶展开时重复接种一次。以南农 1138-2 作为感病对照品种,检测接种操作和环境条件是否能感病品种充分发病。

1.3 大豆抗性分级标准

抗 SMV 鉴定于接种后一周显症时调查发病情况,包括症状类型、发病率、病级,此后每隔 7 d 调查一次,持续 30 d,汇总数据,计算病情指数^[7-8]。

$$\text{发病率}(\%) = \frac{\text{发病株数}}{\text{调查总株数}} \times 100$$
$$\text{病情指数}(\%) = \frac{\sum(\text{各级株数} \times \text{相应级数})}{\text{调查总株数} \times 4} \times 100$$

单株病情分级标准参照 Zhi 和 Gai 的方法^[9]。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。依据鉴定大豆新品系的发病状况,参照王大刚等^[8]病情指数 6 级划分标准,确定鉴定品系抗感类型(表 1)。

表 1 大豆对大豆花叶病毒病抗性的评价标准
Table 1 The resistance evaluation and classification criterion of soybean mosaic virus in soybean

病情指数	抗性结论	缩略词
DI/%	Resistance result	Abbreviation
DI = 0	高抗 High resistance	HR
0 < DI ≤20	抗病 Resistance	R
20 < DI ≤35	中抗 Moderate resistance	MR
35 < DI ≤50	中感 Moderate susceptibility	MS
50 < DI ≤70	感病 Susceptibility	S
70 < DI ≤100	高感 High susceptibility	HS

2 结果与分析

2.1 大豆新品系对 SMV 的抗性鉴定

394 份大豆新品系接种 SMV 优势株系的抗性表现见图 1,其中对弱毒优势株系 SC3 表现高抗和抗病的分别有 120 和 193 份,占试验品系总数的比例分别为 30.46% 和 48.98%;对强毒优势株系 SC7 表现高抗和抗病的分别有 80 和 218 份,占试验品系总数的比例分别为 20.30% 和 55.33%;与往年相比^[1, 4-5, 10],表现出抗 SMV 育种的成效越来越显著。对 SC3 表现感病和高感的仅有 18 和 20 份,占试验品系总数的比例分别为 4.57% 和 5.08%;对强毒株系 SC7 表现感病和高感的仅有 6 和 26 份,占试验品系总数的比例分别为 1.52% 和 6.60%;结果表明绝大多数(90% 以上)新育成的大豆品系对鉴定的 SMV 株系均具有不同程度的抗性。

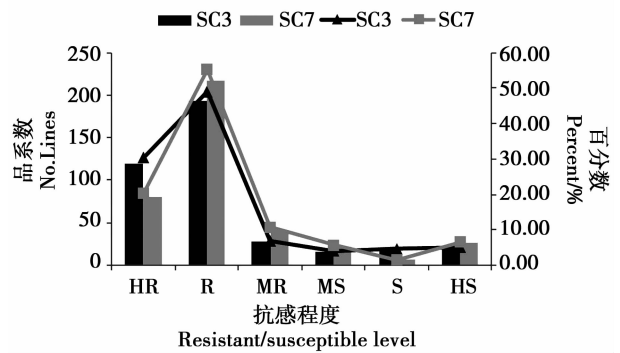


图 1 大豆新品系对 SMV 的抗感程度分布图
Fig. 1 Distribution of resistance reaction of soybean lines to soybean mosaic virus

从不同杂交组合的方式来看大豆新品系的抗性(表 2),结果发现对 SMV 株系表现抗病的育成品系所占的比例均较高,其中单交后代品系对 SC3 和 SC7 表现高抗的品种数分别为 95 和 65 份,占 27.22% 和 18.62%;复交后代品系对 SC3 和 SC7 表现高抗的品种数分别为 25 和 15 份,占复交后代品系系数的 55.56% 和 33.33%。虽然复交后代品系对 SC3 和 SC7 表现高抗的比例均高于单交,但其对 SC3 和 SC7 表现高感的比例(11.11% 和 13.33%)也高于单交后代品系,说明复交后代的大豆新品系有更多的分离。

表 2 不同杂交组合方式的大豆品系对 SMV 株系 SC3 和 SC7 的抗性反应

Table 2 Reaction of resistance of soybean varieties to SMV strains SC3 and SC7 from the different combining types

杂交方式 Combining type	株系 Strains	HR	R	MR	MS	S	HS
单交	SC3	95/27.22	181/51.86	27/7.74	15/4.30	16/4.58	15/4.30
Single crosses	SC7	65/18.62	197/56.45	40/11.46	21/6.02	6/1.72	20/5.73
复交	SC3	25/55.56	12/26.67	0/0	1/2.22	2/4.44	5/11.11
Multiple crosses	SC7	15/33.33	21/46.67	2/4.44	1/2.22	0/0	6/13.33

斜线上方为品系数目,下方为所占比例(%)。

The value in front of slant is number of materials, the value behind it is the ratio to total (%).

