

# 空间诱变对大豆长花序短果枝性状的影响

谢甫绶,姜艳杰,张惠君,曹海潮,王海英

(沈阳农业大学 农学院,辽宁 沈阳 110161)

**摘要:**对大豆品种沈农 6 号和沈农 8 号经实践八号育种卫星搭载空间诱变的 SP<sub>1</sub>代和 SP<sub>2</sub>代的主要农艺性状进行研究。结果表明:沈农 6 号和沈农 8 号大部分变异株系主要农艺性状均表现明显的变异,既有正向变异也有负向变异,说明空间环境对供试大豆品种的农艺性状变异作用明显。结果表明:经空间诱变后大豆长花序长度、总荚数、总粒重都有所增加;大豆短果枝数与地面对照相比较虽然变化不大,但 2 个品种短果枝总荚数、总粒重都有所增加。说明经过空间诱变作用大豆长花序、短果枝性状发生了一定程度的变异。

**关键词:**大豆;空间诱变;性状变异;长花序;短果枝

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **文章编号:**1000-9841(2009)06-0964-06

## Effect of Space Mutagenesis on Long Floral Axis and Short Pod-Branch of Soybeans

XIE Fu-ti,JIANG Yan-jie,ZHANG Hui-jun,CAO Hai-chao,WANG Hai-ying

(Agriculture College of Shenyang Agricultural University,Shenyang 110161,Liaoning,China)

**Abstract:**SP<sub>1</sub> and SP<sub>2</sub> generations of soybean cultivars Shennong 6 and Shennong 8 treated by the space mutation breeding satellite were used to study the mutation of agronomic traits. The results showed that most of the main agronomic traits of strains had significant variations, some were positive and some were negative, which implied that there was a effect of space mutation on the agronomic traits of given soybean cultivars. There were some increments in the length, total pods and grain weight of long floral axis in both cultivars. No significant mutation of short pod-branch number was found, however, a increasing trend existed in the total pods and grain weight of short pod-branch.

**Key words:** Soybean; Space mutation; Trait variation; Long floral axis; Short pod-branch

空间诱变是 20 世纪 80 年代发展起来的诱变育种新技术<sup>[1]</sup>。空间诱变又称航天育种或空间育种,是指利用返回式航天器或高空气球将种子带到空间,利用所能达到的空间特殊环境(宇宙射线、微重力、高真空等)对植物的诱变作用以产生有益变异,在地面选育新种质、新材料,培育新品种的作物育种新技术<sup>[2-3]</sup>。空间诱变作用作为作物育种的一种新途径已经受到国内外广泛的重视<sup>[4]</sup>。

自 1987 年以来,我国科学工作者先后多次利用返回式卫星和神舟飞船搭载植物种子,先后育成数十个农作物优异新种质、新品系<sup>[5]</sup>,并在水稻、小麦、棉花、青椒等作物上取得较好进展<sup>[6]</sup>。然而迄今为止,对于大豆航天育种的研究鲜有报道。长花序、短果枝是提高大豆产量潜力的 2 个优异株型性状<sup>[7]</sup>。谢甫绶等将“长花序”界定为长度在 3 cm 以

上的花序,“短果枝”界定为只有 1 节和 1 枚三出复叶的果枝<sup>[8]</sup>,其研究结果表明,这 2 个性状有利于增加大豆的适应性和抗逆性,保证大豆高产稳产。为了研究空间环境对大豆这 2 个优异性状的诱变作用,2006 年选用了长花序短果枝株型品种沈农 6 号和长花序株型品种沈农 8 号搭载返回式卫星,进行空间诱变处理。卫星返回地面后,进行种植,重点考察长花序、短果枝等农艺性状的变异表现,为利用空间诱变技术改良大豆提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

