

# 大豆对 SMV 数量抗性的育种<sup>\*</sup>

智海剑 盖钧镒<sup>\*\*</sup>

(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, 南京 210095)

**摘要** 为证实潜育期长、病情发展缓慢、最终病情轻的数量抗性的利用价值, 在接种 SMV—Sa 株系条件下, 比较了同一遗传背景、不同发病时期、不同病情下大豆品种主要农艺性状的变异。研究表明早期感染 SMV 对大豆产量、褐斑率等的影响显著大于花期感染; 病情指数与大豆产量、单株荚数、单株粒数等存在显著负相关, 病情指数越高, 对产量等危害越大; 通过比较 SMV 对质量抗性、数量抗性和感病 3 类大豆品种的影响, 证实数量抗性品种在株高、单株粒数以及大豆产量等方面受 SMV 影响显著小于感病品种, 与质量抗性品种接近。说明选育数量抗性品种对控制 SMV 危害有实质性意义。

**关键词** 大豆花叶病毒; 质量抗性; 数量抗性; 育种价值

**中图分类号** S 565. 1 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2004)01—0001—05

以往抗大豆花叶病毒 (Soybean Mosaic Virus, SMV) 育种着重在抗感染的质量抗性<sup>[1]</sup>。由于株系组成变化或品种引入到株系构成不同的地区使抗性品种变为感病, 导致 SMV 流行。抗病育种者发现大豆对 SMV 的抗性还表现在抗扩展, 即数量抗性上, 这种数量抗性具有抗谱广, 抗性持久等特点<sup>[2—6]</sup>。因此选育抗性稳定的数量抗性品种引起育种者的关注。

在已确认大豆对 SMV 数量抗性主要表现为潜育期长、病情扩展缓慢, 最终病情较轻, 和在筛选出部分抗源基础上, 本研究目的在于利用相同遗传背景材料, 研究不同时期感染 SMV 以及不同病情对主要农艺性状的影响, 研究潜育期长或病情扩展慢而最终病情低的数量抗性品种是否可以降低 SMV 危害。在人工感染 SMV 条件下, 通过比较 SMV 对数量抗性、质量抗性以及完全感病三类大豆品种主要农艺性状的影响, 数量抗性是否能和质量抗性一样把 SMV 危害限制在可接受范围, 从而探讨数量抗性的育种价值。

## 1 材料和方法

### 1.1 不同时期感染 SMV 对大豆主要子粒性状的影响

选择对大豆花叶病毒 Sa 株系表现感病品种 7 个。采用裂区设计, 主区品种, 副区接种处理, 重复 3 次。试验在南京农业大学防虫网室进行, 主区 3 行, 行长 3m, 行距 0.3m, 株距 0.1m; 副区为单行区, 分别在大豆一对真叶展平 ( $V_1$ ) 和始花期 ( $R_1$ ) 时采用常规人工摩擦接种大豆花叶病毒江苏省主要流行株系 Sa, 并以不接种做对照。成熟时每处理随机取 10 株考种, 其余按行分别收获, 调查项目包括百粒重、褐斑粒率、单株粒重及行产量等。

### 1.2 病情指数与主要农艺性状的关系

2001 年将南农 1138—2, 南农 87—23、南农 99—6 和淮豆二号播于南京农业大学江浦试验站。第一对真叶展开 ( $V_1$ ) 时用常规人工摩擦接种方法接种 Sa 株系, 在  $R_1$  期对每品种按单株调查病情指数, 并挂牌标记。在成熟时单株收获, 室内考种。考种项目包括株高、主茎分枝数、主茎节数、单株荚数、单株粒数、百粒重及单株粒重。

### 1.3 数量抗性品种在降低 SMV 对农艺性状影响方面的作用

通过对 96 个大豆品种在发病率、潜育期、病级

\* 收稿日期: 2003—07—31

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30170607) NSFC Project 30170607