鉴定结果还发现,394 份大豆新品系中对 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 均表现高抗的有 64 份,占鉴定品种数的 16.24%;如 H20443、H21660、H21933、H22501、Y50532、Y50574 和 Y52933 等(表 3),这些大豆新品系审定后用于大田的生产将对 SMV 的流行起到控制作用,同时也可以作为大豆抗 SMV 育种及 SMV 抗性遗传和抗性基因标记定位研究的抗源。对 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 均表现抗病的有 159

份,占鉴定品种数的 40.36%;如 H20001、H20302、H21160、H22467、W5180 和 Y52567 等品系虽然都能被 2 个病毒株系所侵染,但病情指数较低,具有较好数量抗性,可作为数量抗性遗传育种研究计划中的抗源^[11],在大豆生产和抗性育种中也具有较大的应用价值。鉴定新品系中对 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 均表现感病和高感的仅有 9 和 14 份,分别占鉴定品种数的 2.84% 和 3.55%。

表 3 部分参试大豆新品系对 SMV 的抗性反应

Table 3 Reaction of resistance of soybean new lines to SMV strains

品系 Lines	SC3		SC7		品系 Lines	SC3		SC7	
	DI	RR	DI	RR		DI	RR	DI	RR
H20443	0	HR	0	HR	W5325-8	9	R	12	R
H21660	0	HR	0	HR	H22964	9	R	17	R
H21933	0	HR	0	HR	H22757	9	R	18	R
H22501	0	HR	0	HR	H20885	10	R	11	R
Y50532	0	HR	0	HR	Y52623	11	R	8	R
Y50574	0	HR	0	HR	Y51384	11	R	19	R
Y51142	0	HR	0	HR	Y50334	12	R	13	R
Y51512	0	HR	0	HR	H20975	12	R	7	R
Y51807	0	HR	0	HR	Y51868	12	R	9	R
Y51882	0	HR	0	HR	H20302	12	R	16	R
Y52200	0	HR	0	HR	H21425	13	R	17	R
Y52861	0	HR	0	HR	H22237	13	R	18	R
Y52900	0	HR	0	HR	Y51291	14	R	11	R
Y52933	0	HR	0	HR	H20918	15	R	8	R
W5323-9	0	HR	5	R	H20707	15	R	18	R
Y52541	0	HR	5	R	H21753	15	R	19	R
Y53123	0	HR	5	R	H20977	17	R	6	R
Y53256	0	HR	7	R	H20948	17	R	10	R
W5312-5	0	HR	7	R	H21831	17	R	14	R
W5307-72	0	HR	9	R	H22090	17	R	15	R
W5308-9	0	HR	10	R	H21661	17	R	18	R
W5310-4	0	HR	14	R	H22701	18	R	16	R
Y50496	0	HR	18	R	H22223	18	R	17	R

续表 3

品系 Lines	SC3		SC7		品系 Lines	SC3		SC7	
	DI	RR	DI	RR		DI	RR	DI	RR
Y51605	0	HR	20	R	Y50844	18	R	34	MR
W5309-8	0	HR	33	MR	Y51672	25	MR	25	MR
Y52983	0	HR	100	HS	H20501	26	MR	25	MR
H20627	3	R	0	HR	H22720	26	MR	29	MR
W5311-10	4	R	18	R	H20563	30	MR	24	MR
W5156	4	R	6	R	H20690	30	MR	24	MR
W5324-2	4	R	36	MS	H22594	30	MR	27	MR
Y51245	5	R	0	HR	H22811	30	MR	33	MR
H20453	5	R	15	R	H20144	32	MR	29	MR
W5315-5	6	R	15	R	H22305-1	32	MR	34	MR
H22988	6	R	16	R	W5319-13	35	MR	75	HS
H21004	6	R	18	R	Y51673	38	MS	39	MS
Y51438	6	R	11	R	Y51702	43	MS	50	MS
W5313-4	7	R	12	R	H20079	43	MS	14	R
H20632	7	R	14	R	H22790	44	MS	47	MS
H23018-1	7	R	14	R	Y52483	55	S	65	S
Y51379	7	R	10	R	Y52669	59	S	100	HS
Y51811	7	R	8	R	Y52950	60	S	100	HS
Y51856	8	R	0	HR	Y52529	62	S	55	S
Y52567	8	R	6	R	Y51998	62	S	100	HS
H20836	8	R	13	R	Y50826	66	S	35	MR
H20580	8	R	16	R	Y51185	74	HS	41	MS
H22452	8	R	18	R	Y52011	75	HS	75	HS
Y52044	9	R	10	R	Y50838	100	HS	75	HS
Y52576	9	R	14	R	Y51976	100	HS	75	HS
H20414	9	R	14	R	南农 1138-2	100	HS	100	HS
					Nannong1138-2				

