

大豆雄性不育系和大豆资源有关开花授粉性状的研究^{*}

白羊年 陈 健 喻德跃 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 南京 210095)

摘要 对大豆质核互作和核雄性不育材料有关开花授粉性状的研究表明,花粉传媒花蓟马密度在可育株与不育株之间无显著差异,同一材料内不育株的龙骨瓣开张度比可育株大; NJCMS2A 与 NJCMS1A 间、N69—2772(ms2)与 N69—2771(ms1)、N69—2773(ms3)间的龙骨瓣开张度无明显差异。 NJCMS2A 的异交率比 NJCMS1A 高,恰好 NJCMS2B 的散粉性比 NJCMS1B 好。类似地, N69—2772 不育株的异交率高于其他两个核雄性不育材料,恰好 N69—2772 可育株的散粉性也比其他两个核雄性不育材料的可育株好。 NJCMS1A 的柱头活力可以保持 2.5 天,花瓣对柱头的活力有保护作用。 NJCMS1A 的 BC_{5,7}家系间以及单株间雌性育性存在显著差异,且筛选到雌性育性较好的家系。对大豆资源有关开花授粉性状的研究表明,大豆资源中花瓣大小、龙骨瓣开张度、散粉性、单花花粉量、花蓟马密度等性状存在很大变异。野生大豆的花远小于栽培豆,野生豆的花蓟马密度、龙骨瓣开张度等性状与栽培豆无显著差异,野生豆的散粉性比栽培豆好;从 310 份种质资源中筛选到 30 份散粉性较好的材料、16 份龙骨瓣开张度较大的材料以及 4 份两者均较好的材料。

关键词 大豆; 雄性不育系; 资源; 有关传粉性状

中图分类号 S 565. 102. 4

文献标识码 A

文章编号 1000—9841(2002)01—0018—07

0 引言

作物杂种优势利用必须满足两个条件: ①品种间存在很大的杂种优势。②具备经济有效地生产杂种的方法。许多研究表明,大豆杂种 F₁ 产量具有超高亲优势,一般为 13%—20%^[1]。稳定的大豆三系的选育为大面积经济有效地生产杂种提供了可能。但是,不育系的繁殖与杂交的配制存在很大的困难,主要是自然异交结实率低,这起因于大豆花器小,花多,花粉粘重,花朵开放时翼瓣和龙骨瓣紧紧包住雄蕊和柱头,花药和柱头不外露,异花间的昆虫传粉及风媒传粉难以进行,且易落花落荚等。因此开花授粉问题就成为制约大豆杂种优势利用的关键。提高大豆异交率的途径主要有两种,虫媒传粉或风媒传粉。从虫媒传粉的角度,花部构成对访花者的访问

频率具有重要意义。Robacker 和 Erickson(1984)的资料表明,具有较多的花、每朵花较多的密腺、颜色更鲜艳、花更大、花开放更完全的植株更能吸引传粉者^[2]。从风媒传粉的角度,大豆柱头的外露程度,花粉的飘散性以及花粉的数量等性状都会影响大豆的异交结实率。无论那种传粉方式,不育系柱头的活力,以及雌性育性的高低都会影响异交结实率。

从传统的观点看,大豆是自花授粉作物,有人推测大豆是最近的进化历史年代从异交作物变为高度自交的作物的(Arroyo 1981; Erickson 1984; Cghiang and Kiang 1987; Kiang and Chiang 1989)^[3—6]。前人的试验结果估计有些野生豆的异交率(Fujita 等, 1997)可以达到 13%左右^[7]。Weber and Hanson(1961)认为蜜蜂、蓟马、其它昆虫甚至风是造成异交的因子,种子经不同剂量 X 射线和热中子处理后,其植株的异交率增加了 4—6 倍,而对照的异交率为 1%^[8]。

^{*} 收稿日期: 2001—02—23

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(9390013)和国家大豆育种项目(96—002—02—12—2)