选用长花序短果枝株型品种沈农 6 号和长花序株型品种沈农 8 号作为卫星搭载试材。

收稿日期:2009-06-30

基金项目:辽宁省科技厅科技基金资助项目(2008201004,2008201005);辽宁省教育厅创新团队资助项目(2006T116)。

第一作者简介:谢甫绶(1966-),男,教授,博士生导师,从事大豆株型育种与栽培研究。E-mail:sns soybean@yahoo.com.cn。

1.2 试验方法

把同一种子批的大豆种子分成 2 份,1 份搭载实践八号育种卫星,1 份留作地面对照(CK)。实践八号育种卫星于 2006 年 9 月 9 日发射,在轨飞行 15 d 后于 24 日返回地面。卫星运行轨道倾角 63°,近地点 180 km,远地点 450 km,运行时间 355 h,共运行 900 多万 km。

1.3 田间试验

空间搭载种子(SP<sub>1</sub>)于 2007 年 5 月初播种于沈阳农业大学试验地。行长 4 cm,行距 60 cm,同期间每隔 10 行种植 1 区对照种子,每区 2 行。成熟后 SP<sub>1</sub>代单株全部收获,2008 年春播种成 SP<sub>2</sub>代株系,每隔 10 行种植 1 区对照。田间调查种子发芽率、生育期、株高,收获后对 SP<sub>2</sub>代长花序,短果枝性状以及其它农艺性状进行考种分析。数据采用 DPS 系统进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 空间环境对大豆种子发芽及生长的影响

2.1.1 SP<sub>1</sub>性状的表现 经卫星搭载的种子,返地种植后均能正常发芽,2 个品种的发芽率都在 95% 以上。而对照的发芽率分别为 97.2% 和 98.4%,空间诱变的发芽率略低于对照的相应值,但两者相差不大。经田间观察,SP<sub>1</sub>代群体的突变单株和对照相比,生育期基本无差异,2 个品种的株高性状出现了明显的变异,产生了高秆突变体和矮秆突变体。其中,沈农 8 号株高平均降低了 11.0 cm。

2.1.2 SP<sub>2</sub>性状的表现 2008 年株行播种 SP<sub>1</sub>代种子,获得了 SP<sub>2</sub>群体。种植后均能正常发芽,2 个品种的发芽率分别为 94.3% 和 96.1%。对 2 个品种的生长发育、形态变异观察结果发现,生育期与对照相比,无明显差异,2 个品种的成熟期仅提前 2 ~ 3 d。SP<sub>2</sub>代群体的变异株系的平均株高与对照相仿,但株高变幅较大。成熟期时,沈农 6 号整体株高平均减少了 2.8 cm,而株高最高可达到 115.4 cm,沈农 8 号整体株高平均减少了 4.9 cm,而最低株高仅为 40.5 cm,与对照相差 31.5 cm。

2.2 空间环境对大豆植株农艺性状的影响

2.2.1 SP<sub>1</sub>性状的表现 相当一部分植株发生了正向变异。沈农 6 号 SP<sub>1</sub>代的 125 个单株中株高、主茎节数、分枝数、单株茎重、单株荚重和单株粒重高于对照的单株占总数的 24.8%、58.4%、32.8%、34.4%、33.6%。沈农 8 号这 5 个性状高于对照的单株占总数的 37.7%、22.5%、35.5%、25.4%、19.6%。在 SP<sub>1</sub>代群体中有 6 株单株荚重和单株粒重明显高于对照的突变单株(表 1)。

2.2.2 SP<sub>2</sub>代性状的表现 SP<sub>2</sub>代群体株高的变异系数明显大于对照,说明航空诱变对株高有较大的影响。其中,沈农 6 号株高的变幅在 71.0 ~ 115.4 cm,变异系数为 0.2,而对照为 0.1。有 9 个变异株系的株高低于 85.0 cm。沈农 8 号株高的变幅在 40.5 ~ 84.7 cm,对照为 72.0 cm,株高表现出明显的正向与负向变异。有 11 个突变株系的株高低于 60.0 cm。说明空间环境对植株株高诱变作用明显。

表 1 大豆卫星搭载后 SP<sub>1</sub>代变异单株的性状表现

Table 1 Variation of SP<sub>1</sub> agronomic traits of soybean by space induction