2.2 大豆新品系抗性来源分析

大豆新品系对 SMV 的抗性强弱与其亲本的抗性程度密切相关,根据白丽等^[3]、杨华等^[4]、王大刚等^[5, 12]、李凯等^[1]和于国宜等^[13]的报道,对选育的 394 份大豆新品系的亲本抗性进行了统计和分析(图 2,表 4)。分析结果表明,79 份亲本材料中对弱毒优势株系 SC3 表现高抗和抗病的分别有 18 和 27 份,占亲本材料总数的比例分别为 22.78% 和 34.18%;对强毒优势株系 SC7 表现高抗和抗病的分别有 11 和 22 份,占亲本材料总数的比例分别为 13.92% 和 27.85%。综合分析发现,用于新品系组配的大多数亲本对 SMV 优势株系均具有不同程度的抗性,这也为多数大豆新育成品系对 SMV 优势株系均具有抗性的结论提供了有力的佐证。

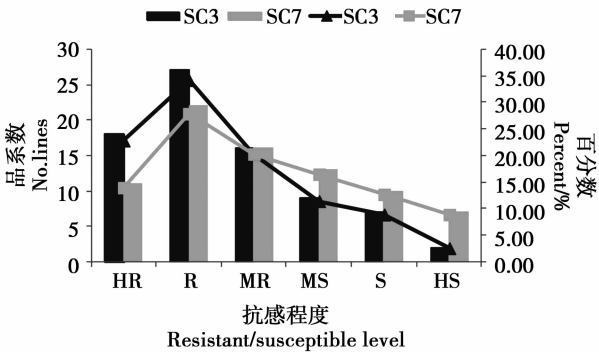


图 2 大豆新品系的亲本对 SMV 的抗性反应
Fig. 2 The resistance reaction of parents of soybean new lines to soybean mosaic virus