\*\* 通讯作者: Author for correspondence. Tel: 025—4395405; E-mail: sri@njau.edu.cn

作者简介: 智海剑 (1957—), 男, 副教授, 主要从事作物抗性遗传育种研究。

以及病情扩展速度方面的研究,筛选出部分数量抗性较强的材料(另文报道)。本试验从中选择5个典型数量抗性品种溧水中子黄豆、邳县茶豆、诱变30、南农87—23、AGS19,另加入2个对供试株系表现免疫的质量抗性材料科丰一号和Kwanggyo,以及1个高感品种南农1138—2。采用完全随机区组设计,3次重复,10行区,行长4m,行距0.4m,株距0.12m。2002年6月播于南京农业大学江浦试验站。在第一对真叶展开(V<sub>1</sub>)时人工摩擦接种Sa株系。每小区5行接种,另5行做对照。自接种之日起,每隔3天调查参试品种潜育期。在V<sub>5</sub>期按接种与对照分别鉴定每株病级,以此计算各品种发病率和病情指数。成熟时每品种按接种与对照分别随机取10株考种。小区按接种与对照分别收获,脱粒计产。

1.4 统计分析方法

为了避免品种差异影响处理间的比较,将处理间的差数转换成与对照或某一处理平均数的相对值后做统计分析。在比较苗期与花期感染SMV对大

豆主要子粒性状的影响时,用苗期与花期之差除以苗期做转换。对照与苗期或对照与花期比较时,分别用苗期与对照之差除以对照以及花期与对照之差除以对照做转换。研究数量抗性品种在降低SMV对农艺性状影响时,用接种与对照之差除以对照做转换。均用转换后的数据进行t测验和F测验。

2 结果与分析

2.1 不同时期感染SMV对大豆主要子粒性状的影响

表1说明7个感病品种在V<sub>1</sub>期和R<sub>1</sub>期感染大豆花叶病毒后,单株粒重均显著下降,其中苗期比对照下降44.6%、花期比对照下降26.3%,经成对t测验,t值分别为12.08和3.68,差异均达极显著水平。苗期比花期多下降18.2%,差异也达到极显著水平。说明SMV侵染显著降低大豆单株产量,而且感染越早,产量影响越大。

表1 大豆品种不同时期感染SMV后子粒性状的变化

Table 1 Response of seed characters of soybean to infection of SMV at different growth stages

品种 Cultivar	单株粒重(g) Seed wt./plant			百粒重(g) 100-seed wt.			褐斑率(%) Seed mottling rate		
	苗期	花期	对照	苗期	花期	对照	苗期	花期	对照
	V <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	CK	V <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	CK	V <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	CK
南农1138—2 Nannong 1138—2	11.6	19.4	21.7	14.2	14.7	14.4	100	3.6	2.4
阜阳70 Fuyang 70	10.2	12.4	19.2	9.7	9.3	9.7	36.8	21.5	15.8
淮豆2号 Huaidou 2	10.1	16	21.1	15.3	16	17.2	17.8	5.3	5.2
南农73—935 Nannong 73—935	11.9	14.2	19.8	12.9	15.1	15.2	89.8	33.3	2.9
泗豆11 Sidou 11	12.1	18.4	22.8	15.7	20.3	19	26.8	6.7	13.6
苏协一号 Suxie 1	13.1	15.5	18.9	15.6	16.2	17.2	92.2	6.8	6.2
南农18—6 Nannong 18—6	13.5	13.7	25.3	14.9	14.3	14.6	30.4	17.2	7
平均 average	11.8	15.7	21.3	14.0	15.1	15.3	56.3	13.5	7.6

豆苗期以及花期感染SMV后,百粒重分别平均下降8.5%和1.3%,t测验表明,只有苗期与对照差异达到α=0.05显著水平,早期感染情况下,百粒重才受到一定影响。

大豆花叶病毒感染引起的褐斑粒严重影响大豆的外观品质。从表1可以看出,同一批感病品种,在苗期、花期接种相同SMV株系后,褐斑粒率显著不同。在苗期接种条件下,褐斑粒率比对照平均高出48.67%,t测验达到α=0.01显著水平。在花期接种,褐斑粒率仅高出对照5.90%,与对照差异不显著。苗期接种比花期接种褐斑粒率高出42.8%,差异达到α=0.01显著水平。说明感染早,褐斑粒率

高;在花期以后感染,褐斑粒率不明显增加。

大豆感染SMV后,单株粒重和百粒重显著下降,褐斑粒率上升。且苗期感染对大豆影响显著大于花期感染。据此推测长潜育期品种由于延迟发病可以减少SMV对子粒性状的影响。

2.2 病情指数与主要农艺性状的关系

4个大豆品种接种Sa株系后,在R<sub>1</sub>期对各个植株的病情指数进行了调查标记,分析各个品种病情指数的高低与农艺性状的关系。从表2可以看出,4个品种的病情指数与单株粒重存在显著或极显著负相关。说明病情指数越高,单株粒重即产量越低。多数品种的主茎节数、单株荚数、单株粒数与

