

大豆结实率与花粉败育率之间的关系

赵丽梅 孙 寰 黄 梅 王曙明 王跃强

(吉林省农业科学院, 公主岭 136100)

摘要 以(YA×167)F₂、(ZABC5×ZD8319)F₂和(ZD8319×YB)F₂三个育性分离群体为试材,在逐株检查花粉败育率的同时调查单株结荚数量,以搞清花粉败育与植株结实之间的关系。同时对吉育 30 和另外 11 个栽培大豆的正常花药中花粉粒的数量进行了统计,结果表明,(1)在不同 F₂ 群体中,花粉育性的变化对结实的影响略有不同,在(YA×167)F₂ 群体中引起单株荚数显著减少的临界花粉败育率值为 70%,而在另两个群体中则为 60%。(2)每朵花中花粉粒数量多少不仅与品种有关,也与环境条件有关,一般为 3200—5800 个花粉粒/花。这也正是不同群体材料单株荚数显著减少的临界花粉败育率值不同的原因。(3)大豆配子体细胞质雄性不育系可以应用于杂交种开发和应用。

关键词 大豆;花粉败育率;单株荚数

中图分类号 S 565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2004)04-0249-04

自从孙寰 1993 年育成了世界上第一个真正的大豆细胞质雄性不育系^[1,2],并于 1995 育成了栽培大豆细胞质雄性不育系及保持系,同时找到了恢复系,实现了“三系”配套后,大豆杂种优势利用研究已经全面开展。除育成了一大批适应不同生态区种植的“三系”外,在制种技术和高优势组合选育等方面的研究也取得了显著进展^[3-7]。利用“三系”法育成的第一个大豆杂交种“杂交豆 1 号”已于 2002 年通过了吉林省农作物品种审定委员会审定^[8]。

大豆是典型的蝶形花,由旗瓣、翼瓣和龙骨瓣组成。大豆通常在开花前已经完成了授粉作用。即使开花时,两个龙骨瓣将花药和柱头紧紧包住,花粉很少“浪费”,从而使大豆成为严格的自花授粉作物。花粉粒在柱头上萌发后,形成花粉管,把精细胞送入子房,进入胚珠,从而完成受精作用。在受精作用中,最终真正起作用的只是很少几个花粉粒。从这个理论上讲,只要有很少的正常花粉粒就可以完成受精作用,使其正常结实。

在利用大豆细胞质雄性不育系生产大豆杂交种时,恢复系的恢复能力直接影响杂交种的产量。然而,当一个植株的正常可育花粉达到多少时,能够正常结实,目前,国内外还没有人研究过。搞清这一问

题,正是本研究的目的所在。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 植株花粉败育率与结荚数量调查:利用已育成的稳定细胞质雄性不育系、保持系和恢复系构建(YA×167)F₂、(ZABC5×ZD8319)F₂和(ZD8319×YB)F₂三个育性分离群体。其中,YA 为 RN 型不育系,不育细胞质来自于 167,因此 167 同时也是恢复系;ZA 为 ZD 型不育系,不育细胞质来自于 ZD8319,ZD8319 也是恢复系;YB 为不育系 YA 的同型保持系。三个群体植株数量分别为 427 株、163 株和 223 株。这些群体的花粉败育率变异范围为 0—100%。

1.1.2 花药含花粉粒数调查:选用栽培大豆品种吉育 30 号和其它 11 个栽培大豆品种。

1.2 试验方法

1.2.1 育性划分

在植物育性遗传研究指标中,必须要有可靠的育性指标。研究表明,花粉败育率是最可靠的育性

• 收稿日期:2004-06-18

基金项目:国家 863 重大专项(2002AA207007);吉林省杰出青年基金(20020101)

作者简介:赵丽梅(1964—),女,研究员,硕士,从事大豆不育系和杂种优势利用研究。

遗传分析指标^[9-11]。花粉败育率是通过镜检花粉粒在碘液中染色情况获得的。在不同的作物中有不同的育性划分标准,即使在同一种作物中,不同的研究者也有不同的标准。如水稻中,我国通常将花粉败育率小于50%划为正常可育,50%-70%为低不育,70%-95%为半不育,大于95%为高不育。R. K. Govinda 则把花粉划分为四种类型,花粉败育率为100%为全不育,70%-99%为部分不育,40%-70%为部分可育,0%-40%为可育^[12]。在大豆中我们也制定了一个划分的标准,将在另文中叙述。在本文中将育性从0%到100%划分为10个组,如下:0%-10%,10.1%-20%……90.1%-100%,以便于分析育性与结实率之间的关系。

1.2.2 花粉败育率和植株结荚数量的调查

将上述三个F₂育性分离群体在相同的环境条件下、相同的密度下种植,并逐株标记每个单株,在大豆开花期,每个单株取5个成熟的花蕾在70%酒精中固定,采用I-KI₂染色法在光学显微镜下进行可育与不育花粉粒统计,并计算花粉败育率,以5个花的平均数作为该单株的花粉育性。秋季收获前再调查单株荚数。

