

# 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<sup>\*</sup>

丁德荣 盖钧镒<sup>\*\*</sup>

(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** 以  $m_{st}$  雄性核不育系、(N 8855 $\times$  N 2899)  $F_1$  质核互作雄性不育株及 (N 2899 $\times$  N 8855)  $F_1$  雄性可育株为材料,采用单株套化纤布袋、尼龙网袋及田间自然开放条件 3 种处理,在南京与海南两个地理环境条件研究雄性不育材料传粉的昆虫媒介及其异交结实数,结果显示:南方地区大豆雄性不育材料的昆虫传粉媒介主要为花蓟马,田间自然开放条件下  $m_{st}$  的平均传粉异交结实数为正常植株自交结实数的 3.9%, (N 8855 $\times$  N 2899)  $F_1$  不育株的平均传粉异交结实为正常植株自交结实数的 4.7%,需要增加传粉结实的机会。

**关键词** 大豆;雄性不育;传粉媒介;花蓟马

大量研究表明,大豆品种间杂种  $F_1$  产量高亲优势约为 13–20%<sup>[1,3,13]</sup> 甚至更大,但目前尚无经济有效的方法批量生产大豆杂交种子。自大豆核雄性不育被报道之后,一些科学工作者利用核雄性不育材料研究昆虫在株行间和株行内的移动<sup>[12,15]</sup>,研究蜜蜂 (honeybees) 和切叶蜂 (carpenter bees) 密度及大田中雄性不育系的产量,并在不同环境中估计传粉异交率<sup>[11]</sup>。大豆质核互作雄性不育系的育成与光温敏不育材料的发现使大豆杂种优势的利用成为可能<sup>[2,5,6,7,8]</sup>。但杂交种的生产除取决于大豆杂种优势的大小外,主要受限于不育系的异交结实量。大豆是严格自花授粉作物,一般认为自然异交率低于 1%,具有虫媒花特征,花粉粒重,只能通过昆虫传粉提高异交结实量。本文调查造访大豆花朵虫种,并利用  $m_{st}$  雄性核不育材料及质核互作雄性不育材料 NJCMS1 进行套袋比较以探讨我国南方地区自然开放条件下的传粉昆虫媒介及传粉异交结实程度,为通过雄性不育途径利用杂种优势提供技术依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试大豆材料为  $m_{st}$  核雄性不育群体 (T 260H)、(N 8855 $\times$  N 2899)  $F_1$  质核互作雄性

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金项目 (9390013) 和国家攻关项目 (96–002–02–12–4)

<sup>\*\*</sup> 通讯作者

收稿日期 1999–07–22 Received on July 22, 1999

不育株及其反交 (N2899× N8855) F<sub>1</sub> 可育株

1.2 试验方法

1.2.1 触花昆虫的调查 于盛花期,在早上 6∶ 00– 8∶ 00每隔 20min观察 1次,逐株轻轻细查花朵外部,连续 3天调查造访大豆 *ms<sub>1</sub>* 群体 (2m<sup>2</sup>)花朵的昆虫,分类统计并观察其造访习性

1.2.2 种植与处理 将供试大豆材料按规格种植,行长 2.5m,行距 0.6m,株距 0.6m 制备高 100cm的尼龙网袋 (100目)、化纤布网袋 (通风透气性较好)。在大豆始花期镜检,标记不育株,每种材料选取 25– 40株,每株周围插 4根 100cm长的竹杆,分别套化纤布袋、尼龙网袋各 20个,花期结束将袋摘除。

1.2.3 调查及统计方法 于盛花期的早上在海南每株取 5朵花,在南京每株取 10朵花调查花蓟马数,收获期考查单株结荚数、株高。由于化纤布袋内不育单株未见传粉昆虫,故将化纤布袋内不育株结实认为其自交,将不育株结实数与套化纤布袋不育株结实数之差看作传粉异交结实数,以其为可育单株平均结荚数所除后,所得商数表示不育株的传粉异交结荚程度

不育株传粉异交结实程度 =  $\frac{\text{CK 不育单株结荚平均数} - \text{化纤布袋不育单株结荚平均数}}{\text{CK 可育单株结荚平均数}} \times 100\%$

