

大豆抗 SCN₃、SMV₁ 基因聚合选择 方法程序的探讨^{*}

武天龙¹ 汤楠¹ 吴宗璞² 杨庆凯² 蔡向忠¹

(1. 上海交通大学农学院, 上海 201101; 2 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要 抗 SCN₃ 和 SMV₁ 互交, F₁—F₅ 采用 5 种不同选择方法, 产量 LSD_{0.05} 测定处理间表现为 A、B、C 三个等级; 不同选择方法的 6 个产量性状变异系数差距大。SCN₃ 和 SMV₁ 双抗性基因 RsvRhg 互作对产量累加增产效应于 8—35.9% 范围。品系产量和品系抗性基因聚合数量呈极显著正相关 $r=0.972^{**}$, 不同选择方法 F₅ RsvRhg 出现率 0—100%。双接种法或交叉接种法 F₅ RsvRhg 100%, 株系间变异性大, 能结合异季南繁加代, 是较好的选择方法。

关键词 SCN₃; SMV₁; 基因聚合; 选择方法

中图分类号 S565.103.4 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2001)02—0120—05

大豆孢囊线虫病(SCN)和大豆花叶病毒病(SMV)是中国大豆生产区的两大重要病害。大豆生育过程中往往是受多种病虫害的共同危害^[2,4,11]。开展多抗性育种,是解决生产中由于病害复合侵染造成中国大豆产量不稳和质量下降的根本途径。国际上对农作物多抗性的研究十分注重。在水稻、小麦、高粱等作物的上取得了显著成果^[10,8,3,14,5]。中国针对大豆生产上主要四病二虫进行研究,在 SMV、SCN、FLS(灰斑病)等方面取得进展^[6,9],对大豆 SCN 和 SMV 单抗性的研究较多^[13,15,16,17]。我们采用有性杂交,把单抗性基因重组聚合,成功地培育出东农 43 号抗 SCN₃、SMV₁、FLS₁₋₇等多抗性品种。但双抗性出现比例很低;抗性强度与抗性基因的聚合数目有关;抗性表现程度具有基因累加效应^[7]。对多抗性杂交后代的适当处理方法仍是杂交育种成败的关键^[1]。本文对抗 SCN、SMV 基因聚合选择方法程序进行探讨,以期为大豆多抗性育种提供依据。

1 材料与方法

用 2 份经过鉴定抗 SMV₁ 号但感 SCN₃ 号携有基因 rhg Rsv 的黑龙省优良栽培大豆品种(系),和

2 份经过鉴定抗 SCN₃ 号感 SMV₁ 号携有基因 Rhgrsv 的国外大豆品种进行了 2 个杂交组合(表 1)。

杂交后代经 F₁ 高繁后,把每组合 F₂ 种子分成 5 个处理,每个处理 300 粒种子。F₂—F₄ 5 种处理选择方法:Ⅰ、各世代均接种 SCN₃ 和 SMV₁ 二种病害;Ⅱ、SCN₃ 和 SMV₁ 分别在 F₂、F₃ 世代交叉接种;Ⅲ、各世代只接 SCN₃;Ⅳ、各世代只接 SMV₁;Ⅴ、各世代均不接种。F₅ 代分为不接种和接种 SCN₃、SMV₁ 鉴定抗性基因聚合效果。鉴定后代在网室盆栽 10cm×6cm×9cm 的花盆。

供试 SCM₃ 号病土采自疫区安达良种场 5 年连作大豆病圃,经多次分析鉴定为 SCN₃^[11]。其含有效孢囊量 65±7.3 个/100g。SMV₁ 号株系由东北农业大学植病室提供。采用汁液摩擦法两次接种,第一次在真叶期,十天后重复接种^[4]。

在二种病原型反应最佳时间各自进行调查。SCN₃ 出苗后 30—35 天扣盆检查每株根部白色雌成虫数,鉴定品种与感病品种相比,平均每株雌成虫数之比≥10%时为感病,低于 10%时只为抗病。SMV₁ 成株抗感病标准参照濮祖芹、胡蕴珠的方法,凡汁液摩擦接种后不发病或只在接种叶上出现局部枯斑而上位叶无病状苗为抗病,其余为感病。