^{**} 联系作者

作者简介: 白羊年, (1967—), 男, 博士, 从事大豆遗传育种研究工作。

国内卫保国等(1997)证实花蓟马 [*Frankliniella intonsa* (Trybom)] 是传播大豆花粉的有益昆虫^[9]。赵丽梅等(1999)认为蜜蜂和苜蓿切叶蜂是大豆传粉的有效昆虫^[10]。丁德荣等(1999)认为南方地区自然开放条件下大豆传粉媒介主要为花蓟马^[11]。所有这些都集中于虫媒方面的研究。本试验从虫媒与风媒两个角度研究大豆的开花授粉问题, 首先研究大豆雄性不育及其保持材料的花瓣大小、龙骨瓣开张度、花粉的飘散性、单花花粉量、花蓟马密度、雌性育性及其异交结实率等有关传粉性状的变异, 同时调查不育系 NJCMS1A^[12] 的柱头活力保持时间及其雌性育性在家系间的变异, 对现有的质核互作雄性不育系以及几个核雄性不育系的传粉生物学特征进行初步评价, 进而在大豆资源中研究花瓣大小、龙骨瓣开张度、花粉的飘散性、单花花粉量以及花蓟马密度等性状的变异, 意在从大量的资源中筛选有利于异交结实的基因资源, 为今后选育异交率高的不育系以及易于异花传粉的保持系、恢复系奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料与试验方法

大豆质核互作雄性不育系 NJCMS1A、NJCMS2A 及其相应的保持系隔行相间种植, 行长 4m, 行距 40cm, 株距 10cm。核雄性不育材料 N69—2771 (ms1)、N69—2772 (ms2)、N69—2773 (ms3) 群体采用小区种植, 行长 4m, 行距 40cm, 每小区 10 行, 每材料种植 1 个小区。310 份大豆资源(54 份野生豆 256 份栽培豆)采用穴播的方式, 行距与穴距均为 80cm, 每穴留苗 8 株, 一次重复。以上所有材料与 2000 年 6 月 25 日播种于南京江浦农场, 7 月 2 日出苗。

1.2 大豆雄性不育材料有关开花授粉性状的研究

1.2.1 大豆雄性不育材料花器官性状、花蓟马密度及其异交结实率

对质核互作雄性不育系及其保持系, 核雄性不育材料群体中的不育株和可育株拟进行以下观察:

1.2.1.1 花瓣大小。测量所调查花朵的花长、旗瓣宽。花长为花萼底部到旗瓣顶端的部分, 旗瓣宽为旗瓣两侧的最大宽度。调查对象为当天开的花, 度量工具为游标卡尺。花瓣大小以花长与旗瓣宽的乘积(mm²)作为衡量单位(下同)。

1.2.1.2 龙骨瓣开张度(简称 ODKP)。采用目测

方法, 指标为①++: 龙骨瓣完全张开, 柱头已露出; ②+: 龙骨瓣张开一点, 但柱头不可见; ③—: 龙骨瓣紧紧合在一起。规定龙骨瓣开张度为 2 级的材料指龙骨瓣开张度达到++的花朵数占该材料调查总花朵数的 60%以上, 龙骨瓣开张度为 0 级的材料指龙骨瓣开张度为一的花朵数占该材料调查总花朵数的 60%以上, 其余都归为 1 级的材料。

1.2.1.3 散粉性(简称 PD)。鉴定方法为: 用镊子轻轻撬开龙骨瓣, 使花药外露, 然后将雄蕊上的花粉抖落在背部涂有绿色颜料的载玻片或绿色纸片上, 目测判别其能否散粉及其花粉易抖落的程度。散粉性分为: ①++: 花粉的飘散性较好, 花粉容易抖落; ②+: 花粉的飘散性较差, 花粉不容易抖落; ③—: 花粉的飘散性很差, 花粉完全不能抖落。规定散粉性为 2 级的材料指该性状达到++的花朵数占该材料调查总花朵数的 60%以上, 散粉性为 0 级的材料指该性状为一的花朵数占该材料的调查总花朵数的 60%以上, 其余的都划为 1 级的材料。

1.2.1.4 花蓟马数。计数每个花朵的花蓟马。

1.2.1.5 雌性育性及自然传粉结实率。NJCMS1A、NJCMS2A 及其保持系的人工授粉父本为各自的保持系; 核雄性不育材料 N69—2771、N69—2772、N69—2773 群体中的不育株、可育株的人工授粉父本为各自群体中的可育株。盛花期人工去雄方法为去雄蕊去花瓣。自然传粉为不去雄蕊不去花瓣。每节位只保留一朵花, 并挂牌标记, 10 天后调查成荚数以计算成活率。调查人工传粉结实率以间接推断雌性育性。

