

大豆航天搭载 SP₄ 代选择效果与 SP₂ 代变异率相关性分析

郑伟^{1,2}, 谢甫缙¹, 郭泰², 许德春³, 王志新², 吴秀红², 李灿东², 刘忠堂², 张振宇²,
张茂明², 孟丽芬³, 付立新³, 赵晓南³

(¹沈阳农业大学, 沈阳 110161; ²黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 佳木斯 154007; ³黑龙江省农业科学院原子能利用研究所, 哈尔滨 150086)

摘要: 为了明确大豆空间诱变早期世代农艺性状选择的依据, 提高空间诱变育种早期世代选择效果, 对6个大豆品种经过航天搭载后的 SP₂ 代变异率和 SP₄ 代选择效果进行了分析, 结果表明遗传力高的 SP₂ 代的单株荚数和单株粒数2个农艺性状的变异率与 SP₄ 代入选单株数相关性达到极显著水平; SP₂ 代遗传力较高的底荚高度和节间长度的变异率与 SP₄ 代入选单株相关性达到显著水平, SP₂ 代遗传力不高的植株高度和主茎节数变异率与 SP₄ 代入选单株相关不显著; SP₂ 代对单株荚数、单株粒数、底荚高度、节间长度进行选择有效, 而对植株高度和主茎节数选择效果不明显。

关键词: 空间诱变; 变异率; 选择; 相关分析

The Correlation Analysis of Selection Effect for SP₄ and Variations for SP₂ in Space Flight on Soybean

ZHENG Wei^{1,2}, XIE Fu-ti¹, GUO Tai², XU De-chun³, WANG Zhi-xin², WU Xiu-hong², LI Can-dong²,
LIU Zhong-tang², ZHANG Zhen-yu², ZHANG Mao-ming², MENG Li-fen³, FU Li-xin³, ZHAO Xiao-nan³

(¹Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161; ²Jiamusi Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi 154007; ³Atomic Energy Branch Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: In order to definite the selection basis of agronomic traits for early generation and improve the selection effect in soybean space-mutation breeding. We analyzed the SP₂ generation variation rate and the SP₄ generation selection effects of six soybean varieties after space flight carrying. The results showed that the relationship between variation rate of pod and grain number per plant with high heritability of SP₂ generation and the selected plant number of SP₄ generation was extremely significant. While the relationship between variation rate of bottom pods height and internode length of SP₂ generation and selected plant number of SP₄ generation was significant. And the relationship among variation rate of plant height and pitch number of main stem of SP₂ generation and selected plant number of SP₄ generation was not significant. Therefore, the selection of SP₂ generation to pod number, grain number, bottom pods height, and internode length was effective, while the plant height and pitch number of main stem was not obvious.

Key words: space-mutation; variation rate; choice; correlation analysis

航天诱变育种是借助于航天器搭载农作物种子或其他可再生组织, 经过太空的特殊环境诱发变异, 然后经过地面种植选育新品种的育种技术^[1-2]。航

天育种作为一种新的育种手段, 在高粱^[3]、水稻^[4-5]、小麦^[6-7]、青椒^[8]、谷子^[9]等多种作物育种中广泛应用, 同时也取得了良好的效果; 大豆航天育种

收稿日期: 2013-04-02 修回日期: 2013-04-08 网络出版日期: 2013-12-19

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20131219.1311.028.html>

基金项目: 种子基金(2010-03-02); 国家科技支撑项目(2011BAD35B06-1-5); 国家科技支撑计划(2011DFR30840); 国家大豆现代产业技术体系建设(CARS-04-CES05)

第一作者从事大豆育种工作, E-mail: zhw105122@163.com

虽然起步较晚,但经过全国学者的共同努力,也取得了一定的进展^[10-12]。以往对大豆航天搭载的研究,均停留在后代分离规律、诱变效果等问题上,并未对航天搭载后代选择效果及理论进行研究,尤其是在大豆航天搭载早期世代的选择方面,依据哪些农艺性状来进行有效选择能够提高航天搭载育种效果,目前国内尚无相关报道。本研究在对大豆后代分离规律研究的基础上,对 SP₄代入选单株与早期世代 SP₂代农艺性状变异率之间的相关关系进行探讨,以期为大豆航天育种过程中,早期世代选择方法提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验品种包括合丰 25、合丰 50、龙品 05-171、龙品 05-359、黑 05-140、绥农 14 共 6 个大豆品种(系),其中合丰 25、合丰 50、绥农 14 由黑龙江省农科院佳木斯分院提供,龙品 05-171、龙品 05-359 由黑龙江省农科院育种所提供,黑 05-140 由黑龙江省农科院黑河分院提供,每个品种干种子 1000 粒。

1.2 方法

1.2.1 搭载方法 2006 年 8 月将 6 个大豆品种种子各分为 2 组,每组 500 粒,一组进行航天搭载处理,另一组在常温下保存。搭载种子于当年 9 月 9 日搭载航天试验 8 号卫星升空,卫星在近地点 187 km、远地点 463 km 的近地轨道共运行 355 h,航程 900 多万公里,于 9 月 24 日返回地面。