* 收稿日期:1999—10—18

基金项目:国家自然科学基金(Na 39670507)资助项目。

作者简介:武天龙(1951—),男,教授,博导,从事大豆抗性遗传研究。

表 1 亲本对 SCN₃ 和 SMV₁ 抗性反应

Table 1 The reaction of parental varieties to SCN₃ and SMV₁

母本 Mother	抗性表现		父本 Father	抗性表现		F ₁		
	The show of resiant			The show of resiant		抗性表现	株数	粒数
	SCN ₃	SMV ₁		SCN ₃	SMV ₁	The show of resiant	Na of plants	No. of seeds
合丰 33 号 H. F. 33	rSN ₃	RSV ₁	CN210	RSN ₃	rSV ₁	rSNRSV	22	1213
哈 88—7704 Ha88—7704	rSN ₃	RSV ₁	抗线 1 号	RSN ₃	rSV ₁	rSNRSV	27	1305

2 结果与分析

2.1 不同选择方法后代 F₅ 品系性状表现

分析不同选择方法在 F₅ 接种 SCN₃、SMV₁ 与不接种子 10 个低产品系 6 个性状差异表现(表 2)。

不同选择方法的 F₅ 低产品系各性状的表现差异明显。选择方法 I、II 后代为抗病基因型 RSV RSN 在株高(−0.3, 3.9)节数(0.9, 1.2)分枝数(0.2, −0.1)主茎荚数(−2.9, −3.6)、分枝荚数

(−0.7, −0.5)、总荚数(−2.2, −4.1)等性状上显著性测定 $p < 0.05$ 差距很小。选择方法 III、IV 单感病 RSV rSN (R 表示抗性, r 表示感病, SV 为病毒, SN 为孢囊线虫)和 rSV RSN 在各性状上均受到影响。自然选择 V 双感 rSV rSN 表现株高(−14.4)节数(−3.8)分枝数(−0.2), 主茎荚数(−9.1), 分枝数(0.2)总荚数(−11.2)显著性测定 $p > 0.05$, 各性状受到严重抑制。表明多种病害或单一病害侵染能使感病株系产量各性状表现受到抑制, 病害危害表现程度呈累加效应。

表 2 不同选择方法 F₅ 10 个低产品系接种与不接种性状差异比较表

Table 2 The inoculation and non-inoculation of F₅ low yield under different selection method

选择方法 Selection method	株高 Plant height		节数 Na of nodes		分枝数 No. of branches		主茎荚数 Na of pods on branches		分枝荚数 No. of pods on branches		总荚数 No. of pods	
	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂	x ₁ −x ₂	CV ₁ −CV ₂
	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)	(d)
I 双接 SCN ₃ 和 SMV ₁												
I Double inoculation SCN ₃ and SMV ₁	−0.3	0.1	0.9	−2.2	0.2	1.7	2.9	−3.5	−0.7	2.8	2.2	−1.5
II 交叉接 SCN ₃ 或 SMV ₁												
II Cross inoculation SCN ₃ or SMV ₁	3.9	−2.9	1.2	1.6	−0.1	4.2	−3.6	2.1	−0.5	−3.2	−4.1	2.7
III 单接 SCN ₃												
III Single inoculation SCN ₃	−6.2	−5.4	−2.4	−3.3	0.3	−3.2	−7.5	−5.3	−0.9	−7.3	−8.4	−6.7
IV 单接 SMV ₁												
IV Single inoculation SMV ₁	−2.7	−3.3	−2.7	−4.7	−0.1	−6.5	−7.8	−5.4	−1.4	−5.2	−9.2	−5.6
V 自然选择												
V Nature selection	−14.4	−7.2	−3.8	−5.9	−0.2	−7.3	−9.1	−6.9	−2.1	−6.6	−11.2	−7.3

F₅ 在接种条件下, 和不接种相比各性状变异系数差异表现为 I、II 后代表现为 RSV RSV 的各性状差距很小($\Sigma_x - 0.4, 0.3$); III、IV 后代 RSV rSN 和 rSV RSN 具有一定差距($\Sigma_x - 5.2, 5.1$); V 后代 Σ_x rSV rSN 则差距最大($\Sigma_x - 6.8$)。双接种或交叉接种法能保持株系内的较大变异性。

2.2 不同选择方法后代产量表现

F₅ 在接种 SCN₃、SMV₁ 条件下, 各处理品系产量结果; 品系平均产量 I、II 为 2207kg、2226kg > III 2032kg 和 IV 1948kg > V 为 1877kg, LSD_{0.01} 测定处理间表现为三个等级 I、II 为 A, III、IV 为 BV 为 C, 产量差异极显著。在 10 个高产品系处理 I、II、III 处于同一水平, 分别为 2279kg、2311kg、2294kg > IV 和 V 均处于 B 水平的 2006kg、1913kg。在各低产品