1.2.3 花药中花粉粒数量调查

在大豆盛花期取成熟的花蕾,用70%酒精固定。在解剖镜下分离每个花药,采用I-KI₂染色,在显微镜下逐一观察并统计每个花药所含的花粉粒数量。每个材料调查3朵花。

2 结果与分析

2.1 花粉败育率与植株结荚数的研究

一般情况下,在大豆成熟期的田间很容易区分可育和不育株。不育株结荚少,茎叶青绿,常结有未授精的不实小荚。而可育株结实、成熟正常。但若区分出介于“可育”与“不育”之间的各种育性的植株,却很难做到。只有在开花期借助显微镜才能鉴别这些植株的育性。植株的育性受基因型、环境等多因素的影响,基因型相同的植株,育性表现不完全一样,即使是同一植株每个花之间的育性表现也不完全一样,但大致趋势是一样的,只是有一个育性变化范围。本试验通过对所构建的三个F₂群体的每个单株的育性观察发现,它们的花粉败育率变化范围为0%-100%。按植株花粉败育率将它们归入10个育性组中。收获前调查单株结荚数量,结果见表1。

表1 花粉败育率不同的植株结荚情况
Table 1 Pods variation of plants with different sterility pollen rate

不育花粉% Sterility pollen %	(YA×167)F ₂		(ZABC5×ZD8319)F ₂		(ZD8319×YB)F ₂	
	株数	单株荚数	株数	单株荚数	株数	单株荚数
	No. of plants	Pods/plant	No. of plants	Pods/plant	No. of plants	Pods/plant
0%-10%	215	103.5	57	171.6	61	138.3
10.1%-20%	5	115.6	14	158.57	13	126.3
20.1%-30%	14	113.6	3	194	6	149
30.1%-40%	26	105	8	160	8	122.9
40.1%-50%	67	105.2	32	143.4	56	117.5
50.1%-60%	81	98.7	31	148.1	42	118.2
60.1%-70%	4	89.3	7	105	16	86.1
70.1%-80%	2	46.5	3	37.3	5	58.6
80.1%-90%	0		1	14	8	65
90.1%-100%	13	11.1	7	22.6	8	6.9
总计 Total	427		163		223	

在三个F₂群体中,随着植株花粉败育率的变化单株平均结荚数也在变化。在(YA×167)F₂群体中,当花粉败育率幅度从0%-10%增加到60.1%-70%时,单株平均荚数变异范围为89.3个-115.6个,经方差分析,差异均不显著(α=0.01)。当花粉败育率增加到70.1%-80%时,单株平均荚数明显

降低,为46.3个。当花粉败育率为90.1%-100%时,结荚数仅为11.1个。由于育性在80.1%-90%时没有植株,所以不知道在此育性时的单株平均荚数。在(ZABC5×ZD8319)F₂群体中,当花粉败育率幅度从0%-10%增加到50.1%-60%时,除育性为20.1%-30%时结荚数为194个,表现较高外(因

为只有 3 株,存在一定的偶然性),单株平均荚数为 148.1 个—171.6 个,它们之间差异不显著($\alpha=0.01$)。当花粉败育率为 60.1%—70%时,单株荚数开始减少,为 105 个。当花粉败育率超过 70%时,单株荚数锐减,为 14 个—37.3 个。在(ZD8319×YB) F_2 群体中也存在相似的现象,即花粉败育率小于 60%时,单株平均荚数变化不大,当败育率超过 60%时,单株荚数明显减少。

试验结果表明在不同的群体中,育性的变化对结荚率的影响略有不同,在(YA×167) F_2 群体中,花粉败育率只有大于 70%时单株结荚数明显减少,而在另外两个群体中花粉败育率大于 60%单株结荚数就明显降低。

表 2 栽培大豆花药花粉数量调查
Table 3 No. of the per anther in cultivated soybean

部位 Part	重复 Repetition	每个花药的花粉粒数 No. of pollen grain/anther				平均 Average	花粉粒数/花药 No. of pollen grain/anther
上层花药 Super anther	1	674	856	719	726	743.8	646.0
	2	682	667	641	556	636.5	
	3	555	613	621	561	557.8	
下层花药 Down anther	1	609	566	602	528	576.3	453.6
	2	442	366	362	384	383.5	
	3	444	386	393	381	401.0	
单个花药 Single anther	1	553				553	549.3
	2	511				511	
	3	584				584	

2003 年又对 11 个大豆品种的花粉数量进行了调查,发现不同大豆品种之间花粉粒数量存在一定的差异,同一品种不同生长环境条件下花粉粒数量也会发生变化,但花粉粒数量大致在 3300—5800 之间。这也说明了在本研究中为什么不同的群体之间单株荚数明显减少的临界育性值不同。在花粉数量较多的群体中,引起单株荚数明显减少的临界花粉败育率的值就高,反之就低。

3 讨论

不论是 RN 型还是 ZD 型细胞质雄性不育系,都属于单基因配子体细胞质雄性不育^[13]。配子体细胞质雄性不育是指花粉育性直接由配子体,即花粉本身的基因型所决定,与孢子体基因型无关,促使花粉正常发育的物质是由配子体本身制造的。因此,配子体细胞质雄性不育系与恢复系杂交, F_1 基因型为