调查花瓣大小、龙骨瓣开张度、散粉性、花蓟马数于盛花期上午 6:00 至 11:00 进行。

2.2.2 NJCMS1A 柱头活力和不同家系的雌性育性

2.2.2.1 NJCMS1A 柱头活力, 在盛花期头天下午由 8 个人各去雄 120 朵花, 去雄蕊花瓣, 去雄对象为位于主茎中部 3 个节位的各 1 朵花, 每个节位只保留去雄后的 1 朵花, 对照为去雄蕊但不去花瓣。第二天上午开始取 NJCMS1B 的花, 上午 7:00 将父本花朵于冰箱中低温保存以供当天下午授粉用, 授粉时间于上午 7:00 与下午 4:00, 每处理每次授粉花数为 80 朵, 共授粉 6 次直至去雄后的第 3 天下午。授粉 10 天后调查其结荚数。以结荚情况间接推断柱头的活力。

2.2.2.2 NJCMS1A 不同家系间雄性育性, 从 NJCMS1A 的 BC₅ 家系中随机选取 7 个家系, 每家

系随机抽取 20 株,大豆成熟后调查实荚数,3 次重复,计算相对结荚率。相对结荚率=不育株单株结荚数/保持系 NJCMS1B 平均结荚数。从以上 7 个家系中各随机抽取 20 株共 100 朵花,由同一个人做杂交,每天随机抽取 2 个家系做杂交。10 天后调查杂交成活率,重复 2 次。统计分析各处理的差异,然后对平均值进行多重比较(LSD 法)。

2.3 大豆资源有关传粉性状的研究

2.3.1 观察 310 份大豆资源(54 份野生豆,256 份栽培豆)的花瓣大小、蓇马数、散粉性、龙骨瓣开张度,方法同上。

2.3.2 调查 179 份栽培品种的花粉量,观察方法:

①早晨 6:00 左右到田间取样,在室内用镊子轻轻挑开龙骨瓣,取下花药,放入盛有半毫升水的量筒中。充分捣碎花药然后定溶到 1 毫升并充分摇匀。②将盖玻片盖在血球计数板的计数室上面。用吸管吸取溶液并滴到盖玻片的一侧,使它沿着盖玻片和计数板板间的缝隙渗入计数室,直至充满计数室为止。③随机计数上下两个计数室中 10 个大方格内的花粉数。④一次计数完毕后,用蒸馏水冲净,再用吸水

纸吸干,然后进行另一次计数。每一品种一次共计数 10 朵花,重复两次。⑤计算方法:每份材料的单花花粉量=1 个大方格悬浮液中的花粉数(0.1 μ) \times 1000。

3 结果与分析

3.1 大豆雄性不育材料有关开花授粉性状的研究

3.1.1 大豆雄性不育材料的花器官性状、花蓇马密度及其异交结荚率

3.1.1.1 花瓣大小。调查不育系 NJCMS1A、NJCMS2A 及其相应保持系中每一种材料各 150 朵花的花长、旗瓣宽,然后计算花瓣大小。结果表明,NJCMS1A 及其保持系的花瓣大小分别为 45.12 \pm 3.56mm²、46.29 \pm 2.76mm²,NJCMS2A 及其保持系的花大小分别为 39.84 \pm 3.14mm²、40.83 \pm 3.48mm²。不育系 NJCMS1A 及其保持系比不育系 NJCMS2A 及其保持系的花略大(其他数据略)。核雄性不育材料由于其花朵大小的变异很大,且在不同世代差异很大,因此没有进行此项调查。

