

大豆质核互作雄性不育系 NJCMS1A 恢复源 与保持源的鉴定^{*}

白羊年 盖钧镒^{**}

(南京农业大学大豆研究所 农业部国家大豆改良中心 作物遗传和种质创新国家重点实验室 南京 210095)

摘要 1998 和 1999 年夏选用 51 份大豆材料对 NJCMS1A 进行测验性交配。在花期治虫预防昆虫传粉的基础上,通过成熟期的植株结实性辅以花粉发芽试验来判断 F₁ 雄性育性的恢复性。在此基础上初步筛选出了 NJCMS1A 的恢复源 21 个以及保持源 17 个其中不育细胞质的提供者 N8855 是不育系的恢复源。

关键词 大豆质核互作雄性不育;恢复源;保持源

中图分类号 S 565.103.3 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2003)03-0161-05

0 引言

利用质核互作雄性不育三系生产杂种种子已成功应用于水稻、高粱、油菜等许多作物杂种优势的生产利用。美国 Davis (1985)报道了第一个质核互作大豆雄性不育系,但未见进一步报道^[1]。我国孙寰等(1993, 1997)发现大豆质核互作雄性不育细胞质并选育出了不育系^[2,4]。盖钧镒等(1995, 1999)、丁德荣等(1998)发现大豆质核互作雄性不育并于 1997 年获得了不育系 NJCMS1A^[3,6,7]。赵丽梅等(1998)、张磊等(1999)均报告选育出了大豆质核互作雄性不育系^[5,8]。

本试验在盖钧镒和丁德荣等的工作基础上,利用提供不育胞质的可育亲本 N8855 以及不育系 NJCMS1A 选育过程中回交世代可育株或同一胞质不育系 NJCMS2A 选育过程中可育株 F₂ 自交世代的衍生家系、不同地区(主要是南方地区)的育成品种及地方品种为父本,与不育系 NJCMS1A 广泛测交,旨在获得该不育系的恢复源和新的保持源。

1 材料与方法

1998 年夏和 1999 年夏选用主要来自中国南

方地区的育成品种(系)、地方品种、不育系 NJCMS1A 选育过程中回交世代可育株及 NJCMS2A 选育过程中 F₂ 自交世代可育株的衍生家系(简称同质可育株系,下同)共 51 份材料对 NJCMS1A 进行测验性交配,分别于 1999 年夏、2000 年春、2000 年夏种植 F₁,所有 F₁ 与保持系、不育系皆稀植:行距与株距皆为 40cm。调查其花粉育性并目测其植株的结荚情况。初花期与盛花期喷农药治虫各 1 次以控制昆虫传粉。

同时,对随机抽取的 189 株不育系 NJCMS1A 的雄性不育性进行了鉴定。有 171 株的单株结荚数为 0 个/株,有 12 株的结荚数为 1 个/株,5 株的结荚数为 2 个/株,有 1 株的结荚数为 5 个/株,所有被调查植株的花粉萌发率皆为 0。全部植株贪青晚熟,结有许多未受精的小肉荚,为典型的不育株形态。

前人的研究已证明该不育系的雌性育性正常^[7],因此在通过稀植且杀虫以控制昆虫传粉的基础上,根据 F₁ 植株的结荚性可以基本推断其雄性育性。在本试验条件下,不育系的异交结荚很少甚至不结荚,说明 F₁ 植株接受外来花粉的概率很低,基本可以忽略外来花粉对自交结荚状况的影响。因此根据交配 F₁ 植株的结荚性可以基本推断父本对该不育系的保持性或恢复性。

* 收稿日期:2002-11-01

基金项目:国家自然科学基金重大项目(9390013)和国家科技攻关项目(96-002-02-12-4)

** 联系作者: E-mail: sri@njau.edu.cn

作者简介:白羊年(1967-),男,博士,从事大豆遗传育种研究工作。

结合成熟期的田间观察结果,本试验中将F₁单株的结荚状况分为3种类型:①全株不结荚或只结1—2个荚(多为1粒荚),成熟期叶片浓绿,结有许多未受精的小肉荚,与不育系NJCMS1A的结荚状况类似,本文称这种结荚状况为A类型;②植株结荚丰满,结荚数为37—242个/株,没有不结荚的分枝,也未见肉荚,能正常成熟,与保持系(结荚为34—52个/株)的成熟期外观特征类似,本文称为N类型;③植株的结荚数为11—24个/株,结荚较多但不充分,本文称这种类型为O类型,是介于A与N之间的一种中间类型。