病情指数有显著的负相关, 也就是说, 随着品种病情加重, 大豆的株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数降低。研究结果也表明, 品种的主茎分枝数、百粒重与病情指数相关不显著, 说明在一定范围内, 病情严重程度对二性状影响不大。这与主茎分枝数、百粒重 2 个性状遗传率相对较高, 不易受外界条件影响的

研究结果相吻合。

由于病情指数与株高、主茎节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重存在显著负相关。因此那些病情扩展慢, 最终病情指数低的数量抗性品种受 SMV 危害必然较轻。

表 2 各品种病情指数与主要农艺性状的相关系数

Table 2 Correlation coefficients between disease index and agronomic characters in each cultivar

品种 Cultivar	株高 Height	分枝数 Branch No.	主茎节数 Node No.	单株荚数 Pod No.	单株粒数 Seed No.	单株粒重 Seed wt.	百粒重 100—seed wt.
淮豆 2 号 Huaidou 2	—0.32	—0.39	0.04	—0.83 **	—0.83 **	—0.86 **	—0.29
南农 87—23Nannong 87—23	—0.81 **	—0.42	—0.85 **	—0.77 **	—0.89 **	—0.95 **	—0.29
南农 99—6Nannong 99—6	—0.71 **	—0.16	—0.49 **	—0.51 **	—0.52 **	—0.56 **	—0.23
南农 1138—2Nannong 1138—2	—0.62 **	0.05	—0.81 **	—0.48	—0.50	—0.55 *	—0.18

注: \* 及 \*\* 分别表示该品种接种与对照之差达到 0.05 和 0.01 显著水平。下同。

Note: \* and \*\* represent significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. The same is true for later tables.

2.3 数量抗性品种在降低 SMV 对农艺性状影响方面的作用

8 个不同抗性类型的品种接种 Sa 株系后, 主要农艺性状受到 SMV 不同程度影响。试验结果的方差分析表明, 在感染 SMV 后, 不同品种的病情指数、株高、单株粒数、单株粒重和小区产量处理与对照的差异在品种间差异显著。说明品种抗性不同, 遭受 SMV 影响也不同。只有百粒重在 SMV 感染后与对照差异在品种间未达到显著水平。表 3、表 4 和表 5 给出了 3 类 8 个品种接种 Sa 株系后 6 个性状上处理与对照的较

明显的分成 3 组, 2 个质量抗性品种科丰一号、Kwanggyo 接种后没有感染, 病情指数为 0, 与对照无差异; 4 个数量抗性品种溧水中子黄豆、邳县茶豆、诱变 30、AGS19 归为一组, 病情指数比对照约增加 10%—30%; 南农 87—23 与南农 1138—2 分为一组, 病情指数比对照高出近 60%。3 类品种之间差异均达到显著水平。说明不同抗性类型品种受 SMV 为害的程度明显不同。值得指出的是东方阳<sup>[2]</sup>报道南农 87—23 具有一定数量抗性, 主要体现在病情发展较慢。在本试验中病情调查在始花期(R<sub>1</sub>)进行, 南农 87—23 比对照病指上升近 65%, 与感病品种南农 1138—2 已没有明显差别, 病情指数相差不到 5%。

表 3 不同抗性类型品种接种 Sa 株系后植株性状的变化

Table 3 Changes of disease index and plant height of different resistant soybean cultivars after inoculation with Sa

病情指数(%) Disease index					株高 Plant height				
品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	T—CK t 测验 t—test	多重比较 Multi com.	品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	(T—CK)/CK t 测验 t—test	多重比较 Multi com.
1. Kwanggyo	0.0	0.0	0.0	a	1. Kwanggyo	28.3	26.6	6.8	a
2. 科丰一号	0.0	0.0	0.0	a	2. 科丰一号	27.7	27.4	1.7	a
3. 溧水中子黄豆	10.6	0.5	10.1	b	3. 溧水中子黄豆	73.7	80.8	—7.8	a b
4. 邳县茶豆	24.7	1.2	23.5 *	b	4. 邳县茶豆	80.4	94.1	—14.4 *	b c
5. 诱变 30	29.0	1.6	27.4 *	b	6. AGS19	67.0	80.2	—16.6 **	b c
6. AGS19	31.7	1.3	30.4 *	b	5. 诱变 30	48.1	57.9	—16.9	b c
7. 南农 87—23	66.9	1.9	65.0 **	c	7. 南农 87—23	59.4	85.0	—30.1 **	c d
8. 南农 1138—2	78.0	8.3	69.7 **	c	8. 南农 1138—2	43.2	65.0	—33.4 **	d

Note: T represents inoculation with SMV.