表 1 雄性不育材料的有关传粉性状

Table 1 Pollination-related traits of male-sterile lines

材料 Material	ODKP	PD	花蓇马数 No. of flower-thrips		人工杂交 Artificial hybridization		自然传粉 Natural pollination	
			花朵数 No. of flowers	平均 Average	花朵数 No. of flowers	成活率(%) Success ratio(%)	花朵数 No. of flowers	成活率(%) Success ratio(%)
NJCMS1A	1	—	300	1.08	500	17.04	1000	5.20
NJCMS1B	0	1	300	1.05	500	18.20	—	—
NJCMS2A	1	—	300	1.09	500	17.82	1000	11.24
NJCMS2B	0	2	300	1.12	500	16.93	—	—
N69-2271S	1	—	300	0.76	200	12.20	500	3.43
N69-2271S F	0	1	300	0.77	200	18.65	—	—
N69-2272S	1	—	300	0.78	200	12.17	500	9.38
N69-2272S F	0	2	300	0.77	200	15.53	—	—
N69-2273S	1	—	300	0.97	200	11.21	500	4.10
N69-2273S F	0	1	300	0.97	200	16.86	—	—

注:“—”表示不进行该项调查,N69-2271S、N69-2272S、N69-2273S 表示雄性不育株,N69-2271F、N69-2272F、N69-2273F 表示雄性可育株。PD 指散粉性,GOKP 指龙骨瓣开张度,(下同)。

Note:“—”denotes no investigation was conducted. N69-2271S、N69-2272S、N69-2273S denote male-sterile plants, N69-2271F、N69-2272F、N69-2273F denote male-fertile plants. PD denotes pollen dispersiveness, ODRP denotes opening degree of keel petals.

3.1.1.2 龙骨瓣开张度。不育系 NJCMS1A 的龙骨瓣开张度为++的花朵数占调查总数的 6.7%,不育系 NJCMS2A 为 10.7%。而其相应的保持系 NJCMS1B、NJCMS2B 没有龙骨瓣开张度为++的花朵(其他数据略)。不育系 NJCMS1A、NJCMS2A

的龙骨瓣开张度为 1 级,其相应的保持系 NJCMS1B、NJCMS2B 的龙骨瓣开张度为 0 级;核雄性不育材料 N69-2271、N69-2272、N69-2273 群体中不育株的龙骨瓣开张度旨为 1 级,而同一群体中可育株为 0 级(表 1)。这说明不育株的花器官特

征朝着有利于异交结英的方向发展。类似的现象出现在小麦、水稻等作物的雄性不育材料上(不育株的柱头外露率比可育株高)。

3. 1. 1. 3 散粉性。在两个保持系中的变异很小, 保持系 NJCMS1B 的散粉性在所调查 50 个单株中都为 1 级; 保持系 NJCMS2B 的散粉性在 50 株调查对象中, 有 46 株的散粉性为 2 级, 仅有 4 株的散粉性为 1 级(其他数据略)。N69—2771 可育株、N69—2773 可育株的散粉性都为 1 级, 而 N69—2772 可育株的散粉性为 2 级。

3. 1. 1. 4 花蓟马数。在 N69—2771、N69—2772、N69—2773 群体中的不育株与可育株之间以及 NJCMS1A、NJCMS2A 与其相应的保持系之间, 平均每朵花中的花蓟马数无明显差异, 说明花蓟马对花粉的育性无选择性(表 1)。这一结果对雄性不育材料利用昆虫传粉而繁殖及制种都有重要意义。

3. 1. 1. 5 人工杂交和自然传粉结荚率。对 500 朵

花的人工杂交成活率的调查表明, NJCMS1A 与 NJCMS2A 的人工杂交成功率分别为 17. 04% 和 17. 82%。说明两个不育系的雌性育性无明显差异。对 1000 朵花的自然授粉结荚率的比较说明, NJCMS2A 的自然传粉结荚率(11. 24%) 大约为 NJCMS1A (5. 20%) 的两倍。对核雄性不育材料 N69—2771、N69—2772、N69—2773 群体中的不育株、可育株(200 朵花)进行人工授粉, 发现 3 个材料间的不育株结荚率无明显差异, 说明他们的雌性育性无明显差异(表 1)。而 N69—2772 不育株的异交率高于 N69—2771 育株与 N69—2771 不育株。