表 4 大豆新品系的亲本及其对 SMV 株系的抗性类型汇总表

Table 4 The resistance type of parents of soybean new lines to SMV strains

亲本 Parent	SC3		SC7		亲本 Parent	SC3		SC7	
	DI	RR	DI	RR		DI	RR	DI	RR
PI96983	0	HR	0	HR	蒙 9339 Meng 9339	16	R	32	MR
大白麻 Dabaima	0	HR	0	HR	东农 36 Dongnong 36	16	R	34	MR
广吉 Kwanggyo	0	HR	0	HR	冀豆 17 Jidou 17	18	R	29	MR
冀鉴 27 Jijian27	0	HR	0	HR	汾豆 79 Fendou 79	19	R	25	MR
科丰 1 号 Kefeng 1	0	HR	0	HR	荷 01-13 He 01-13	20	R	25	MR
齐黄 1 号 Qihuang 1	0	HR	0	HR	阜豆 11 Fudou 11	22	MR	12	R
皖豆 16 Wandou 16	0	HR	0	HR	中黄 13 Zhonghuang 13	24	MR	38	MS
中作 229 Zhongzuo 229	0	HR	0	HR	徐豆 9 号 Xudou 9	25	MR	24	MR
徐 9313-203 Xu 9313-203	0	HR	6	R	阜豆 9 号 Fudou 9	26	MR	17	R
晋豆 23 Jindou 23	0	HR	8	R	高丰 1 号 Gaofeng 1	26	MR	39	MS
淮 03-18 Huai 03-18	0	HR	12	R	Pella	27	MR	41	MS
晋豆 34 Jindou 34	0	HR	13	R	安逸 13 Anyi 13	29	MR	42	MS
东大 2 号 Dongda 2	0	HR	15	R	鲁 96150 Lu 96150	30	MR	67	S
徐豆 1 号 Xudou 1	0	HR	15	R	CX1038-14	30	MR	69	S
中黄 29 Zhonghuang 29	0	HR	15	R	蒙 05-2 Meng 05-2	31	MR	18	R
铁丰 31 号 Tiefeng 31	0	HR	16	R	荷 96-8 He 96-8	31	MR	43	MS
邯豆 5 号 Handou 5	0	HR	17	R	Wincheste	32	MR	45	MS
早熟 18 Zaoshu 19	0	HR	51	S	皖宿 5717 Wansu 5717	32	MR	55	S
徐 9416-8 Xu 9416-8	2	R	12	R	MR001	32	MR	59	S
中品 02-046 Zhongpin 02-046	4	R	16	R	阜 9765 Fu 9765	34	MR	47	MS
Hutcheson	5	R	0	HR	PI 614155	34	MR	48	MS
晋豆 17 Jindou 17	6	R	22	MR	皖豆 29 Wandou 29	36	MS	42	MS
郑 504 Zheng 504	7	R	0	HR	驻 99-16 Zhu 99-16	37	MS	56	S
蒙 9793-1 Meng 9793-1	7	R	22	MR	商豆 6 号 Shangdou 6	38	MS	31	MR
蒙 9449 Meng 9449	8	R	14	R	中黄 39 Zhonghuang 39	38	MS	42	MS
汾豆 56 Fendou 56	9	R	7	R	皖豆 28 Wandou 28	39	MS	45	MS
晋大 74 Jinda 74	9	R	25	MR	豫豆 25 Yudou 25	40	MS	54	S
阜 97211-71 Fu 97211-71	10	R	7	R	新六青 Xinliuqing	42	MS	42	MS
蒙 9434 Meng 9434	10	R	33	MR	淮 03-03 Huai 03-03	42	MS	51	S
汾豆 78 Fendou 78	12	R	11	R	Spencer	44	MS	78	HS
徐 9302-203 Xu 9302-203	12	R	10	R	驻 9712-1 Zhu 9712-1	54	S	52	S
汾豆 62 Fendou 62	12	R	24	MR	诱变 30 Youbian 30	54	S	59	S
郑 9097 Zheng 9097	13	R	76	HS	蒙 01-01 Meng 01-01	56	S	46	MS
PI 595843	13	R	27	MR	蒙 9801 Meng 9801	57	S	72	HS
合豆 3 号 Hedou 3	13	R	32	MR	Williams 79	66	S	100	HS
周 9521 Zhou 9521	14	R	10	R	南农 86-4 Nannong 86-4	68	S	91	HS
诱处 4 号 Youchu 4	14	R	0	HR	商 951099 Shang 951099	70	S	7	R
鲁豆 11 Ludou11	15	R	22	MR	Williams	75	HS	75	HS
潍科 998 Suike 998	16	R	19	R	南农 1138-2 Nannong 1138-2	79	HS	82	HS
濮豆 129 Pudou 129	16	R	26	MR	济 4018 Ji 4018	-	-	-	-

抗性结果参考白丽等^[3]、杨华等^[4]、王大刚等^[5, 12]、李凯等^[1]和于国宜等^[13]。
The resistance results references Bai et al^[3], Yang et al^[4], Wang et al^[5, 12], Li et al^[1], and Yu et al^[13].

如果按照单交组合父母本的抗性进行分析(图 3,表 5),RT(抗病型:高抗、抗病)×RT 组合后代品系数最多,有 116 份,占单交后代总数的 33.24%(表 5);同时这种组合类型的后代中表现抗病型的品系数也最多,有 105 份,占这种组合类型的单交后代总数的 90.52%(图 3),其表现感病类型的品系只有 1 份。IT(中间型:中抗、中感)×IT 组合后代品系数表现抗病型的品系数有 25 份,占这个组合单交后代总数的 80.65%;ST(感病型:感病、高感)×

ST 组合后代未发现抗病型的品系,中间型和感病型的品系数分别为 1 和 2 份。如果根据后代品系出现抗病型的比率来看,则 RT×RT 组合获得抗病型后代品系的概率最高,其后依次为 RT×IT>RT×ST>IT×RT>IT×IT>ST×RT>ST×IT,后代品系出现抗病型概率最低的组合是 ST×ST,说明有抗病类型的材料做亲本,后代品系获得抗病型的概率较高。