品种 Cultivar 性状 Trait	沈农 6 号 Shennong 6				沈农 8 号 Shennong 8			
	SP1-1	SP1-2	SP1-3	CK	SP1-1	SP1-2	SP1-3	CK
株高 Plant height/cm	90.0	83.0	80.0	77.0	67.0	70.0	66.0	58.0
主茎节数 Nodes of main stem/No.	20.0	18.0	18.0	16.0	15.0	16.0	16.0	15.0
分枝数 Branch/No.	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0
单株茎重 Stem weight per plant /g	38.6	27.7	30.4	20.6	41.5	32.7	33.1	20.2
单株荚重 Pod weight per plan /g	52.7	38.9	45.3	24.9	102.8	78.2	72.7	47.1
单株粒重 Seed weight per plant/g	39.0	28.2	31.5	17.7	72.2	54.6	49.3	34.2

SP<sub>2</sub>代群体的分枝数发生了显著变异。其中,沈农 6 号分枝数的变幅在 0 ~ 6 个,变异系数为 0.7,表现出明显的负向变异,大部分变异株系的分枝数少于对照。负向变异的株系占总数的 55.1%。沈农 8 号的分枝数表现出显著的正向变异,大部分变异株系的分枝数多于对照,变幅在 1 ~ 6 个,变异系

数为 0.5,正向变异的株系占总数的 65.6%。表明空间环境对大豆分枝数诱变作用明显。

SP<sub>2</sub>群体的平均单株荚重发生了显著变异,变异系数明显大于对照,表明单株荚重有较大的变异。沈农 6 号 SP<sub>2</sub>群体的平均单株荚重为 45.3 g,变幅在 16.7 ~ 68.6 g。其中,有 51 个株系的平均单株荚

重超过 43.0 g, 占总数的 35.5%, 平均单株荚重最高达到 68.6 g。沈农 8 号 SP<sub>2</sub>群体的平均单株荚重为 46.4 g, 变幅在 22.3 ~ 93.3 g, 其中, 有 67 个株系的平均单株荚重超过 43.0 g, 占总数的 48.9%, 平均单株荚重最高达到 93.3 g, 表明空间环境对大豆的单株荚重诱变作用明显。

SP<sub>2</sub>群体的单株粒重发生了显著变异, 籽粒明显增多。沈农 6 号的平均单株粒重为 31.5 g, 变幅在 11.8 ~ 47.5 g, 平均单株粒重最高达到 47.5 g。其

中有 10 个长势良好, 单株粒重明显高于对照的变异株系(表 2)。沈农 8 号的平均单株粒重为 32.3 g, 变幅在 15.4 ~ 56.5 g。沈农 8 号 137 个变异株系中, 有 72 个株系的平均单株粒重超过 30.0 g, 占总数的 52.6%, 平均单株粒重最高达到 56.5 g。其中有 20 个长势良好, 单株粒重明显高于对照的变异株系(表 3)。表明空间环境对大豆的粒重有较好的诱变作用。

表 2 SP<sub>2</sub>代沈农 6 号优异变异株系性状表现

Table 2 Variation of agronomic trait in SP<sub>2</sub> generation of Shennong 6 cultivar

株系 Entry	株高 Plant height/cm	主茎节数 Node of main stem/No.	分枝数 Branch/No.	单株荚重 Pod weight per plant/g	单株粒重 Seed weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	变异系数 Coefficient of variation			
							株高 Plant height	分枝数 Branch	单株粒重 Seed weight per plant	百粒重 100-seed weight
1	92.9 **	21.0	5.0 **	57.6 **	40.7 **	20.0	0.2	0.3	0.3	0.1
2	93.0 **	22.0	5.0 **	65.0 **	46.9 **	21.7	0.2	0.3	0.2	0.1
3	87.8	21.0	3.0	55.0 **	39.7 **	21.2	0.1	0.1	0.2	0.1
4	97.0 **	23.0	2.0 *	57.9 **	38.3 **	18.6	0.2	0.2	0.2	0.1
5	85.6	23.0	4.0 *	66.5 **	43.7 **	20.5	0.1	0.2	0.3	0.1
6	87.6	21.0	4.0 *	65.6 **	47.2 **	20.9	0.1	0.1	0.2	0.1
7	91.0 **	22.0	3.0	59.3 **	40.5 **	20.1	0.3	0.1	0.2	0.1
8	86.8	20.0	2.0 *	61.9 **	43.2 **	20.9	0.2	0.1	0.3	0.1
9	84.4	21.0	2.0 *	59.3 **	43.5 **	21.4	0.2	0.1	0.2	0.1
10	86.8	21.0	1.0 **	64.6 **	46.4 **	21.5	0.2	0.3	0.3	0.1
CK	86.0	21.0	3.0	42.9	30.5	22.9	0.1	0.1	0.1	0.1