NJCMS2A、N69—2772 不育株的异交率高于其他雄性不育材料, 恰好他们的主要花粉源 NJCMS2B 及 N69—2772 可育株的散粉性也较好。这或许意味着散粉性好的材料亦可以通过风媒传粉, 从而对提高异交率具有直接的作用, 这一问题有待于进一步研究。

表 2 NJCMS1A 开花后三天内的人工授粉结荚率(%)
Table 2 Pod-set rate of NJCMS1A in 3 days after artificial pollination(%)

处理 Treatment	材料 Materials	去雄后第一天 First day after emasculation		去雄后第二天 Second day after emasculation		去雄后第三天 Third day after emasculation	
		上午 AM	下午 PM	上午 AM	下午 PM	上午 AM	下午 PM
去雄蕊去花瓣	NJCMS1A	26. 25	13. 75	7. 50	0	0	0
Emasculation with petals removed	N8855	31. 25	11. 25	3. 75			
去雄蕊但不去花瓣	NJCMS1A	41. 25	36. 25	32. 5	22. 50	7. 50	0
Emasculation without removing petals	N8855	50. 25	38. 75	21. 25	7. 50		

注: 表内数据为每 80 朵花的结荚率(%)。
Note: Each digit in the table is the percentage of pod set of 80 flowers.

表 3 各家系人工杂交与自然传粉结荚率比较
Table 3 Comparison of pod setting rate of BC₅ 7 families between artificial hybridization and natural outcrossing

人工杂交 Artificial hybridization				自然传粉 Natural outcrossing			
家系编号 Code of families	花朵数 No. of flowers	结荚率(%) Pod setting rate(%)	显著性 Significant level	家系编号 Code of families	株数 No. of flowers	相对结荚率(%) Pod setting rate(%)	显著性 Significant level
1	500	29. 50	A	1	60	17. 3	A
2	500	21. 50	B	2	60	13. 50	B
3	500	20. 50	B	3	60	13. 40	B
6	500	14. 50	C	7	30	13. 20	C B
7	500	14. 50	C	6	60	11. 00	CD
5	500	13. 50	C	5	60	9. 05	D
4	500	9. 00	D	4	60	8. 75	D

注: BC₅ 7 家系指由 NJCMS1A 的 BC₅ 单株衍生的 BC₇ 家系。带有不同字母(A, B, C, D)的家系间达到 0. 05LSD 的差异。
Note: ABC₅ 7 family denotes a BC₅ plant derived in a BC₇ family of NJCMS1A. The families with different letters (A, B, C, D) differ from each other at 0. 05 LSD level.

3.1.2 NJCMS1A 柱头活力及雌性育性变异研究

3.1.2.1 NJCMS1A 柱头活力的保持研究。从表2,以 NJCMS1B 为父本与不育系 NJCMS1A 可育品种 8855 杂交以间接推断柱头活力。不育系 NJCMS1A 去雄蕊去花瓣后的柱头活力只能维持到去雄后的第 2 天上午,而去雄蕊不去花瓣的柱头活力可以维持到去雄后的第 3 天上午。可以认为,花瓣对柱头的活力有保护作用。同样地,可育品种 N8855 去雄蕊去花瓣后的柱头活力只能维持到去雄后的第 2 天上午而去雄蕊不去花瓣的柱头活力可以维持到去雄后的第 2 天下午。无论是可育品种,还是不育系,不去花瓣更有利于保护柱头活力,而且不育系的柱头活力保持时间比可育品种更长,保持能力更强。这可能与不育株结荚少,花朵的营养供应更多有关。

3.1.2.2 NJCMS1A 的雌性育性变异

NJCMS1A 各单株间的自然传粉结荚数有很大差异,最多结 54 个荚,最少的不结荚,平均自然传粉结荚数为 12.4 个(其它数据略)。从各 BC_{5,7} 家系的人工杂交及自然传粉结荚率来看,各家系间存在极显著的差异,共中第一家系的人工杂交成功率为 29.50%,自然传粉相对结荚率为 17.30%,显著高于其它家系。家系 2 与家系 3 间没有差异。家系 4 的