表 1 不同大豆品种 SP₂代农艺性状的遗传力

Table 1 Heritability of agronomic traits for different soybean breed of SP₂

(%)

品种名称 Varieties name	株高 Plant height	底荚高度 First pod height	主茎节数 No. of node	单株荚数 No. of plant pod	单株粒数 No. of plant seed	节间长度 Length of node
绥农 14	23.91	23.63	65.14	60.33	85.04	53.16
合丰 50	36.95	49.12	35.56	79.05	66.54	74.56
龙品 05-359	49.65	10.10	26.53	33.43	10.61	32.66
合丰 25	44.75	54.55	1.51	65.89	71.27	24.47
黑 05-140	33.19	24.71	35.53	35.90	29.91	43.50
龙品 05-171	35.19	82.08	61.48	59.93	42.45	22.86
平均值 Mean	37.28	40.70	37.63	55.76	50.97	41.87

2.2 变异率分析

为了更直观地观察航天搭载对 SP₂代哪些农艺性状的诱变效果明显,秋季对 SP₂代进行考种分析,同时计算变异率(表 2)。从表 2 可以看出,虽然不

1.2.2 选择方法 2006 年冬季南繁种植 SP₁代,成熟后混合收获不进行选择;2007-2009 年种植 SP₂ ~ SP₄代。试验地点为黑龙江省农业科学院佳木斯分院(130°21'E,46°49'N,海拔 90.5 m),土质黑钙土,前茬作物为玉米。SP₂ ~ SP₄代均采用机器开沟人工单粒点播,试验区行长 4.75 m,株距 7 cm,每个群体所有收获的种子全部播种 30 行,每行 80 粒,每个群体均种植相应的未搭载的亲本作为对照,生育期间进行物候期调查和记载,秋季田间随机选取连续 200 株对株高、底荚高、主茎节数、单株荚数、单株粒数等农艺性状进行考种分析。SP₄代仍然按照 SP₂代的方法种植,并与秋季按照育种目标进行决选单株。

1.2.3 数据处理 利用 Excel 软件和 DPS 软件对数据进行统计分析;以大于标准差 2 倍为依据,确定变异单株计算变异率;以 SP₂代农艺性状的变异率与该群体 SP₄代入选单株数目为一对变量,计算每个农艺性状与入选单株的相关系数。

2 结果与分析

2.1 遗传力分析

为了明确航天搭载后代 SP₂代主要农艺性状遗传力,将 6 个参试品种的各个农艺性状进行遗传力分析,从表 1 可知,不同农艺性状之间遗传力差异没有统计学意义。单株荚数、单株粒数、节间长度等遗传力高的农艺性状可以在 SP₂世代进行选择。

同农艺性状变异率在品种之间差异没有统计学意义,但同一农艺性状在不同品种间变异率存在较大的差异。合丰 50、龙品 05-171 等高大繁茂型的品种株高变异率较高,合丰 25 由于本身植株矮,所以株

高的变异率也较高,黑 05-140 由于本身熟期早,可能对其株高的变异率产生影响,因此株高变异率低。底荚高度变异率的变化趋势同株高变异率的变化趋势一致。从主茎节数变异率可以看出,合丰 25 由于本身植株矮、节数少,经过航天搭载后出现了较多株高增加的个体,其主茎节数变异率较大,而合丰 50、绥农 14、龙品 05-171 本身比较高大大繁茂,经过搭载后出现了较多节间短、株高中等的个体,因此变异率

也较大。植株高大繁茂的合丰 50 与绥农 14 主茎节数变异率较大,均超过 20%,龙品 05-359 变异率最小,表明不同品种在航天搭载后主茎节数变化存在差异。除合丰 50 单株荚数的变异率较低外,各个品种单株荚数的变异率均在 10% 以上,原因是合丰 50 本身的遗传背景很好,丰产性突出,所以在其后代中很难出现比其更好的个体和较差的个体,说明不同品种对于航天诱变的反应存在较大差异。