\* 表示差异显著( $P < 0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P < 0.01$ )

\* Superscripts mean significant difference( $P < 0.05$ ), \*\* superscripts mean significant difference( $P < 0.01$ )

表 3 SP<sub>2</sub>代沈农 8 号优异变异株系性状表现

Table 3 Variation of agronomic trait in SP<sub>2</sub> generation of Shennong 8 cultivar

株系 Entry	株高 Plant height/cm	主茎节数 Node of main stem/No.	分枝数 Branch/No.	单株荚重 Pod weight per plant/g	单株粒重 Seed weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	变异系数 Coefficient of variation			
							株高 Plant height	分枝数 Branch	单株粒重 Seed weight per plant	百粒重 100-seed weight
1	68.9	18.0	4.0 **	66.2 **	47.7 **	24.3	0.3	0.2	0.2	0.1
2	59.8 **	16.0	4.0 **	58.0 **	41.0 **	22.3	0.2	0.2	0.1	0.1
3	66.4 *	19.0	3.0 *	57.7 **	41.2 **	24.3	0.3	0.2	0.2	0.1
4	53.9 **	17.0	6.0 **	82.9 **	56.5 **	22.3	0.2	0.1	0.3	0.1
5	68.9	19.0	3.0 *	55.3 **	40.2 **	24.2	0.3	0.2	0.2	0.1
6	65.2 **	20.0 *	4.0 **	71.8 **	49.1 **	22.4	0.2	0.1	0.2	0.1
7	67.6 *	19.0	4.0 **	63.0 **	44.0 **	22.9	0.2	0.2	0.2	0.1
8	69.7	18.0	4.0 **	59.0 **	41.0 **	25.9	0.2	0.2	0.3	0.1
9	64.0 **	17.0	5.0 **	65.6 **	47.2 **	22.8	0.2	0.1	0.2	0.1
10	66.1 *	18.0	4.0 **	57.3 **	40.1 **	23.6	0.2	0.3	0.2	0.1
11	60.6 *	18.0	4.0 **	57.2 **	43.6 **	23.4	0.2	0.3	0.2	0.1
12	64.9	18.0	5.0 **	72.1 **	50.7 **	24.2	0.2	0.2	0.2	0.1
13	67.1 *	18.0	5.0 **	58.6 **	42.2 **	23.5	0.2	0.2	0.1	0.1
14	67.8 *	18.0	4.0 **	65.5 **	42.3 **	23.3	0.3	0.1	0.2	0.1
15	72.9	18.0	3.0 *	63.6 **	44.4 **	24.5	0.1	0.2	0.2	0.1
16	69.8 *	18.0	4.0 **	67.2 **	45.0 **	23.5	0.3	0.1	0.1	0.1
17	77.0 **	20.0	4.0 **	61.8 **	42.6 **	23.1	0.3	0.3	0.2	0.2
18	54.9 **	17.0	5.0 **	65.4 **	44.4 **	23.4	0.2	0.2	0.3	0.3
19	73.4	20.0 *	3.0 *	64.9 **	44.1 **	23.1	0.3	0.1	0.2	0.3
20	72.3	18.0	4.0 **	63.6 **	43.2 **	24.7	0.2	0.4	0.2	0.3
CK	72.0	18.0	2.0	43.2	30.3	24.6	0.1	0.1	0.1	0.1