表1 NJCMS1A与不同材料间F₁的结荚状况及其花粉萌发率的频率分布

Table1 Pod— set situation and frequency distribution of pollen germination rate in the F₁s between NJCMS1A and different types of soybean materials

父本 Male parent	类型 Type	株数 No. of plants	结荚状况 Type of pod— set	花粉萌发率 Pollen gemination rate(%)										$\bar{X}_{\%}\pm S$
				0	0—0.5	0.5—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—70	70—100		
N2345.2	C	14	A	50.0	50.0									0.13±.16
N3832—1	C	33	A	66.7	6.1	27.2								0.42±.71
N5463	C	44	A	47.7	52.3									0.14±.17
N5465	C	31	A	48.4	48.4	3.2								0.16±.18
N23769	C	26	A	76.9	23.1									0.03±.08
N24351	C	11	A	63.6	36.4									0.05±.11
N1199	L	31	A	61.3	32.2	6.5								0.13±.21
N1628	L	85	A	76.5	22.3	1.2								0.05±.11
N3292	L	13	A	53.9	30.7	15.4								0.22±.31
BC ₁ F _{1,5—11}	T	28	A	53.6	46.4									0.13±.16
BC ₁ F _{1,5—12}	T	25	A	56	12	32								0.58±.85
BC ₁ F _{1,5—13}	T	21	A	52.3	4.8	42.9								0.82±.21
BC ₁ F _{1,5—14}	T	31	A	54.8	25.8	19.4								0.23±.43
BC ₁ F _{1,5—15}	T	22	A	59.1	18.2	38.2								0.65±.19
F _{2,5—11}	T	39	A	56.4	17.9	25.7								0.32±.61
F _{2,5—12}	T	29	A	79.3	3.5	17.2								0.10±.21
F _{2,5—13}	T	21	A	42.9	19.1	38								0.89±.46
N2961	L	25	AO	20.0	4.0	12.0	48.0	16.0						11.51±.48
N0366	L	14	AO			35.7	50.0	14.3						11.85±6.24
N1556	L	16	AON	18.8		6.3	50.0	12.6	12.6					15.89±10.38
N1671	L	20	AON	10.0	5.0	5.0	50.0	16.0	5.0					16.03±9.13
N2674	L	21	AON	14.3		4.8	38.1	38.1	4.8					17.25± 8.31
N1583	L	17	AON	7.7		53.0	41.1							10.13± 4.81
BC ₁ F _{1,5—21}	T	14	AON	35.7		7.1		7.1	21.4	14.3	14.3			24.27± 22.51
BC ₁ F _{1,5—22}	T	19	AON	36.8		15.8	15.8	26.3	5.3					11.00± 11.77
BC ₁ F _{1,5—23}	T	15	AON	20.0	6.7	20.1	20	20.0						8.87± 9.39
N10242.1	C	17	ON			5.9	41.2		5.9	17.6	11.8	17.7	37.26±	26.63

2 结果与分析

在表1中,不同材料与NJCMS1A交配F₁的结荚状况观察结果显示,各组合交配F₁植株结荚状态有的全部为A类型(植株不育),有的全部为N类型(植株可育),有的为ON类型(同一组合中F₁植株既有O类型,又有N类型)、AO类型(同一组合中F₁植株既有A类型,又有O类型)、AON类型(同一组合中F₁植株兼有A、O、N三种类型)。未发现F₁植株全部为O类型的组合。

(续表 1)