2.2 栽培大豆花粉数量调查

为了进一步明确有多少可育花粉存在时植株可以正常结实,本研究对栽培大豆花药中的花粉数量进行了调查,选用的品种为吉育 30。共观察了 3 朵花,28 个花药。大豆的花药分上下两层,上层 5 个花药,下层 4 个花药,另外还有一个单个花药。通常上层花药的发育比下层的略早。本研究对每个花药的花粉粒数分别进行统计,试验结果表明,下层花药的花粉粒少于上层花药的花粉粒数,单个花药的花粉粒数量介于二者之间。品种吉育 30 的上、下、单个花药的花粉粒平均数分别 646.0、453.6 和 549.3。每朵花平均有 5593.7 个花粉粒,结果见表 2。

S(Rf) 和 S(rf) 的花粉各占一半,花粉败育率为 50%。对大豆而言,50%的可育花粉能否保证杂种 F_1 正常结实,这直接决定着 RN 型和 ZD 型配子体大豆细胞质雄性不育系的应用前景。

本研究结果表明,对于大豆这个严格的自花授粉作物来说,由于花粉数量多、闭花授粉浪费少等特点,40%的可育花粉就能够满足杂种一代正常结实的需要。同时,也说明该不育体系对恢复系恢复能力的要求并不高,因此,扩大了恢复系的范围,从而增加了获得强优势组合的机率。

参 考 文 献

1 孙寰,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

2 Sun H., Zhao L. M., Huang M. Cytoplasmic—Nuclear Male Sterile Soybean Line From Interspecific Crosses Between *G. max* and *G. soja* [A]. In: Banpot Napompeth, Proceedings, World Soybean Research Conference V[C]. Bangkok: Kasetsart University

- Press, 1997, 99—102
- 3 Sun H., L. M. Zhao, J. P. Li, et al. The investigation of heterosis and pollen transfer in soybean[A]. In: Harold E. Kauffman, Proceedings of The World Soybean Research Conference VI[C]. Chicago, Superior Printing, 1999, 489
 - 4 赵丽梅,孙寰,黄梅. 大豆细胞质雄性不育系ZA的选育核初步研究[J]. 大豆科学, 1998, 17(3), 268—270
 - 5 王曙明,孙寰,王跃强等. 大豆杂种优势及其高优势组合选配的研究 I. F_1 代子粒产量的杂种优势与高优势组合选配[J]. 大豆科学, 2002, 21(3), 161-167
 - 6 赵丽梅,孙寰,马春森. 大豆昆虫传粉研究初探[J]. 大豆科学, 1999, 18(1), 73-76
 - 7 孙寰,赵丽梅,黄梅. 质核互作雄性不育大豆及生产大豆杂交种的方法[P]. 中国专利, ZL971 12173.7, 2000—09—30
 - 8 赵丽梅,孙寰,王曙明,等. 大豆杂交种“杂交豆1号”选育报告[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(4)(已排版)
 - 9 周天理,沈锦骅,叶复初. 野败型杂交水稻的育性基因分析[J]. 作物学报, 1983, 9(4), 241—247
 - 10 胡锦国,李泽炳. 四种水稻细胞质雄性不育系育性遗传的初步研究[J]. 华中农学院学报, 1985, 4(1), 15—22
 - 11 田郎. 几个水稻同核异质雄性不育系育性遗传的比较研究[J]. 四川农业大学学报, 1994, 12(1), 16—29
 - 12 Govinda R. K., S. S. Virmani. Genetics of fertility restoration of 'WA' type cytoplasmic male sterility in rice[J]. Crop Science, 1988, 28, 787—792
 - 13 孙寰,赵丽梅,王曙明,等. 大豆杂种优势利用研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2003, 25(1), 92—96

THE RELATIONSHIP BETWEEN SEED SETTING RATE AND POLLEN STERILITY RATE FOR SOYBEAN

Zhao Limei Sun Huan Huang mei Wang Shuming Wang Yueqiang

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100)

Abstract Three F_2 populations of (YA \times 167), (ZABC5 \times ZD8319) and (ZD8319 \times YB) were employed as materials. The sterility pollen rate and seed setting were checked and analyzed to study the relationship between the sterility pollen rate and seed setting. At the same time, the statistics of pollen grain number of JiYu 30 and 11 cultivated soybean varieties were conducted to discuss the pollen grain number in normal soybean plant. The results showed: (1) the seed setting was vary with different sterility pollen rate in different F_2 populations, the seed setting rate decreased sharply as pollen sterility rate was more than 70% in F_2 populations of (YA \times 167), and the seed setting rate decreased sharply as pollen sterility rate was more than 60% in F_2 populations of (ZABC5 \times ZD8319) and (ZD8319 \times YB); (2) the number of pollen grain was vary in per flower of different variety, and It was correlative with environment, there were 3200—5800 pollen grain in per flower in generall. It was reason that critical pollen sterility rate was vary for seed setting rate in different F_2 populations; (3) it was showed that gametophytic CMS system can be developed as hybrid seeds.

Key word Soybean; Pollen sterility rate; Seed setting rate per plant