Multi. com. = multiple comparisons made among cultivars by using Duncan's new multiple range test.

2= Kefeng 1, 3= Lishui zhongzihuangdou, 4= Pixian chadou, 5= Youbian 30, 7= Nannong 87—23, 8= Nannong 1138—2. The same is true for later tables.

1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从表 3 看出,质量抗性品种科丰一号、Kwanggyo 接种后株高与对照相比没有下降。SMV 对 4 个数量抗性较好的溧水中子黄豆、邳县茶豆、诱变 30、AGS19 的株高有一定影响,株高比对照降低 7%至 17%,除了溧水中子黄豆与 2 个质量抗性品种的株高差异不显著以外,其余与质量抗性品种差异显著。

表 4 SMV 对不同抗性类型品种单株粒数和百粒重的影响

Table 4 Changes of seed number per plant and 100-seed weight of different resistant soybean cultivars after inoculation

单株粒数 Seed No./plant					百粒重 100-seed wt.				
品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	(T-CK)/CK t 测验 t-test	多重比较 Multi com.	品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	(T-CK)/CK t 测验 t-test	多重比较 Multi com.
2. 科丰一号	98.6	99.4	-0.6	a	4. 邳县茶豆	9.0	9.0	0.00	a
1. Kwanggyo	65.9	66.8	-0.7	a	3. 溧水中子黄豆	13.7	13.7	0.23	a
6. AGS19	105.2	107.4	-3.3	a	1. Kwanggyo	16.4	16.6	-0.90	a
5. 诱变 30	62.5	71.5	-9.6	a	6. AGS19	13.3	13.5	-1.22	a
4. 邳县茶豆	135.3	158.0	-14.5	a	2. 科丰一号	8.5	8.7	-1.72	a
3. 溧水中子黄豆	97.8	119.0	-17.5	a	7. 南农 87-23	17.0	17.7	-1.89	a
7. 南农 87-23	74.5	93.5	-19.8	a	8. 南农 1138-2	17.3	17.8	2.99	a
8. 南农 1138-2	40.6	74.6	-45.4*	b	5. 诱变 30	15.9	16.8	-5.67	a

从表 4 中可以看出质量抗性品种处理后单株粒数与对照没有差异,数量抗性类型品种在感染 SMV 后单株粒数有一定降低,由于品种抗性强弱不同,下降幅度在 3%到 19%之间。但与质量抗性品种之间没有显著差异。而感病品种南农 1138-2 下降幅度达到 45%,与其它所有品种差异显著。质量抗性品种感染 SMV 后百粒重没有下降,数量抗性品种以及感病品种下降幅度都在 6%以下,3 类品种之间百粒重下降的程度都不显著。说明 SMV 对百粒重的影

响病品种南农 1138-2 感染 SMV 后株高比对照下降 33%,受 SMV 影响的程度显著大于数量抗性品种。具有较弱数量抗性的品种南农 87-23 受影响的程度介于 4 个数量抗性较好的品种和感病品种之间,它与部分数量抗性较好的品种以及感病品种南农 1138-2 差异都不显著。

响较小。

表 5 结果表明,数量抗性品种感染 SMV 后单株产量有一定幅度的下降,幅度在 8%到 22%之间,但与质量抗性品种没有显著差异。感病品种南农 1138-2 感染 SMV 后单株产量下降幅度达到 47%。无论与质量抗性品种还是与数量抗性品种相比,单株产量的损失都达到显著水平。因为百粒重下降不显著,所以单株产量的下降主要是由于单株粒数下降造成的。而 SMV 对小区产量的影响趋势基本上与

表 5 SMV 对不同抗性类型品种产量的影响

Table 5 Changes of yield of different resistant soybean cultivars after inoculation