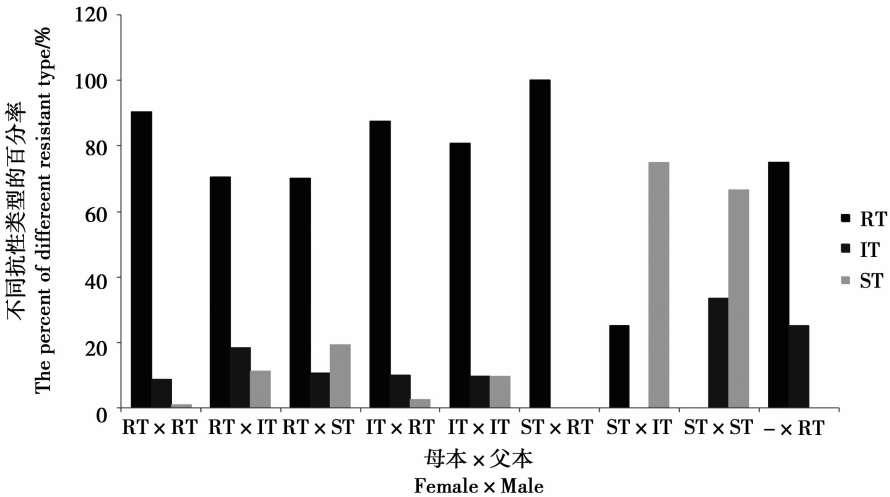


图 3 不同抗性亲本组合单交后代对 SMV 的抗性反应

Fig. 3 The resistance reaction of single crosses varieties from the different parental combination to soybean mosaic virus

表 5 不同抗性父母本单交后代对 SMV 的抗性反应

Table 5 Reaction of resistance of single crosses varieties from the resistant difference parents to SMV

母本抗性 Resistance of female parents	父本抗性 Resistance of male parents	抗病型 Resistant type		中间型 Intermediate type		感病型 Susceptible type		合计 Total	
		品系数 Strains No.	比率 Ratio/%	品系数 Strains No.	比率 Ratio/%	品系数 Strains No.	比率 Ratio/%	品系数 Strains No.	比率 Ratio/%
抗病型 Resistant type	抗病型 Resistant type(RT)	105	30.09	10	2.87	1	0.29	116	33.24
	中间型 Intermediate type(IT)	62	17.77	16	4.58	10	2.87	88	25.21
	感病型 Susceptible type(ST)	40	11.46	6	1.72	11	3.15	57	16.33
中间型 Intermediate type	抗病型 Resistant type(RT)	35	10.03	4	1.15	1	0.29	40	11.46
	中间型 Intermediate type(IT)	25	7.16	3	0.86	3	0.86	31	8.88
	感病型 Susceptible type(ST)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
感病型 Susceptible type	抗病型 Resistant type(RT)	2	0.57	0	0.00	0	0.00	2	0.57
	中间型 Intermediate type(IT)	1	0.29	0	0.00	3	0.86	4	1.15
	感病型 Susceptible type(ST)	0	0.00	1	0.29	2	0.57	3	0.86
-	抗病型 Resistant type(RT)	6	1.72	2	0.57	0	0.00	8	2.29
合计 Total		276	79.08	42	12.03	31	8.88	349	100.00

RT:抗病型;IT:中间型;ST:感病型;- :缺失;下同。
RT:Resistant type; IT:Intermediate type; ST:Susceptible type; - :Loss. The same below.