\* 表示差异显著( $P < 0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P < 0.01$ )

\* Superscripts mean significant difference( $P < 0.05$ ), \*\* superscripts mean significant difference( $P < 0.01$ )

2.3 空间环境对大豆长花序的诱变作用

2.3.1 SP<sub>1</sub>代长花序性状的表现 经卫星搭载的SP<sub>1</sub>代突变单株的长花序性状发生了不同程度的变异。长花序长度超过7.0 cm的单株分别占群体总数的20.8%,23.2%。沈农6号的长花序粒数超过对照达51个单株,占群体总数的40.8%,长花序粒重超过对照达64个单株,占群体总数的51.2%。沈农8号长花序粒数超过对照的突变单株占总数的57.3%,粒重最高可达到7.0 g。

2.3.2 SP<sub>2</sub>代长花序性状的表现 卫星搭载后的SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号经卫星搭载后长花序长度变异程度不明显,长度大于对照的变异株系占总数的23.2%,长度最高可达到19.5 cm。沈农8号长花序长度经卫星搭载后发生了明显的变异,变异株系的平均长度为6.7 cm,变幅在4.1~9.2 cm,变异系数为0.4。其中,有81个变异株系的长花序长度超过对照,占总数的59.1%,长度最高可达到9.2 cm。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号长花序荚数变异程度显著,变幅在4~14个,变异系数为0.4,正向变异的株系占群体总数的34.1%,沈农8号长花序荚数发生了显著变异,荚数变幅在5~12个,变异系数为0.4,正向变异的株系占群体总数的56.9%。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号长花序荚重变异程

度显著,长花序荚重大于对照占群体总数的37.7%。沈农8号长花序荚重发生了明显的正向变异,变幅在2.1~8.2 g,变异系数为0.4。在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中有103个变异株系长花序荚重大于对照,占群体总数的75.2%,荚重最高达到8.2 g。表明空间环境对大豆长花序荚重诱变作用明显。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号长花序粒数变异程度显著,长花序粒数大于对照占群体总数的37.7%,粒数最高达到26个。沈农8号长花序粒数发生了显著变异,变幅在6~24个,变异系数为0.4,在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中有103个变异株系长花序粒数大于对照,占群体总数的80.3%,粒数最高达到24个。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号长花序粒重与地面对照差异明显,平均长花序粒重为2.9 g,变幅在1.0~5.6 g,其中,有9个变异株系的长花序性状表现优异,粒重明显高于对照(表4)。沈农8号长花序粒重发生了明显变异,平均长花序粒重为3.3 g,变幅在1.6~5.8 g,变异系数为0.4。沈农8号群体中有108个株系的平均长花序粒重超过对照,占总数的78.8%,平均长花序粒重最高达到5.8 g。其中,有9个变异株系的长花序性状表现优异,粒重明显高于对照(表4)。表明空间环境对沈农8号平均长花序粒重有较好的诱变作用。

表4 SP<sub>2</sub>代变异株系优异长花序性状表现

Table 4 Variation of long floral axis trait in SP<sub>2</sub> generation of Shennong 6 and Shennong 8 cultivars