2 结果与分析

2.1 造访大豆花朵的昆虫及造访行为

在 *ms<sub>1</sub>* 群体内 2m<sup>2</sup> 面积观察到的 6种造访大豆花朵昆虫 (表 1)分属同翅目、鞘翅目、膜翅目、半翅目、缨翅目的 6个科。上述触花昆虫中,花蓟马造访花内花外最为频繁,于 2h 观察到 39头花蓟马,其次为蜜蜂和筛豆龟蜡,与传粉有关的昆虫主要为蜜蜂和花蓟马。蜜蜂活动轻盈且动作准确,双足落在龙骨瓣上,口器沿旗瓣向下插入花朵吸取花蜜。花蓟马在花冠内爬行,接触雄蕊机会多,携粉量较多,取自花内的花蓟马置于 20% 蔗糖液滴上观察,多者达 140余个花粉粒,成虫借风力能迁飞到远处,其活动一天内有两个高峰期,早晨

表 1 *ms<sub>1</sub>* 群体内造访大豆花朵的昆虫种类

Table 1 Alist of visitors to flowers in the *ms<sub>1</sub>* population

目 Order	科 Family	种类 Species
缨翅目 <i>Thysanoptera</i>	蓟马科 <i>Thripidae</i>	花蓟马 <i>Frankliniellaintonsa</i> (Trybom) (39)
同翅目 <i>Homoptera</i>	蚜科 <i>Aphididae</i>	大豆蚜 <i>Aphis glycine</i> Matsumar(9)
膜翅目 <i>Hymenoptera</i>	蜜蜂科 <i>Apidae</i>	蜜蜂 <i>Apis cerana fabriclus</i> (4)
鞘翅目 <i>Coleoptera</i>	瓢虫科 <i>Coccinellidae</i>	大豆瓢虫 <i>Afidenta misera</i> (weisel) (2)
	菁科 <i>Meloidae</i>	豆芫菁 <i>Epicauta gorhami</i> Marseul (1)
半翅目 <i>Hemiptera</i>	龟科 <i>Plataspidae</i>	筛豆龟蜡 <i>Megawopta cribraria</i> (Fabricius) (8)

括弧内示每 2小时 2m<sup>2</sup>内造访大豆花朵的数量  
Numbers of individuals observed in a 2m<sup>2</sup> plot in 2h are shown in parentheses.

6∶ 00– 8∶ 00和下午 5∶ 00– 7∶ 00,夜间较少。早晨大豆花上有露水,昆虫数量较少;当

气温渐渐升高,露水渐干时,昆虫数量达到最高峰;中午温度太高,昆虫数量减少;下午 5 : 00 以后又增多,为第二个高峰期。筛豆、龟蜡接触花瓣,是否触雄蕊未见,但观察到在杂交去雄后当夜能吃掉柱头或上午开花期间吃柱头。豆蚜、豆芫菁、瓢虫不入花内不触雄蕊。

2.2 主要传粉昆虫的调查

表 2 结果说明  $ms_1$  不育株与 (N 8855 $\times$  N 2899)  $F_1$  不育株在海南和南京不同环境条件下,由于花蓟马能自由穿过尼龙网袋,故套尼龙网袋与田间自然开放条件下花内含有的花蓟马平均数无差异,在套化纤布袋的不育株花内未检查到花蓟马,表明花蓟马不能穿过化纤布袋,这与表 4 三种处理的单株结荚数结果一致。蜜蜂不能穿过尼龙网袋,但尼龙网袋内的单株结荚数与田间开放条件下未见显著差异,说明不育株接受到的主要外来花粉并非蜜蜂所传,而为花蓟马之功。

表 2 不育株花期套袋期间每朵花含有的花蓟马数

Table 2 No. of flower thrips per flower on male sterile plants under net-bags

地点 Location	材料 Material	每朵花平均花蓟马数 No. of flower thrips per flower		
		化纤布袋	尼龙网袋	CK
		Chemical fiber cloth bag	100- mesh nylon bag	No bag
南京 Nanjing	$ms_1$ 不育株	0	0.60	0.63
海南 Hainan	(N 8855 $\times$ N 2899) $F_1$	0	0.54	0.58
南京 Nanjing	(N 8855 $\times$ N 2899) $F_1$	0	0.63	0.62

2.3 套袋对可育单株结荚数的影响

利用化纤布袋、尼龙网袋套  $ms_1$  核不育材料及 N 8855 与 N 2899 的正反交  $F_1$ ,主茎节数基本一致,而两种袋内株高极显著长于自然开放条件 (CK) (表 3)。两种袋套  $ms_1$  正常可育株, (N 2899 $\times$  N 8855)  $F_1$  可育株试验表明,在海南及南京两种不同环境条件下所套单株结荚平均数与 CK 差异不显著 (表 4),表明化纤布袋、尼龙网袋对正常可育单株结荚数各略有影响,而不显著。因而套袋本身对不育株的结实数也应无大影响。若有差异将可归之于套袋后对昆虫传粉影响所得结果。