对于复交组合后代大豆新品系的抗性,按照父母本的抗性进行分析(表 6),结果表明选育的大豆新品系多数也具有抗性,其中高抗和抗病的品系分

别有 25 和 12 份,占复交后代品系总数的 55.56%和 26.67%,不过一些抗性较好的亲本组配的后代也出现不少感病品系。例如 4 个高抗亲本组配的后

代中有 1 个品系却是高感,3 个高抗和 1 个高感亲带的抗性基因可能是有分离的。
本组配的后代中有 3 个品系高感,说明不同亲本携

表 6 不同抗性父母本复交后代对 SMV 的抗性反应

Table 6 Reaction of resistance of multiple crossed varieties from the resistant difference parents to SMV									
母本抗性 Resistance of female parents	1 号父本抗性 Resistance of No. 1 male parents	2 号父本抗性 Resistance of No. 2 male parents	3 号父本抗性 Resistance of No. 3 male parents	HR	R	MS	S	HS	合计 Total
HR	HR	HR	HR	3/6. 6	4/8. 89	0/0. 00	0/0. 00	1/2. 22	8/17. 78
HR	HR	HR	HS	16/35. 56	7/15. 56	1/2. 22	0/0. 00	3/6. 67	27/60. 00
MR	R	MR	—	1/2. 22	0/0. 00	0/0. 00	0/0. 00	0/0. 00	1/2. 22
MR	MR	R	—	1/2. 22	0/0. 00	0/0. 00	1/2. 22	0/0. 00	2/4. 44
MR	MR	R	MR	0/0. 00	0/0. 00	0/0. 00	1/2. 22	1/2. 22	2/4. 44
MR	MR	MS	HR	4/8. 89	4/2. 22	0/0. 00	0/0. 00	0/0. 00	5/11. 11
合计 Total				25/55. 56	12/26. 67	1/2. 22	2/4. 44	5/11. 11	45/100. 00

斜线上方为品系数,下方为所占比例(%)。
The value in front of slant is number of materials, the value behind it is the ratio to total (%).

3 结论与讨论

选育和推广新的大豆品系是提高大豆产量的根本,对选育的新品系进行抗性鉴定和抗性来源分析,可为大豆的稳产提供保障,为后续大豆抗病育种亲本的组配提供参考。本文通过对选育的大豆高世代新品系接种 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 进行鉴定,筛选出对株系 SC3 和 SC7 表现高抗的品系分别有 120 和 80 份,对二者均表现高抗的有 64 份,占鉴定品系数的 16. 24%,这些品系审定后的推广将为大豆高产稳产提供有力的保障。通过对鉴定品系不同抗性亲本的组配方式进行分析可以发现,有抗病类型材料做亲本获得抗病型后代品系的概率较高,其中 RT×RT 组合获得抗病型后代品系的概率最高。

对大豆品系接种 SMV 株系进行抗性鉴定的头几年,抗性表现好中差的品种各占参试品种总数的 1/3 左右^[2-5];随着对大豆抗性育种的重视和加强,近期的鉴定结果表明对 SMV 株系表现感病的品系占鉴定总数的比例降到 10% 左右^[1, 12-13],表明新选育的大豆品系对 SMV 优势株系的抗性有了很大的提高。本研究发现鉴定的 394 份大豆新品系中对 SMV 株系表现感病的比例均在 10% 以内,说明这些选育的新品系通过审定后大多数均可在生产上进行推广和应用。

后代品系的抗性与亲本密切相关,通过对抗源的分析,可为亲本的组配和选育抗病大豆新品系提供理论依据。通过对鉴定的 394 份大豆新品系亲本抗性进行分析发现,选用的 79 份大豆亲本材料中对 SMV 株系 SC3 表现高抗的有 18 份,对 SC7 表现高

抗的有 11 份,这也对本研究鉴定的多数大豆新品系对 SMV 优势株系均具有抗性提供了支撑。通过对单交和复交组合父母本抗性的组配模式进行分析发现,在大豆单交模式的抗病育种中,建议采用 RT×RT 杂交模式选育抗病品种或者至少有一个亲本具有抗病类型。复交模式的后代虽然获得抗病型的概率也很高,但也易出现感病型的后代,建议在选用抗病型亲本的同时,及时对后代的抗病性进行鉴定,以尽早淘汰感病型。

分子标记辅助抗性鉴定,可准确获得目标的基因型,而且不受环境的影响,选择结果可靠性高^[14]。毕研飞等^[15]研究也发现分子标记辅助选择可准确判定抗病品种的抗病基因型及抗病基因多寡,是有效提高抗病育种效率简单、快捷的选择方法^[15]。Ma 等^[16]研究发现,单独使用 SSR 标记 Satt334 或 Sct_033 对 SMV 抗性基因 RSC12 在齐黄 22×南农 1138-2 的 3 个世代辅助选择的准确率均在 85% 以上,同时使用两个标记准确率达 95%。韩英鹏等^[17]利用与 SMV 抗性相关的 SSR 标记 Satt114 对 30 份大豆种质进行分子辅助鉴定,结果发现分子辅助鉴定的准确性为 90%。这些结果为分子辅助抗 SMV 鉴定提供了理论基础,下一步可在对 SMV 进行抗性表型鉴定的同时结合分子标记辅助抗 SMV 鉴定,以提高抗性鉴定的准确性,可更好地为抗病育种提供基础材料。