品种 Cultivar	株系 Entry	长度 Length /cm	荚数 Pods/No.	粒数 Grains/No.	荚重 Pod weight /g	粒重 Seed weight/g	变异系数 Coefficient of variation				
							长度 Length	荚数 Pods/No.	粒数 Grains/No.	荚重 Pod weight	粒重 Seed weight
沈农6号 Shennong 6	1	9.3	8.0	17.0**	4.7**	3.3**	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	2	11.8	11.0*	20.0**	5.4**	3.6**	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2
	3	9.5	10.0*	20.0**	5.2**	3.5**	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2
	4	12.5*	10.0*	20.0**	5.0**	3.7**	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
	5	7.8	9.0*	22.0**	5.4**	3.9**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	6	12.9*	12.0*	25.0**	7.6**	5.4**	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
	7	8.4	9.0*	23.0**	6.6**	4.7**	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3
	8	7.2	11.0*	23.0**	7.7**	5.6**	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	9	12.2*	14.0*	23.0**	5.4**	3.9**	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
	CK	8.8	7.0	9.0	3.8	2.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
沈农8号 Shennong 8	1	7.3**	11.0**	19.0**	6.3**	4.5**	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
	2	9.8**	10.0**	18.0**	5.9**	4.3**	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
	3	7.8**	9.0**	17.0**	6.1**	4.4**	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2
	4	8.1**	11.0**	24.0**	7.7**	5.4**	0.3	0.1	0.1	0.2	0.3
	5	8.4**	9.0**	23.0**	8.2**	5.8**	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2
	6	8.3**	10.0**	17.0**	5.1**	3.4**	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
	7	9.8**	10.0**	18.0**	5.9**	4.3**	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
	8	7.6**	10.0**	18.0**	5.7**	4.1**	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1
	9	8.1**	11.0**	20.0**	6.8**	4.7**	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3
	CK	6.4	7.0	10.0	3.7	2.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

\* 表示差异显著( $P<0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P<0.01$ )  
\* Superscripts mean significant difference( $P<0.05$ ), \*\* superscripts mean significant difference( $P<0.01$ )

2.4 空间环境对大豆短果枝的诱变作用

2.4.1 SP<sub>1</sub>代短果枝性状的表现 经卫星搭载的SP<sub>1</sub>代突变单株的短果枝发生了显著变异。2个品种的短果枝数超过6个的分别占总数的36.0%,24.6%。沈农6号的短果枝粒数超过对照达54个单株,占群体总数的43.0%,短果枝粒重最高达到7.2 g。沈农8号短果枝粒数超过对照的突变单株占总数的37.1%,粒重最高可达到8.8 g。

2.4.2 SP<sub>2</sub>代短果枝性状的表现 在卫星搭载后的SP<sub>2</sub>代群体中,大豆短果枝数的变异程度不明显,个数明显多于对照的较少,绝大部分株系的个数与对照相等。说明空间环境对大豆短果枝数的诱变作用较小。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号短果枝荚数变异程度不显著,短果枝荚数大于对照占群体总数的18.1%,粒数最高达到19个。沈农8号短果枝荚数发生了显著变异,变幅在5~21个,变异系数为0.6。在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中有64个变异株系短果枝荚数大于对照,占群体总数的46.7%,粒数最高达到21个。

在SP<sub>2</sub>代群体中,短果枝荚重发生了明显的正向变异,沈农6号短果枝的籽粒明显增大。短果枝荚重大于对照的变异株系占群体总数的34.1%,荚

重最高达到13.6 g。沈农8号短果枝荚重变幅在2.1~8.2 g,变异系数为0.5。在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中有76个变异株系短果枝荚重大于对照,占群体总数的55.5%,荚重最高达到11.3 g。表明经过空间作用后,大豆短果枝荚重发生了较大的变化。

在SP<sub>2</sub>代群体中,沈农6号短果枝粒数变异程度不显著,短果枝粒数大于对照占群体总数的18.1%,粒数最高达到33个。沈农8号短果枝粒数发生了显著变异,变幅在6~28个,变异系数为0.6,在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中有59个变异株系短果枝荚数大于对照,占群体总数的43.1%,粒数最高达到28个。

在SP<sub>2</sub>代群体中,短果枝粒重发生了明显变异。沈农6号短果枝粒重大于对照占群体总数的37.0%,粒重最高达到8.0 g。其中有8个变异株系的短果枝性状表现优异,粒重明显高于对照(表5)。沈农8号短果枝粒重变幅在1.5~9.7 g,变异系数为0.5,在沈农8号SP<sub>2</sub>代群体中短果枝粒重大于对照的变异株系占群体总数的33.6%,粒重最高达到9.7 g。其中有10个变异株系的短果枝性状表现优异,粒重明显高于对照(表5)。表明经过空间作用后,大豆短果枝粒重发生了较大的变化。

表5 SP<sub>2</sub>代变异株系优异短果枝性状表现  
Table 5 Variation of short pod-branch trait in SP<sub>2</sub> generation of Shennong 6 and Shennong 8 cultivars