系中处理 I、II 在同一水平为 2124kg、2051kg> 处理 III、IV 处在同一 B 水平为 1838kg、1895kg, V 处理在 C 水平为 1689kg。表明不同的选择方法的后代在接种条件下产量差异极显著(表 3)。

在接种条件下,致病源对品系产量的影响和品系的抗性基因聚合程度有关。各处理全部品系平均产量最高为 I、II 表现为 RSV RSN, 最低为 V 表现

为 rSVrSN 和 rSV RSN 二者占 99%。10 个高产品系平均产量最高为 I、II、III 均为 RSV RSN, 最低为 V 为 RSV rSN。10 个低产品系平均产量最高为 I、II、RSV rSN, 其次 III、IV RSV rSN 和 rSV RSN, 最低为 V rSVrSN, 品系产量和品系的抗性基因聚合数呈极显著正相关, 相关系数分别表现为 0.972^{**}、0.959^{**}、0.979^{**}。

表 3 不同选择方法 F₅ 入选品系产量结果 kg/hm²(哈尔滨 1992)

Table 3 The yield of strain under different selection methods to F₅(Harbin 1992)

选择方法 Selection method	测产小区数 No. of plots	全部品系平均 Average of all strain	10 个高产品系平均 Average of ten high yield strains		10 个低产品系平均 Average of ten low yield strains		20 个品系不接种 产量比率(%) The rate of yield on 20 non-inoculation strains
		kg/hm ²	kg/hm ²	表现型	kg/hm ²	表现型	
I 双接SCN ₃ 和SMV ₁ I double inoculation SCN ₃ and SMV ₁	92	2207	2279	RSV RSN	2124	RSV RSN	99.3
II 交叉接SCN ₃ 或SMV ₁ II Cross inoculation SCN ₃ or SMV ₁	85	2226	2311	RSV RSN	2051	RSV RSN	105.4
III 单接SCN ₃ III Single inoculation SCN ₃	82	2032	2294	RSV RSN	1838	RSV rSN	96.1
IV 单接SMV ₁ IV Single inoculation SMV ₁	91	1948	2006	RSV RSN rSV RSN	1895	rSV RSN	104.9
V 自然选择 V Nature selection	98	1877	1913	RSV rSN	1689	rSV rSN	100
聚合基因数与产量相关系数 Correlated coefficient of No. gene polymerized and yield	—	0.972 ^{**}			0.959 ^{**}	0.979 ^{**}	—

在病害发生条件下致病的毒性对大豆产量产生影响,在末接种条件下,各处理 20 个品系间平均产量差异不显著。在接种病害大发生条件下各抗性表现型与感病 rSVrSN 相比 RSV RSN 增产 23.6%—35.9%, RSV rSN 增产 8%—13.2%, rSV RSN 增产

12.2%—18.7%, 抗性基因间互作对产量呈累加效应于 8%—35.9% 范围。

2.3 不同选择方法后代抗性聚合效果

F₂—F₄ 接种 SCN₃ 和 SMV₁ 5 种处理的不同选择方法二组合 F₅ 抗性聚合表现(表 4)。处理 I、II

表 4 不同选择方法二组合 F₅ 抗性反应

Table 4 The reaction of F₅ of two crosses under different selection method

选择方法 Selection method	抗性表现型(%) The show of resistance			
	RSV rSN	rSV RSN	rSV rSN	RSV RSN
I 双接SCN ₃ 和SMV ₁ I Double inoculation SCN ₃ and SMV ₁	0	0	0	100
II 交叉接SCN ₃ 或SMV ₁ II Cross inoculation SCN ₃ or SMV ₁	0	0	0	100
III 单接SCN ₃ III Single inoculation SCN ₃	9—15	12—17	0	68—79
IV 单接SMV ₁ IV Single inoculation SMV ₁	94—98	2—5	0	0—1
V 自然选择 V Nature selection	50—67	0—1	33—49	0