参考文献

[1] 李凯,刘志涛,李海朝,等. 国家大豆区域试验品种对 SMV 和 SCN 的抗性分析[J]. 大豆科学,2013,32(5):670-675. (Li K, Liu Z T, Li H C, et al. Resistance to soybean mosaic virus and

soybean cyst nematode of soybean cultivars from China national soybean uniform trials [J]. Soybean Science, 2013, 32(5): 670-675.)

[2] 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.)

[3] 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 nation and local regional test [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2007, 29(1): 86-89.)

[4] 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(S2):253-255. (Yang H, Li K, Yang Q H, et al. Evaluation of resistance to SMV of cultivars from soybean national and local test in 2004-2006 [J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2008, 23(S2): 253-255.)

[5] 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 to soybean mosaic virus and soybean cyst nematode [J]. Soybean Science, 2009, 28(6): 949-953.)

[6] 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):102-107. (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): 102-107.)

[7] 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.)

[8] 王大刚,黄志平,张磊,等. 大豆抗大豆花叶病毒病鉴定技术规程[S]. 安徽省质量技术监督局, DB34/T 2510-2015. (Wang D G, Huang Z P, Zhang L, et al. Rules for evaluation of soybean for resistance to soybean mosaic virus [S]. Anhui Bureau of Quality and Technical Supervision, DB34/T 2510-2015.)

[9] 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.

[10] 侯文焕,杨永庆,林静,等. 不同来源大豆材料对 SMV 株系 SC3 和 SC7 的抗性分析[J]. 大豆科学,2015,34(5):861-866. (Hou W H, Yang Y Q, Lin J, et al. Resistance of different origin soybeans to SMV strains SC3 and SC7 [J]. Soybean Science, 2015, 34(5): 861-866.)

[11] 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]. Chinese Agricultural Sciences, 2004, 37(10): 1422-1427.)

[12] 王大刚,胡国玉,黄志平,等. 大豆种质资源抗大豆花叶病毒的鉴定[J]. 作物杂志,2013(2):32-36. (Wang D G, Hu G Y, Huang Z P, et al. Identification of soybean germplasm resources resistance to soybean mosaic virus [J]. Crops, 2013(2): 32-36.)

[13] 于国宜,王大刚,吴倩,等. 2009-2015 年安徽省大豆试验新品系对 SMV 和 SCN 的抗性评价[J]. 大豆科学,2016,35(5):782-788. (Yu G Y, Wang D G, Wu Q, et al. Evaluation of resistance of soybean new lines to soybean mosaic virus and soybean cyst nematode in Anhui Province in 2009-2015 [J]. Soybean Science, 2016, 35(5): 782-788.)

[14] 黄志平,王维虎,张磊,等. 分子标记辅助黄淮大豆生育期组归属研究[J]. 中国油料作物学报,2016,38(6):713-721. (Huang Z P, Wang W H, Zhang L, et al. Maturity group classification of soybean varieties with molecular marker in Huang-Huai region [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2016, 38(6): 713-721.)

[15] 毕研飞,徐兵划,钱春桃,等. 分子标记辅助甜瓜抗蔓枯病基因的聚合及品种改良[J]. 中国农业科学,2015,48(3):523-533. (Bi Y F, Xu B H, Qian C Y, et al. Pyramiding disease resistance genes and variety improvement by molecular marker-assisted selection in melon (*Cucumis melon* L.) [J]. Chinese Agricultural Sciences, 2015, 48(3): 523-533.)

[16] Ma Y, Li H C, Wang D G, et al. Molecular mapping and marker assisted selection of resistance gene RSC12 to soybean mosaic virus in soybean [J]. Legume Genomics and Genetics, 2010, 1(8): 41-46.

[17] 韩英鹏,赵雪,李修平,等. 大豆种质对花叶病毒病和疫霉根腐病抗病性的 SSR 标记辅助鉴定[J]. 大豆科学,2014,33(1):27-30. (Han Y P, Zhao X, Li X P, et al. SSR identification of soybean cultivar with resistance to soybean mosaic virus and *Phytophthora* root rot [J]. Soybean Science, 2014, 33(1): 27-30.)