父本 Male parent	类型 Type	株数 No. of plants	结荚状况 Type of pod— set	花粉萌发率 Pollen gemination rate(%)										$\bar{X}_{\%}\pm S$
				0	0—0.5	0.5—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—70	70—100		
N20795	L	65	ON			1.5	9.2	16.9	10.8	13.8	20.0	27.7	50.74±25.28	
N23638	L	39	ON				5.1		7.7	20.5	23.0	43.6	62.00±20.48	
F _{2,5—2}	T	14	N			21.4	7.1			35.7	7.1	28.6	49.33±25.69	
N5466	C	31	N						3.2		22.6	74.2	73.30±9.52	
N8855	C	48	N								54.8	45.1	57.86±22.82	
N20742	C	48	N				2.1			4.2	20.9	72.9	73.90±13.69	
N22335	C	46	N						13.0	26.1	32.6	28.2	57.60±16.24	
N23139	C	60	N								11.7	88.4	83.08±10.97	
N23601	C	68	N							7.4	9.9	60.3	72.42±12.11	
N23683	C	55	N							3.6	18.2	78.1	76.29±12.09	
N23983	C	28	N					22.2	3.7	14.8	37.0	22.2	53.96±23.53	
RIL336	C	41	N							2.4	39.0	58.6	71.72±9.07	
N4412.2	L	26	N				7.7	15.4	23.1	15.4	26.9	11.5	43.18±17.30	
N4608	L	31	N						16.1	9.7	41.9	32.3	57.64±16.80	
N7141	L	15	N					6.7	6.7	6.7	33.4	46.7	68.50±21.4	
F _{2,5—1}	T	17	N					5.9			58.8	35.3	68.05±13.49	
F _{2,5—3}	T	26	N							3.8	30.7	65.5	73.52±14.43	
F _{2,5—4}	T	24	N					4.2	8.3	16.7	33.3	37.5	59.87±15.99	
BC ₁ F _{1,5—1}	T	66	N					1.5	3.0	4.5	21.2	69.8	74.69±17.1	
BC ₁ F _{1,5—2}	T	32	N							3.1	18.8	78.1	77.80±11.74	
BC ₁ F _{1,5—3}	T	57	N					7.0	5.3	10.5	35.1	42.1	64.50±17.74	
BC ₁ F _{1,5—4}	T	8	N								12.5	87.5	78.76±8.51	
BC ₁ F _{1,5—5}	T	42	N						2.4	11.9	30.9	54.8	69.37±14.64	
BC ₁ F _{1,5—6}	T	8	N								50.0	50.0	70.28±10.89	

注: ①RIL336 为(科锋 1 号×1138-2)重组自交系 F_{7,9} 的 1 个家系。②BC₁F_{1,5-X}表示[(N8855×N2899)F₁×N2899]F₁ 可育株自交 4 代的可育株选系, X=1, 2, 3, ……表示不同的 BC₁F₁ 可育株株号; F_{2,5-X}表示(N8855×N1628)F₂ 可育株自交 3 代的选系, X=1, 2, 3, ……表示不同的 F₂ 可育株株号。③C 表示育成品种, L 表示地方品种, T 表示与 NJCMS1A 有相同细胞质的可育株系。④A 表示植株结荚状况为不育, N 表示植株结荚状况为可育, O 表示植株结荚状况介于 A 与 N 之间, ON 表示同一组合的 F₁ 植株有 O 和 N 两种类型, AO 表示同一组合的 F₁ 植株有 A 和 O 两种类型, AON 表示同一组合的 F₁ 植株有 A、O 和 N 共 3 种类型。

Note: ①RIL336 denotes a F_{7,9} family of recombinant inbred lines of Kefeng No. 1×1138-2. ②BC₁F_{1,5-X} denotes a male-fertile family derived from male-fertile plant of [(N8855×N2899)F₁×N2899]F₁ after four times of selfing, in which X=1, 2, 3, ……denotes different plants. F_{2,5-X} denotes a male-fertile family derived from male-fertile plant of (N8855×N1628)F₂ after three times of selfing, in which X=1, 2, 3, ……denotes different plants. ③C denotes released cultivar, L denotes landrace, and T denotes the male-fertile family with the same cytoplasm as NJCMS1A. "A" denotes the plant is sterile, and N denotes the plant is fertile, O denotes the pod-setting situation of the plant is between sterile (A) and fertile (N), ON denotes there are both O type and N type plants in a same cross. AO denotes there are both A type and O type plants in a same cross, and AON denotes there are three types (A, O and N) of plants in a same cross.

与不育系交配 F₁ 结荚状况为 A 类型的组合有 17 个, 这些组合的 F₁ 植株大多不结荚, 少数结荚为 1—2 个/株(具体数据略); 全部植株贪青晚熟, 结有大量明显的小肉荚。可以推测这些组合中的父本是不育系 NJCMS1A 的保持源, 它们是: 育成品种

N2345. 2、N3832 — 1、N5463、N5465、N23769、N24351, 地方品种 N1199、N1628、N3292 以及同质可育株系 BC₁F_{1,5-11}、BC₁F_{1,5-12}、BC₁F_{1,5-13}、BC₁F_{1,5-14}、BC₁F_{1,5-15}、F_{2,5-11}、F_{2,5-12}、F_{2,5-13}。花粉萌发率的结果显示, 有 10 个材料与 NJCMS1A 间

F_1 的花粉萌发率小于 1%; 其余 7 个材料与 NJCMS1A 间 F_1 有超过 70% 的植株的花粉萌发率为 0%—1%, 大部分植株的花粉萌发率在 0%—3.5% 间, 只有个别植株的花粉萌发率分布在 4%—4.5%。变幅最大的是 F_{2-13} 、 $BC_1F_{1,5-13}$ 、 F_{2-11} 三个同质可育株系, 分别为 0—4.24%、0—4.23%、0—3.03% (其他数据略)。花粉萌发率平均数最小为 0.03 (父本为 N23769), 最大为 0.89 (父本为 $F_{2,5-13}$)。