品种 Cultivar	株系 Entry	长度 Length /cm	荚数 Pods/No.	粒数 Grains/No.	荚重 Pod weight /g	粒重 Seed weight/g	变异系数 Coefficient of variation				
							长度 Length	荚数 Pods	粒数 Grains	荚重 Pod weight	粒重 Seed weight
沈农6号 Shennong 6	1	4.0	19.0**	33.0**	9.3**	6.6**	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
	2	4.0	12.0**	24.0**	13.6**	5.2**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	3	2.0	14.0**	23.0**	6.6**	4.5*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
	4	3.0	10.0*	22.0**	6.3**	4.7*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	5	5.0	11.0**	29.0**	7.3**	5.1**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	6	3.0	11.0**	21.0**	5.4**	3.8	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
	7	4.0	11.0**	21.0**	6.7**	4.3*	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	8	4.0	12.0**	24.0**	6.5**	5.0**	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
	CK	2.0	8.0	14.0	4.4	3.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
沈农8号 Shennong 8	1	5.0	19.0**	28.0**	10.0**	7.0**	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	2	6.0	16.0**	23.0**	8.7**	8.2**	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2
	3	5.0	15.0**	25.0**	8.3**	6.0**	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3
	4	6.0	17.0**	26.0**	8.4**	6.3**	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
	5	5.0	16.0**	23.0**	8.1**	5.8**	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	6	5.0	13.0**	23.0**	7.6**	5.6**	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3
	7	6.0	18.0**	25.0**	8.7**	6.2**	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
	8	6.0	21.0**	28.0**	11.3**	9.7**	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3
	9	6.0	16.0**	27.0**	9.6**	6.8**	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2
	10	6.0	17.0**	22.0**	8.6**	5.9**	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
	CK	4.0	10.0	14.0	5.5	3.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

\* 表示差异显著( $P<0.05$ ), \*\* 表示差异极显著( $P<0.01$ )  
\* Superscripts mean significant difference( $P<0.05$ ), \*\* superscripts mean significant difference( $P<0.01$ )

3 讨论

目前,地面诱变技术最常用的是辐射诱变和化学诱变。与之相比,空间诱变有自身的特殊之处,空间诱变的变异频率高,有益突变多。据报道,传统辐射诱变的有益变异频率低于 0.5%,而空间辐射诱变的有益变异频率却可高达 1%~5%。与地面诱变相比,空间诱变的变异性状稳定较快,多数到 SP<sub>4</sub> 代就可稳定,而常规育种则需要 5 至 7 代<sup>[9]</sup>。除此之外,空间处理的后代还具有多向性突变和多样性突变,有可遗传和不遗传变异特点<sup>[10]</sup>。因此,通过空间诱变技术比地面诱变技术易获得突变体。虽然空间环境对生物诱变的作用机理还不十分清楚,但多数学者认为,对生物的诱变作用是宇宙射线、微重力、高真空等综合作用的结果。

沈农 6 号和沈农 8 号经空间诱变后,SP<sub>1</sub> 代突变单株和 SP<sub>2</sub> 代变异株系的各项性状的分析表明,2 个品种的大部分株系株高、分枝数、单株荚重、单株粒重都发生了不同程度的变异。2 个品种的 SP<sub>2</sub> 代株高发生了明显的正负向变异,部分变异株系的株高减少了 43.8%,有可能通过空间诱变选育出符合育种目标的矮秆品种。沈农 6 号 SP<sub>2</sub> 代的分枝数通过空间诱变后,分枝数明显下降。对于植株较为高大的沈农 6 号,分枝数的减少有利于降低其植株重心,提高其抗倒伏的能力。沈农 6 号和沈农 8 号的单株荚重,单株粒重都有一定的增加,2 个品种共 275 个变异株系中约 42.0% 的株系单株荚重,单株粒重超过对照。说明空间诱变对大豆产量性状的改良有一定潜在效果。