人工杂交成功率(9.00%)与自然传粉相对结荚率(8.75%)都是最低的。人工杂交及自然传粉的结果基本一致,说明第一家系中有较多雌性育性良好的单株。

3.2 大豆资源有关传粉性状的遗传变异

3.2.1 310 份资源(包括野生豆和栽培豆)的变异。

材料间的变异:①旗瓣宽为 49.84 ± 12.35 mm,最小值为 1.75 mm,最大值为 7.85 mm。②花长为 6.77 ± 1.35 mm,最小值为 0.75 mm,最大值为 9.95 mm。③花大小为 35.14 ± 14.27 mm²,最小值为 4.38 mm²(来自野生豆),最大值为 75.36 mm²(来自栽培豆);野生豆花大小的最大值为 42.51 mm²栽培豆的最小值为 5.86 mm²。④龙骨瓣开张度为 0.26 ± 0.46 ,最小值为 0,最大值为 2。⑤散粉性为 0.97 ± 0.39 ,最小值为 0,最大值为 2。⑥花蓟马数为 0.17 ± 0.38 个/朵,最小值为 0 个/朵,最大值为 3.00 个/朵(其它数据略)。

单花的变异:从单花的变异来看,花大小最小为 3.60 mm²,最大为 87.78 mm²;散粉性与龙骨瓣开张度的最小值皆为 0,最大值皆为 2;花蓟马数最多为 5 个/朵,最少为 0 个/朵(其它数据略)。

3.2.2 野生豆与栽培豆之间的比较(表 4)。

表 4 在野生豆与栽培豆之间有关传粉性状的比较

Table 4 Comparisons of pollination-related traits between *G. soja* and *G. max*

花大小 Flower size		花长(mm) Flower-length		旗瓣宽(mm) Vexilla-width		×(mm ²) Flower-length×vexilla-width	
		$\bar{X} \pm S$	t	$\bar{X} \pm S$	t	$\bar{X} \pm S$	t
	野生豆 <i>G. soja</i>	5.14±0.82	-14.17**	3.60±0.70	-14.16**	18.86±6.22	-16.38**
	栽培豆 <i>G. max</i>	7.09±1.26		5.28±1.12		38.37±13.29	
传粉相关性状 Pollination-related traits		蓟马数(个/数) No. of flower-thrips per flower		开张度 Opening degree of feel petals		散粉性 Pollen dispersiveness	
		$\bar{X} \pm S$	t	$\bar{X} \pm S$	t	$\bar{X} \pm S$	t
	野生豆 <i>G. soja</i>	0.14±0.25	-0.98	0.29±0.48	0.31	1.07±0.31	2.49**
	栽培豆 <i>G. max</i>	0.18±0.40		0.26±0.47		0.85±0.41	

3.2.2.1 花大小(包括旗瓣宽与花长),野生豆的旗瓣宽平均为 3.60mm,栽培豆为 5.28mm;野生豆的花长平均为 5.14mm,栽培豆为 7.09mm;野生豆的花大小(花长与旗瓣宽的乘积)平均为 18.86mm²,栽培豆为 38.37mm²。以上 3 个性状在野生豆与栽培豆之间有极显著差异(t 测验),野生豆的花远远小于栽培豆。

3.2.2.2 龙骨瓣开张度,野生豆平均为 0.29,栽培豆为 0.26,两类型之间无显著差异。

3.2.2.3 散粉性,野生豆平均为 1.07,栽培大豆为

0.85,两类型之间有极显著差异。

3.2.2.4 花蓟马数,野生豆的单花平均蓟马数为 0.14 个,栽培豆为 0.18 个,两类型之间无显著差异。

据观察,龙骨瓣开张度在株间及株内不同的花朵之间很不稳定,容易受环境的影响。而散粉性在株内不同的花朵之间表现一致,在稳定的品种或选系内也少有变异。因此,散粉性是比较龙骨瓣开张度更稳定的一种性状。对 256 份栽培大豆与 54 份野生大豆的散粉性进行比较认为,散粉性有极显著差