单株粒数 Seed No./plant					小区产量 Seed yield/plot				
品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	(T-CK)/CK t 测验 t-test	多重比较 Multi com.	品种及代码 Cultivar and code	接种 T	对照 CK	(T-CK)/CK t 测验 t-test	
1. Kwanggyo	10.8	11.0	-1.9	a	1. Kwanggyo	1404	1345	5.5	a
2. 科丰一号	8.3	8.6	-4.2	a	2. 科丰一号	928	990	-5.0	ab
6. AGS19	13.4	14.5	-8.5	a	6. AGS19	1474	1687	-12.7	ab
4. 邳县茶豆	12.3	14.2	-13.5	a	3. 溧水中子黄豆	1561	1846	-15.5*	b
5. 诱变 30	9.9	11.9	-15.2	a	4. 邳县茶豆	1350	1628	-17.2	b
3. 溧水中子黄豆	13.5	16.3	-16.9	a	5. 诱变 30	1083	1305	-17.8	b
7. 南农 87-23	13.1	16.4	-22.4	a	8. 南农 1138-2	842	1534	-45.4**	c
8. 南农 1138-2	7.0	13.3	-47.2*	b	7. 南农 87-23	831	1782	-53.7**	c

单株产量类似,大体上分成 3 类。质量抗性品种不受影响,试验中 5%的差异可能是抽样误差和田间试验误差造成。数量抗性品种产量受到一定影响,产

量损失在 12%到 15%,但多数与质量抗性品种差异不显著。感病品种产量损失在 50%左右,与两类抗性品种差异显著。

3 讨论

本试验中数量抗性品种在感染 SMV 后, 在单株粒数、单株粒重、小区产量等方面的损失在 15% 左右, 感病品种在 45% 到 50%。这是在人工接种 SMV 的条件下的产量损失, 在田间自然发病条件下, 一般感病品种的产量损失在 15% 左右, 因此可以推测数量抗性品种的产量损失应该在 5% 以下。推广数量抗性品种, 以 5% 以下的产量损失, 换取抗性的稳定, 理论上是可行的, 今后的问题在于尽快培育具有较好数量抗性的大豆品种。

参 考 文 献

1 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.  
2 东方阳. 大豆对 SMV 株系抗性的遗传分析和 RAPD 标记研究 [D]. 南京农业大学博士论文, 1999.  
3 Tu J. C. Effect of different strains of soybean mosaic virus on growth, maturity, yield, seed mottling and seed transmission in several soybean cultivars [J]. Journal of Phytopath, 1989, 126 (3): 231—236.  
4 Nakano M, Usugi T, Shinkai A. Effect of inoculation time of soybean mosaic virus on yield and seed quality of soybean [C]. Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu, 1988 34 (63): 13—16.  
5 Tu J. C. Symptom severity, yield, seed mottling and seed transmission of soybean mosaic virus in susceptible and resistant soybean: the influence of infection stage and growth temperature [J]. Journal of Phytopath. 1992, 135 (1): 28—36.  
6 Ren Q, Pfeiffer T. W, Ghabrial S. A. Soybean mosaic virus incidence level and infection time: interaction effects on soybean [J]. Crop Sci. 1997, 37 (6) 1706—1711.

A STUDY ON THE UTILIZATION OF SOYBEAN QUANTITATIVE  
RESISTANCE TO SOYBEAN MOSAIC VIRUS

Zhi Haijian Gai Junyi \* \*

(Soybean Research Institute of Nanjing Agricultural University, National Center for Soybean Improvement,  
National Key Laboratory for Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095)

**Abstract** Effects of soybean mosaic virus on seed traits of soybean cultivars inoculated with strain Sa at different growth stages (V1 and R1) were studied. The results showed that early infection caused greater reduction of yield and higher percentages of seeds mottling than late infection did. There showed significant negative correlations between disease index and agronomic characters such as yield per plant, seed number per plant, plant height and so on. The effects of SMV on most of the agronomic characters were greater in susceptible than in resistant cultivars and the similar were found between qualitative resistant cultivars and quantitative resistance cultivars. Therefore, the quantitative resistance to SMV can well control the effects of SMV in the field as it is close to the qualitative resistance.

**Key words** Soybean mosaic virus; Qualitative resistant; Quantitative resistance; Value of utilization