结果表明,空间环境对长花序以及短果枝性状产生了较明显的影响。经过空间诱变处理后大豆单株的长花序长度、长花序总荚数、长花序总粒重都有所增加。大豆短果枝数与对照相比较虽然变化不大,但 2 个品种短果枝总荚数和短果枝总粒重都有所增加。说明空间环境对大豆长花序、短果枝具有一定的诱变作用。另外,沈农 8 号变异程度较沈农 6 号明显,说明不同的品种受到空间诱变环境的影响不同。

参考文献

[1] 赵玉锦,赵琦,白志良,等.空间诱变高粱突变体的研究[J].植物学通报,2001,18(1):81-89. (Zhao Y J,Zhao Q,Bai Z L,et

al. Study on sorghum mutant Induced by space flight[J]. Chinese Bulletin of Botany,2001,18(1):81-89. )

[2] 王俊敏,魏力军,骆荣挺,等.航天技术在水稻诱变育种中的应用研究[J].核农学报,2004,18(4):252-256. (Wang J M,Wei L J,Luo R T,et al. Study on application of aerospace techniques in rice mutation breeding[J]. Journal of Nuclear Agricultural,2004,18(4):252-256. )

[3] 王俊敏,骆荣挺,鲍根良,等.采用空间诱变技术选育特早熟晚粳新品种航天 36[J].核农学报,2007,21(4):323-327. (Wang J M,Luo R,Bao G L,et al. Breeding of hangtian 36-an early-maturing variety of japonica rice by space mutation technique[J]. Journal of Nuclear Agricultural,2007,21(4):323-327. )

[4] 蒋兴村.863-2 空间诱变育种进展及前景[J].空间科学学报,1996,16(S):77-82. (Jiang X C. Development and prospect of space mutation breeding in China[J]. Chinese Journal of Space Science,1996,16(S):77-82. )

[5] 刘录祥,郭会君,赵林妹,等.我国作物航天育种 20 年的基本成就与展望[J].核农学报,2007,21(6):589-592. (Liu L X,Guo H J,Zhao L Z,et al. Achievements in the past twenty years and perspective outlook of crop space breeding in China[J]. Journal of Nuclear Agricultural,2007,21(6):589-592. )

[6] 段智英,韩学孟.我国航天育种的成就与发展[J].河北农业科学,2008,12(9):59-62. (Duan Z Y,Han X M. Achievement and development of aerospace breeding in China[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences,2008,12(9):59-62. )

[7] 谢甫绋,王海英,张惠君,等.大豆长花序短果枝株型性状的利用研究 IV.不同种植密度下剪叶处理对长花序短果枝性状的影响[J].辽宁农业科学,2005(1):1-4. (Xie F T,Wang H Y,Zhang H J,et al. Utilization of soybean germplasm with plant-type of long floral axis and short pod-branch IV. Effect of cutting leaf on long floral axis and short pod-branch traits under different seeding rates[J]. Liaoning Agricultural Sciences,2005(1):1-4. )

[8] 谢甫绋,陈贵,王晓光,等.大豆长花序短果枝株型性状的利用研究 I.长花序短果枝对大豆产量的贡献[J].大豆科学,1999,18(1):27-31. (Xie F T,Chen G,Wang X G,et al. Utilization of soybean germplasm with plant-type of long floral axis and short pod-branch I. Contribution of long floral axis and short pod-branch to seed yield[J]. Soybean Science,1999,18(1):27-31. )

[9] 孙振元,韩蕾,彭镇华.空间诱变育种技术及其在园林植物种质创新中的应用[J].核农学报,2005,19(6):485-489. (Sun Z Y,Han L,Peng Z H. Space mutation technique and its application in germplasm resources innovation of landscape plants[J]. Journal of Nuclear Agricultural,2005,19(6):485-489. )

[10] 李永辉,涂北根,焦长兴,等.植物空间诱变育种研究进展[J].江西农业学报,2008,21(1):21-25. (Yong Y H,Tu B G,Jiao C X,et al. Progress in space mutation breeding of plant[J]. Acta Agricultrae Jiangxi,2008,21(1):21-25. )