表 3 花期套袋对不育材料株高的影响

Table 3 Effect of covering bag during flowering on plant height

地点 Location	材料 Material	株高 Plant height		
		化纤布袋	尼龙网袋	CK
		Chemical fiber cloth bag	100- mesh nylon bag	No bag
南京 Nanjing	$ms_1$ 不育株 sterile plant	91.2	90.0	76.2
	$ms_1$ 可育株 fertile plant	90.7	88.7	75.8
海南 Hainan	(N 8855 $\times$ N 2899) $F_1$	48.9	48.0	38.6
	(N 2899 $\times$ N 8855) $F_1$	47.2	46.4	38.0
南京 Nanjing	(N 8855 $\times$ N 2899) $F_1$	87.2	86.3	71.0
	(N 2899 $\times$ N 8855) $F_1$	86.8	85.6	71.7

2.4 大豆  $ms_1$  核不育材料与 (N 8855 $\times$  N 2899)  $F_1$  不育株在自然条件下的传粉异交结实

情况

大豆  $ms_1$  不育株套尼龙网袋与 CK 单株结荚数基本一致, 异交结实数分别 3. 1 和 3. 2 个荚, 相当于正常自交结实数的 3. 8%、3. 9%, 说明尼龙网不能阻止昆虫传粉, 主要传粉昆虫并非蜜蜂和筛豆龟蜡之类的昆虫; 而套化纤布袋与套尼龙网袋 CK 单株结荚数差异显著, 表明套化纤布袋单株无结实荚是由化纤布袋将传粉昆虫隔绝所致。在海南两种袋所套 (N289 $\times$  N8855)  $F_1$  可育株单株结荚平均数与自然条件也无差异, (N8855 $\times$  N2899)  $F_1$  不育株的异交结实数为 2. 0 个荚, 相当于正常自交结实数的 4. 7%。

表 4 花期套袋对  $ms_1$  核不育材料和 N8855 与 N2899 正反交  $F_1$  单株结荚数的影响

		单株结荚数 No. of pod per plant		
地点 Location	材料 Material	化纤布袋	尼龙网袋	CK
		Chemical fiber cloth bag	100- mesh nylon bag	No bag
南京 Nanjing	$ms_1$ 不株系	0	3. 1	3. 2
	$ms_1$ sterile plant			
	$ms_1$ 可育株	78. 4	80	83
	$ms_1$ fertile plant			
海南 Hainan	(N8855 $\times$ N2899) $F_1$	0. 3	2. 4	2. 3
	(N2899 $\times$ N8855) $F_1$	37. 2	38	43

3 讨论

以往栽培大豆昆虫传粉主要集中于对蜂类的研究<sup>[9, 12, 15]</sup>, 我们在南京地区调查了造访大豆花朵昆虫, 蚜虫与瓢虫不入花内不触雄蕊, 亦未观察到筛豆龟蜡是否触雄蕊, 但在杂交去雄后当夜能吃掉柱头, 可能与传粉有关的昆虫主要为蜜蜂和花蓟马。本实验在自然开放条件观察到的触花蜜蜂较少, 可能由于大豆花器小、开花不集中且花隐蔽等特征所致。通过套袋比较分析, 南方地区自然开放条件下大豆传粉媒介主要为花蓟马。花蓟马主要分布于江苏、浙江、湖北、湖南等省, 寄主广泛, 有棉、水稻、大豆、蚕豆、扁豆、白菜及多种杂草, 虫源多, 繁殖量大, 1 年发生 11- 14 代, 成虫有很强的趋花性, 常随开花植物转移, 成虫体长 1. 3- 1. 5mm, 雌虫全体淡褐色带紫, 雄虫全体黄色, 常见在多种花内生存, 能借风力迁飞<sup>[4]</sup>, 故可能爬行于多个花内通过体外携粉形成异交结果。相对而言, 花蓟马在大豆花内爬行, 其接触雄蕊机会多, 但其携粉多少, 传粉距离仍需进一步研究。

大豆为严格自花授粉作物, 自然异交率低于 1%。本实验研究在田间自然开放条件下大豆  $ms_1$  核不育材料与 (N8855 $\times$  N2899)  $F_1$  不育株的传粉异交结实程度分别为 3. 9%, 4. 7%, 明显高于可育株的天然异交率, 但其很大一部分花仍未传到花粉而未能结实。尽管大豆天然传粉异交率普遍被认为很低<sup>[10]</sup>, 但通过人工增加蜜蜂密度传粉异交率可提高到 14%<sup>[17]</sup>, 利用苜蓿切叶蜂传粉  $ms_2$  不育株传粉异交率达 20. 3%<sup>[9]</sup>。  $ms_1$  的传粉异交结实度较低, 是否由于其雌性育性受影响而 (N8855 $\times$  N2899)  $F_1$  雌性育性正常? 另外套袋内植株因通风透光差于自然田间, 花期结实率亦受影响。