与不育系交配 F_1 结荚状况全部为 N 类型的组合有 21 个, 这些组合中 F_1 的结荚状况为: 所有植株皆结荚丰满, 没有不结荚或结荚很少的分枝。单株结荚数目最少为 37 个/株, 最多可达 242 个/株, 平均结荚数为 56.6 个/株。而对照保持系的结荚平均为 35.4 个/株, 最多为 46 个/株, 最少为 19 个/株。可以推测这些父本是不育系的恢复源, 它们是: 育成品种 (品系) N5466、N8855、N20742、N22335、N23139、N23601、N23683、N23983、RIL336, 地方品种 N4412. 2、N4608、N7141 以及同质可育株系 $F_{2,5-1}$ 、 $F_{2,5-3}$ 、 $F_{2,5-4}$ 、 $BC_1F_{1,5-1}$ 、 $BC_1F_{1,5-2}$ 、 $BC_1F_{1,5-3}$ 、 $BC_1F_{1,5-4}$ 、 $BC_1F_{1,5-5}$ 、 $BC_1F_{1,5-6}$ 。这些组合 F_1 的花粉萌发率多数分布在 20%—100% 的范围内, F_1 花粉萌发率平均数最大为 83.08% (N23139), 最小为 43.18% (N4412.2)。其中所有单株的花粉萌发率分布在 40% 以上的组合有 9 个。

除了以上 F_1 全部为 A 类型植株或 N 类型植株的组合外, 本试验中又出现了 AO 类型、ON 类型、AON 三种类型。这些类型的出现可能与父本或母本 (不育系) 的纯度不高有关, 难以判断其恢复或保持的类型。

3 讨论

3.1 本试验中交配 F_1 的结荚表现与其花粉萌发率有协同变化的趋势, 花粉萌发率高的组合, 其结荚状况也好; 花粉萌发率低的组合, 其结荚状况也差; 花粉萌发率处于中间类型的组合, 其结荚状况也为中间类型。因此在较为准确地调查花粉萌发率的基础上, 以结荚和花粉育性结合来判断交配 F_1 的雄性育性, 是一种科学有效的方法。但是, 本试验中同一组合交配 F_1 花粉萌发率数据出现较大波动, 可能的主要原因之一是采集大量花粉后在不同时间观察的时间差异所致。

3.2 本试验分析中推测的恢复源和保持源, 对今后

选育 NJCMS1A 的恢复系和保持系具有重要的参考价值。不育系 NJCMS1A 的细胞质提供者 N8855 是该不育系的恢复源, 与其它作物的多数不育系的恢复源来源相似, 如高粱的 3A 不育系, 大麦的亲 270A 等。

3.3 本试验中恢复源与不育系间杂种 F_1 植株的结荚数 (37—242 个/株) 普遍较多, 可能与稀播条件下杂种优势得到了充分体现有关。尚未发现所有植株为 O 类型的组合, 而出现 AO、ON、AON 的组合, 可能与父本或不育系的基因型纯度不够有关。尤其是出现 AON 类型的组合, 其父本为 L (地方品种) 类型或 T (同质可育株系) 类型, 这两类材料的纯度通常较低。今后应在做地方品种的恢复性选配工作时要严格提纯父本, 而同质可育株系由于其与不育系的亲缘关系太近, 杂种优势通常较小, 并不适用于本试验中恢复系的进一步选育。

3.4 由自交及回交后代衍生的同质可育株系, 其与不育系的杂种出现了不育 (A)、可育 (N)、分离 (AON) 等多种情况, 说明细胞核内不育基因不止一对, 重组的结果出现多种情况。本课题有关育性恢复性遗传研究的结果主要有两对隐性重叠主基因控制不育性, 因而同质可育株系可能有 2、1、0 对不育隐性主基因 (0、1、2 对可育显性主基因) 从而出现多种结果。这项结果将另文报导, 并有待继续研究。