异,野生大豆有更多的散粉性好的材料。因此,从野生大豆中筛选散粉性好的资源,然后将其控制散粉的基因转移到栽培大豆中,可能成为大豆提高异交率的一条有效途径。

3.2.3 散粉性较好和龙骨瓣开张度较大的材料的筛选

从310份材料中,筛选到30份散粉性(2级)较好的材料,占材料总数的9.62%。筛选到龙骨瓣开张度(2级)较大的材料16份,占材料总数的5.13%。散粉性(2级)较好且龙骨瓣开张度(2级)较大的大豆资源有4份,它们的花长(mm)、旗瓣宽(mm)、花长×旗瓣宽(mm²)、散粉性、龙骨瓣开张度、龙骨瓣开张时间见表5。

表5 散粉性(2级)较好且龙骨瓣开张度(2级)较大的大豆资源						
Table 5 Soybean germplasm with better pollen dispersiveness(grade 2)and larger opening degree of keel petals(grade 2)						
编号 Code	旗瓣宽(mm) Vexilla width (mm)	花长(mm) Flowerlength (mm)	花长×旗瓣宽(mm ²) Flowerlength× vexilla width (mm ²)	PD	ODKP	龙骨瓣开张时间 Time for keel petals opening
N1126	6.90	9.80	67.62	2	2	7:00
N1162	4.84	7.43	35.98	2	2	8:00
N23544	7.60	7.85	59.66	2	2	9:00
N25536	6.70	7.90	52.93	2	2	9:00

鉴于龙骨瓣开张度受调查时间的影响很大,本试验特别对该性状的调查时间进行了严格的掌握。在16份龙骨瓣开张度大的材料中,早晨7:00开张的材料有2份,8:00开张的材料为4份,9:00开张的材料为6份,10:00开张的材料为4份。观察也发现到下午才开张的材料,但由于工作量的关系,下午没有继续调查。有关开张的机制问题有待于进一步研究。

3.2.4 花粉量在栽培豆中的变异观察

统计分析认为,179份材料间的单花花粉量差异达到显著水平。平均单花花粉量为3085个,标准差为333.36个,最大值为3825个,最小值为2200个,遗传力为91.70%,单花花粉量小于2650的材料有21份、花粉量大于3575的材料有11份(其它数据略),材料之间的花粉量差异很大。有关花粉量与大豆开花授粉的关系还需要研究。

4 讨论

根据以上结果从雄性不育系接受花粉的角度看,NJCMS1A的柱头活力可以保持2.5天,雌性育性在不育系间及家系内部有变异;两个质核互作以及核雄性不育系间的龙骨瓣开张度及异交结实率也有明显变异,这些说明从雄性不育系方面还有遗传潜力可挖掘。从不育系花粉提供者来分析,不同保持系、不同可育株以及不同的大豆资源,在散粉性、花粉量、龙骨瓣开张度、花萼马密度等性状方面都有显著差异,说明改良现有保持系与恢复系的有关传

粉性状必有遗传潜力。

从利用雄性不育系生产杂种种子已经成功的作物如水稻、玉米、油菜等来看,均主要利用风媒传粉,省工,省本。大豆上有些研究者设想通过虫媒传粉生产杂种种子,但从本试验的角度出发,对于大豆目前的状况,用种量大,经济效益不太高,可能前景并不乐观,久远之计还得利用风媒传粉的途径,或者以风媒为主,辅之以自然昆虫传粉。若按此方向对不育系、保持系及恢复系进行传粉授粉方面的遗传改良,则可能须①进一步改良不育系的自然异交结实性,包括柱头的寿命、龙骨瓣的开张时间及程度以及蜜腺引诱昆虫造访的特性等。②进一步改良保持系及恢复系的花粉数量、花粉的寿命、开花时龙骨瓣开张度、花药开裂时间(开裂时间在早晨露水干后)和花粉的飘散性、蜜腺引诱昆虫造访的特性等。根据南京地区的观察,一般达到花朵开放时间为早晨7—8点,花药开裂早些,此时露水重、风粉常因吸水发芽而粘结成块,表现为散粉性不良。因此,花药延迟开裂是十分重要的开花授粉特性,今后应进一步发掘这种特殊性的遗传材料,并用以改良保持系及恢复系。

参 考 文 献

- 1 盖钧铭, 胡蕴珠, 马育华. 中美大豆品种间 F₁ 和 F₃ 杂种优势与配合力分析[J]. 大豆科学, 1984, 3(3): 183—191.
- 2 Robacker, D. C., E. H. Erickson A bioassay for comparing attractiveness of plants to honeybees[J]. J. Apic. Res 1984, 23: 199—203.
- 3 Arroyo, M. T. K. Breeding systems and pollination biology in Leguminosae [J]. In R. M. Polhill and P. H. Raven (eds.), Advances in