在同一世代接种和不同世代交叉接种二种病害

SCN₃ 和 SMV₁ 的选择压下抗性聚合, 表现型

RSV RSN 出现率为 100%。III只接种 SCN₃ 选择压下其抗性表现型 RSVRSN 为 68%—79%, RSV rSN 为 9%—15%, rSV RSN 12%—17% rSVrSN 为 0。IV只接种 SMV₁ 选择压下其后代抗性表现型 RSVRSN 为 0—1%, RSV rSN 为 94%—98% rSVRSM 为 2%—5%, rSVrSN 为 0。V在无接种病害选择压下抗性表现型 RSVRSN 为 0, RSVrSN 为 50%—67%, rSVRSN 为 0—1%, rSVrSN 为 33%—49%, 后代双抗性出现率处理 I、II> III>、IV、V。表现处理 I、II 优于其它选择方法。能有效的选择抗性基因聚合 RSV RSN 株系。

2.4 大豆双抗性育种方法

大豆多抗性SCN₃和SMV₁选择方法表明,双接

种法和交叉接种法在抗性基因聚合率、后代产量性状变异性及产量表现方面都优于其他处理方法,两种育种方法见表5。

方法1:在F₂代以双抗为目标,接SCN₃和SMV₁选择双抗性单株。此代群体小、便于网室盆栽,接种的工作量轻。F₃主要目标鉴定出双抗性纯合体的株系,并进行大量的双抗丰产单株选择。F₄即可以丰产为目标在适宜生态区进行选择。

方法2:F₂代只接种三对隐性控制的SCN₃,选择单抗SCN₃单株。F₃只接SMV,重点鉴定双抗单株。F₄目标为双抗,部分在网室盆栽接种SCN₃和SMV₁鉴定株系抗性纯合性,一部分在适宜生态区以丰产为目标进行选择。

表5 大豆双抗性育种实例

Table 5 The example of double resistance of soybean

年份 Year	年次 Na in ayear	世代 Gener ation	育种程序 Progress of plant	I 双接种SCN ₃ 和SMV ₁ I Double inoculation SCN ₃ and SMV ₁		II 交叉接种SCN ₃ 和SMV ₁ II Cross inoculation SCN ₃ and SMV ₁	
				目标 Item	措施与结果 Way and strain	目标 Item	措施与结果 Way and strain
1988 秋	1	F ₁	F ₁ 组合南繁	去伪杂种加大繁殖倍数	田间不接种, 收 614 粒种子	去伪杂种加大繁殖倍数	田间不接种, 收 523 粒种子
1989	2	F ₂	株行	双抗	网室盆栽双接SCN ₃ 和SMV ₁ 300株, 选择双抗单株7株, 单抗SMV ₁ 2株。	单抗	网室盆栽单接SCN ₃ 300株, 选择单抗单株6株。
1990	3	F ₃	株行	双抗、丰产	病圃, 盆栽接种SCN ₃ 和SMV ₁ 鉴定抗性纯合体6株系选择双抗株75株。	双抗	病圃, 盆栽接种SMV ₁ 鉴定抗性纯合体4株系, 选择双抗单株97株。
1991	4	F ₄	株行	丰产、双抗	每株系盆栽15株, 接种SCN ₃ 、SMV ₁ 鉴定抗性纯合性, 适宜生态区, 选择优良株系内双抗60株, 室内选40株。	双抗、丰产	每株系盆栽15株, 接种SCN ₃ 、SMV ₁ 鉴定抗性纯合体, 适宜生态区, 选择优良株系内双抗60株, 室内选40株。
1992	5	F ₅	株系鉴定圃	丰产、双抗	每株系盆栽10株, 接种SCN ₃ 、SMV ₁ 鉴定抗性纯合性, 适宜生态区, 田间鉴定, 选择双抗8株系。	丰产、双抗	同I 选择双抗5株系
1993—1994	6—7	F ₆ —F ₇	鉴定品比	丰产、双抗	适宜生态区, 产量鉴定、自然抗性鉴定, 确定92—8055优良双抗品系。	丰产、双抗	同I 确定LR92—8033、8657优良品系
1995—1998	8—11	F ₈ —F ₁₁	区试、生试繁殖	丰产、适应性双抗、推广	15点试验、示范、命名东农43号抗SCN ₃ 、SMV ₁ FLS多抗型品种。	丰产、适应性双抗、新资源	多点试验、示范、双抗、多抗亲本。

多抗性的育种程序以系统选择为基础, F₁、F₃ 可结合南繁加代, F₅ 以后进入产量鉴定品比区试圃。利用这二种方法, 分别选出东农 43 号和 LR 系一大批大豆多抗性材料。