参 考 文 献

- 1 Davis W. H. Route to hybrid soybean production [D]. United States Patent, 1985, 4, 545, 146.
- 2 孙襄, 赵丽梅, 黄梅. 大豆质—核互作不育系研究 [J]. 科学通报, 1993, 38(16): 1535—1536.
- 3 Gai J Y, Z L Cui, D F Ji, et al. A report on the nuclear cytoplasmic male sterility from a cross between two soybean cultivars [J]. Soybean Genetics Newsletter, 1995, 22: 55—58.
- 4 Sun, H., L. M. Zhao, M. Huang. Cytoplasmic—nuclear male—sterile soybean line from interspecific crosses between *G. max* and *G. soja* [D]. World Soybean Res. Conf. V, p. 99—102. Kasetsart University Press, 1997, Bangkok, Thailand.
- 5 赵丽梅, 孙襄, 黄梅. 大豆细胞质不育系 ZA 的选育和初步研究 [J]. 大豆科学, 1998, 17(3): 268—270.
- 6 丁德荣, 盖钧镒, 崔章林, 等. 大豆质核互作雄性不育系 NJCMS1A 及其保持系 NJCMS1B 的选育及验证 [J]. 科学通报, 1998, 43(17): 1901—1902.
- 7 盖钧镒, 丁德荣, 崔章林, 等. 大豆质核互作雄性不育系 NJCMS1A 的选育及其特性研究 [J]. 中国农业科学, 1999, 32(5): 23—27.
- 8 张磊, 戴瓯和, 黄志平, 等. 大豆质核互作 M 型雄性不育系的选育及其育性表现 [J]. 中国农业科学, 1999, 22(4): 24—32.

IDENTIFICATION OF ROESTORERS AND MAINTAINERS OF THE CYTOPLASMIC—NUCLEAR MALE—STERILE LINE NJCMS1A OF SOYBEAN

Bai Yangnian Gai Junyi

(Soybean Research Institute, Nanjing Agricultural University; Chinese National Center for Soybean Improvement; National Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing 210095)
Abstract Fifty-one soybean genotypes were crossed with NJCMS1A in the summers of 1998 and 1999. Through spraying insecticide during blooming period to avoid insect-mediated pollination, the male fertility of F_1 plants was observed according to the pod-setting situation at maturity supplemented with pollen germination test. The 21 restorers and 17 maintainers of NJCMS1A were screened out of the above fifty-one genotypes. N8855, which was the donor of male-sterile cytoplasm of NJCMS1A, was also a restorer of NJCMS1A.

Key words Soybean cytoplasmic—nuclear male sterility; Restorer; Maintainer

欢迎订阅 2004 年《中国农业科学》(中、英文版)

《中国农业科学》中、英文版是中国农业科学院主办的全国性、综合性、学术性期刊。主要刊登农牧业基础科学和应用科学研究论文。主要栏目有作物遗传育种·种质资源;植物保护;生理生态·耕作栽培;土壤肥料·节水灌溉;园林园艺;贮藏·保鲜·加工;畜牧·兽医;综述与专论;研究简报,快讯等。读者对象主要是国内外农业科学研究所、农业院校,以及综合性大学等有关农业科学研究与管理人员。

《中国农业科学》中、英文版 2004 年均均为月刊,大 16 开,国内外公开发行。中文版国内统一刊号:CN 11—1328/S,国际标准刊号:ISSN 0578—1752,邮发代号:2—138,国外代号:BM 43。每期 160 页,定价 29.00 元,全年定价 348.00 元;英文版国内统一刊号:CN 11—4720/S,国际标准刊号:ISSN 1671—2927。邮发代号 2—851,国外代号:1591M。每期 80 页,国内定价 20.00 元,全年 240.00 元,国外定价 20.00 美元,全年定价 240.00 美元。广告经营许可证:京海工商广字第 0178 号。编辑部地址:北京中关村南大街 12 号。邮政编码:100081;电话:(010)68919808 68975146 68976244;传真:68976244;电子邮件:zgnykx@mail.caas.net.cn;网址: <http://www.ChinaAgriSci.com>

《黑龙江农业科学》2004 年征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性学术期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊、“中国期刊方阵”期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊。主要报道作物育种、耕作栽培、植物保护、土壤肥料、果树蔬菜、植物生理、农业气象等方面以黑龙江省为主,其他省区为辅的最新农业科研成果、科学技术、发展趋势以及新产品、新品种等。设有科研报告、实用技术、调查总结、专题综述、品种选育、国内外科技动态、科技简讯、农业信息等栏目以及各类广告业务宣传。本刊发行面广,读者群大:农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及各农业技术推广部门的科技人员、管理干部和广大农民群众等。

本刊为国际大十六开本,彩色四封,52 页,双月刊,刊号:ISSN 1002—2767, CN 23—1204/S,邮发代号 14—61,单月 10 日出版,每期定价 5.00 元,全年为 30.00 元。全国各地邮局(所)均可订阅。漏订者可汇款至本刊编辑部补订(不另收邮费)。

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号 《黑龙江农业科学》编辑部

电话:0451—86668373 E-mail:nykx13579@sina.com 邮政编码:150086