- Leume Systematics. 1981, 723—769. Kew, Royal Botanic Gardens Publ.
- 4 Chiang. Y. C., Y. T. King Geometric position of genotypes honeybee foraging patterns and outcrossing in soybean[J]. Bot. Bull. Sin. (Taipei). 1987, 28; 1—11.
 - 5 Erickson. E. H. Soybean floral ecology and insect pollination[J]. Soybean Genet. Newsl. 1984, 11; 152—162.
 - 6 Kiang. Y. T., Y. C. Ching. Latitudinal variation and evolution in wild soybean (*Glycine soja* Sieb. and Zucc.) Populations[J]. In J. H. Bock and Y. B. Linhart (eds.) The Evolutionary Ecology of Plants. Westview Press, Boulder, CO. 1989, p. 469—489.
 - 7 Fujita, R. M. Ohara, K. Okazaki, Y. Shimamoto. The extent of natural cross-pollination in wild soybean (*Glycine soja*). [J]. Hered. 1997, 88; 124—128.
 - 8 Weber, C. R. , W. D. Hanson. Natural hybridization with and without ionizing radiations in soybeans[J]. Crop Sci. 1961, 389—392.
 - 9 卫保国, 畅建武, 孙贵臣, 等. 大豆田间昆虫传播花粉研究[J]. 中国学术期刊文摘(科技快报), 1997, 3(8); 1020—1021.
 - 10 赵丽梅, 孙襄, 马春森, 等. 大豆昆虫传粉研究初探[J]. 大豆科学, 1999, 18(1); 73—76.
 - 11 丁德荣, 盖钧镒. 南方地区大豆雄性不育材料的传粉昆虫媒介及其传粉异交结实程度[J]. 大豆科学, 2000, 19(1); 74—79.
 - 12 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.

A STUDY ON POLLINATION-RELATED TRAITS IN SOYBEAN MALE-STERILE LINES AND SOYBEAN GERMPLASM

Bai Yangnian Chen Jian Yu Deyue Gai Junyi^{* *}

(Soybean Research Institute, Nanjing Agricultural University, National Center of Soybean Improvement, Ministry of Agriculture, Nanjing 210095)

Abstract The investigation for pollination-related traits in soybean cytoplasm-nuclear male-sterile lines and nuclear male-sterile lines showed that no significant difference in density of flower-thrips was detected between male-fertile and male-sterile plants. The opening degree of keel petals(ODKP) of male-sterile plants was bigger than that of male-fertile plants in a same material. No obvious difference of ODKP was detected between NJCMS1A and NJCMS2A and between N69-2772(ms2) and N69-2771(ms1). N69-2773(ms3). Outcrossing rate of NJCMS2A was bigger than of NJCMS1A, while the pollen dispersiveness of NJCMS2B happened to be better than that of NJCMS1B. Similarly, outcrossing rate of malesterile plants of N69-2772 was bigger than that of other two nuclear male-sterile lines, while the pollen dispersiveness of male-fertile plants of N69-2772 also happened to be better than that of other two nuclear male-sterile lines. The stigma viability of NJCMS1A could maintain 2.5 days, and petals could have function to protect the stigma viability. Significant differences of female fertility was detected among BC_{5.7} families of NJCMS1A and among plants of NJCMS1A, and the BC_{5.7} families with better female fertility were screened out. The results on soybean germplasm showed that obvious variation was detected for the traits of petal size, ODKP, pollen dispersiveness, number of pollens per flower, density of flower-thrips. The flowers of *G. soja* were much smaller than that of *G. max*, and the pollen dispersiveness of *G. soja* was better than that of *G. max*. No significant difference in ODKP and density of flower-thrips was detected between *G. max* and *G. soja*. And 30 materials with better pollen dispersiveness, 16 materials with larger ODKP and 4 materials with both were screened out.

Key words Soybean; Male-sterile line; Germplasm; Pollination-related traits