大豆质核互作雄性不育系的育成与光温敏不育材料的发现<sup>[2 5 6 7 8]</sup>将大豆杂种优势利用推向一个新台阶,如何提高大豆不育系的传粉异交结实程度亟需解决。在南方地区自然开放条件下大豆传粉媒介主要为花蓟马且传粉异交结实较低,群体内花蓟马的密度及花蓟马繁殖需探索。作者观察大豆材料之间花蓟马的有无及多少,即大豆基因型对花蓟马的吸引力存在差异,筛选对花蓟马有较强吸引力的资源,进行遗传分析及转育工作亦为一方向。另外花器官构造与花型的改变也是增加传粉媒介、提高传粉效率的探索途径,创造无花瓣或变态花瓣大豆、改变大豆花型使之成为非对称性开放花是否为一方向?近几年花器官发育分子生物学的发展<sup>[14 16]</sup>为改变花器官构造及花型提供了理论依据。

## 参 考 文 献

- 1 马育华等,大豆杂种世代的遗传变异研究I. 杂种优势及其自交衰退,中国农业科学,1983,(5): 1- 6
- 2 丁德荣,盖钧镒等,大豆质核互作雄性不育系 NJCM S1A及其保持系 HJCM S1B的选育与验证,科学通报,1998,43(17),1901- 1902
- 3 盖钧镒等,中美大豆品种间  $F_1$  和  $F_3$  杂种优势与配合力分析,大豆科学,1984,3(3): 183- 191
- 4 南京农业大学等编,农业昆虫学,江苏科技出版社,1991
- 5 孙寰等,大豆质核互作不育系研究,科学通报,1994,38(16): 1535- 1536
- 6 卫保国等,大豆品系 88- 428BY光(温)敏雄性不育性的鉴定,见何仲宪(主编)第三届全国青年作物遗传论文集,北京:中国农业科技出版社,1994,185- 189
- 7 许占友等,大豆三系的选育及恢复基因的 SSR初步定位研究,中国农业科学,1999,32(2): 32- 38
- 8 张磊等,大豆质核互作雄性不育 W931A的选育,中国农业科学,1997,30(6): 90- 91
- 9 赵丽梅等,大豆昆虫传粉研究初探,大豆科学,1999,18(1): 73- 76
- 10 Aherent D. K. and C. E Caviness Natural cross pollination of twelve soybean cultivars in Arkansas. Crop Sci. 1994, 34 376- 378
- 11 Beard B. H. and P. F. Knowles, Frequency of cross- pollination of soybeans after seed irradiation. Crop Science, 1971, 11: 489- 492
- 12 Boerma H. R. and A. Moradshahi, Pollen movement within and between rows to male sterile soybean, Crop Science. 1975, 15 858- 861
- 13 Carlson J. B. and N. R. Lersten, Reproductive morphology In: Soybeans: improvement, production and uses, 2nd edn (wilcox JR. ed). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1987, 95- 134
- 14 Coen E. S. and E. M. Meyerowitz, The war of the whorls: genetic interaction controlling flower development, Nature, 1991, 353 31- 37
- 15 Koelling P. D., et al., Pollination of male- sterile soybean in caged plots, Crop Science, 1981, 21: 559- 561
- 16 Luo D., et al., Origin of floral asymmetry in Antirrhinum. Nature, 1995, 383 794- 799
- 17 Weber, C. R. et al., Performance and combining ability of two- way soybean hybrids, Crop Science, 1970, 10 159- 160

## POLLINATING INSECTS AND NATURAL OUTCROSSING AMOUNT OF SOYBEAN MALE STERILE MATERIALS IN SOUTHERN CHINA

Ding Derong Gai Junyi

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

**Abstract** Insect vector of pollination and natural outcrossing amount of soybean male sterile materials in southern China were observed and studied on  $ms_1$  nuclear male sterile material, (N8855 $\times$  N2899)  $F_1$  male-sterile plants and (N2988 $\times$  N8855)  $F_1$  male-fertile plants under covering bags in Nanjing and Hainan Island. It was found that flower thrips (*Frankliniella intonsa* (Trybom)) was a major pollinating insect vector of soybean male sterile materials. Furthermore, the mean natural outcrossing amount was estimated about 3.9% of the natural plant on the  $ms_1$  male sterile plants and about 4.7% on the  $F_1$  male sterile plants of a cross of N8855 $\times$  N2899.

**Key words** Soybean; Male sterility; Insect vector of pollination; Flower thrips