3 讨论

3.1 在接种条件下多种病害对杂交后代产量的影响比杂交组合内产量差异还大。不同大豆病害对大

豆产量的影响呈累加效应, 表现为株系抗性基因聚合数量和株系的产量呈极显著的正相关, 同一杂交组合内产量表现 RSV RSN> rSVRSN 和 RSV rSN> rSVrSN。rSVrSN 由于多种病害侵染产生负向累加效应, 使生长抑制, 丰产性差, 株系内变异系数小。聚合的多抗性基因 RsvRhg 产生正向累加效应, 使病害受到抑制, 丰产性得到表现。株系内变异系数大, 出现优良株系机率多。因而开展多抗性基因的聚合, 是丰产育种的基础。

3.2 大豆 SCN_3 和 SMV_1 多抗性基因聚合杂交后代不同选择方法的选择效果差异明显。判断多抗性选择方法的可取与否应看①是否能在 F_5 世代选拔出纯合的 $RSVRSN$ 株系及选拔的基础材料是否变异多;②是否省工省地和便于操作管理;③是否适于异季南繁加代以缩短育种年限。根据上述,双接种法 F_2 代群体小,接种的工作量轻,便于网室盆栽管理。在 F_3 可结合异季南繁加代,但由于受二种病害多基因控制, $F_2RSVRSN$ 出现率很低^[7],因而 F_2 的群体大小是此法的成败关键。交叉接种优点在于工作量分散, F_2 接种 SCN_3 选出少量 RSV 单株, F_3 只鉴定 SMV_1 抗性纯合体,缺点在于 F_2 的群体及 F_3 不能南繁。因而此二种方法均较可取。双接种法和交叉接种法杂交后代 F_5 纯合 $RSVRSN$ 率高,株系间的变异性大,丰产性好产量高。利用这二种方法我们已选育出东农 43 号、LR8033、LR8657 等多抗性大豆新品种(系)。

参 考 文 献

- 1 张明厚,魏培文,张春泉[J]. 植物病理学报, 1998, 17(2): 101—107
- 2 吴宗璞,高凤兰[J]. 大豆科学, 1986, 5(2): 153—160
- 3 Lims M [J]. Phytopathology, 1985, (75): 199—201
- 4 张树榛. 植物育种学[M]. 北京:北京农业大学出版社, 1988, 210—218
- 5 武天龙,杨庆凯,吴宗璞[J]. 东北农业大学学报, 1992, 23(4): 322—237
- 6 Bomers G. R [J]. Phytopathology, 1970, 69: 569—572
- 7 Matson A. L L F. willams[J]. Crop Science, 1965, 5: 477
- 8 Hartwing E. E. J. M. Epps[J]. Crop Science, 13: 287
- 9 Bromfield K. R, J. S. Melching, C. H. Kingsolver [J]. Phytopathology 1980, 70: 17—21
- 10 武天龙,吴宗璞,高凤兰[J]. 中国学术期刊学报, 1987, 23(4): 322—327
- 11 王金陵,大豆[M]. 哈尔滨,黑龙江科技出版社, 1982, 266—273
- 12 孙祖东,盖钧镒[J]. 大豆科学, 1999, 18(4): 300—306

A DISCUSSION ON PROGRAM FOR SELECTION METHODS OF MULTIPLE RESISTANCE OF SCN_3 AND SMV_1 OF SOYBEAN

Wu Tianlong¹ Tang Nan¹ Wu Zongpu² Gao Fenglan²
Yang Qingkai² Cai Xiangzhong¹

(1. Shanghai Agricultural College, Shanghai 201101; 2. Northeast Agriculture University, Harbin)

Abstract Progenies of soybeans resistant to SCN_3 ×resistant to SMV_1 were studied. Five treatments for F_1 to F_5 were adopted under different selection pressures. The yield comparison (LSD0.05) among these treatments showed in three classes A, B and C. The coefficient of variation of yield characters with each selection method was very different. The resistant gene interaction of SCN_3 and SMV_1 had an additive effect for increased production. The increase was 8—35.9%. The yield of the strains and quantity of polymerized resistant genes were positively correlated, $r=0.972^{**}$. Resistant ($RSVRSN$) F_5 plants had apparent rate various as 0—100% under different selection methods. $RSVRSN$ in F_5 of double inoculation or cross inoculation was 100%, its variability among plants of each strain was great. It is better that to combine with off—season and nursery breeding in southern China to have an additional generation in one year.

Key words SCN_3 ; SMV_1 ; Gene polymerized; Selection method