表 2 不同大豆品种 SP₂ 代变异情况

Table 2 Variation analysis of SP₂ generation for different soybean varieties

品种名称		株高	底荚高度	主茎节数	节间长度	单株荚数	单株粒数
Varieties name		Plant height	First pod height	No. of node	Length of node	No. of plant pod	No. of plant seed
合丰 25	变异系数 (%) CV	11.28	67.10	14.99	46.46	48.44	9.62
	变异率 (%) Variation rate	31.32	19.25	19.55	22.42	28.54	9.02
合丰 25 对照	变异系数 (%) CV	7.80	28.93	10.20	28.94	26.58	9.55
龙品 05-359	变异系数 (%) CV	9.96	53.07	9.92	31.29	34.48	10.42
	变异率 (%) Variation rate	7.96	4.32	3.43	25.42	23.86	1.65
龙品 05-359 对照	变异系数 (%) CV	7.10	47.20	8.71	26.78	19.29	9.54
黑 05-140	变异系数 (%) CV	6.09	53.31	9.05	33.14	31.13	9.91
	变异率 (%) Variation rate	16.75	5.74	5.76	10.84	17.42	8.57
黑 05-140 对照	变异系数 (%) CV	5.23	30.11	7.28	22.62	25.56	7.84
绥农 14	变异系数 (%) CV	9.61	19.92	16.48	31.50	42.27	13.65
	变异率 (%) Variation rate	20.13	5.35	20.16	30.25	33.30	4.75
绥农 14 对照	变异系数 (%) CV	6.63	12.89	9.12	20.80	18.61	9.31
合丰 50	变异系数 (%) CV	11.68	37.34	9.75	25.31	24.46	6.79
	变异率 (%) Variation rate	90.02	31.34	32.16	1.89	1.89	16.31
合丰 50 对照	变异系数 (%) CV	7.15	21.87	7.51	17.18	19.73	3.46
龙品 05-171	变异系数 (%) CV	7.25	31.66	8.37	31.02	29.38	5.61
	变异率 (%) Variation rate	56.40	22.86	10.25	10.25	15.42	3.08
龙品 05-171 对照	变异系数 (%) CV	3.70	11.40	15.02	18.53	18.96	4.28

2.3 SP₄ 代入选单株分析

SP₄ 代选择重点是丰产性和综合抗性,从入选单株看,合丰 25 组合入选 14 株,按照育种目标选择的植株略高于亲本,节数增加 1~2 个,子粒饱满;龙品 05-359 入选 16 株,入选单株每节荚数较对照增加,每荚粒数增加 1~2 个;黑 05-140 入选 14 株,入选单株熟期提前、丰产性好、后期抗旱衰能力强;绥农 14 入选 18 株,为所有组合里入选株数最多的,入选单株秆强度明显增强,节间缩短,株高降低;合丰 50 组合入选 12 株,在所有材料里入选株数最少,入选单株抗病能力增强,植株繁茂度略有降低;龙品 05-171 群体入选 14 株,入选单株每节荚数增多,抗倒伏能力强。

2.4 SP₄ 代入选单株数目与 SP₂ 农艺性状变异率的关系分析

为了明确 SP₂ 代依据哪些农艺性状进行选择,能够提高航天搭载大豆早期世代选择效率,对 SP₂ 代主要农艺性状变异率与 SP₄ 代入选株数进行相关性分析。从表 3 可知,SP₂ 代单株粒数、单株荚数变异率与 SP₄ 代入选株数相关系数分别为 $r = 0.84^{**}$ 和 $r = 0.90^{**}$, 差异有统计学意义,且 2 个农艺性状的遗传力相对较高,因此在 SP₂ 代对单株荚数和单株粒数的选择是有效的,在今后的大豆航天育种中可以加强早期世代的产量性状选择;SP₂ 代底荚高度和节间长度变异率与 SP₄ 代入选株数相关系数为 $r =$

-0.79* 和 $r = -0.76^*$, 差异有统计学意义, 且遗传力较高, 说明底荚高度和节间长度也可以作为 SP₂代选择的主要目标, SP₂代对底荚高度的选择对于大豆航天育种是有效的; 植株高度和主茎节数与入选株数

的相关系数分别为 $r = -0.43$ 和 $r = -0.34$, 差异没有统计学意义, 这 2 个性状遗传力相对较低, 易受环境因素的影响, 因而在早期世代可以放宽对株高和节数的选择。

表 3 SP₄代入选单株数与 SP₂代不同农艺性状变异率间的相关性

Table 3 The correlation analysis between SP₄ choice plant number and SP₂ variation rate of different agronomic traits

农艺性状 Agronomic traits	株高 Plant height	底荚高度 First pod height	主茎节数 No. of node	节间长度 Length of node	单株荚数 No. of plant pod	单株粒数 No. of plant seed
变异率均值	14.81	15.22	12.23	16.85	20.07	
相关系数	-0.43	-0.79*	-0.34	-0.76*	0.90**	0.84**

*: 0.05 水平下差异显著; **: 0.01 水平下差异极显著

*: Significant difference at 0.05 level, **: Significant difference at 0.01 level

3 讨论

不同作物经过航天搭载会产生有利变异, 在水稻^[4-5]、小麦^[6-7]、辣椒^[8]、谷子^[9]、冬小麦^[10]等多种作物上已得到证实, 并且已经育成一批优良品种。刘鑫磊等^[11]、郑伟等^[12-13]研究证明, 不同大豆品种经过航天搭载后会产生一定变异, 可以为大豆育种所利用, 本研究选用的 6 个大豆品种经过航天搭载后 SP₂代在株高、底荚高度、主茎节数、节间长度、单株荚数、单株粒数等农艺性状上均存在变异, 且经过前期 3 个世代的选择, 到 SP₄代已经出现很多符合育种目标的个体, 结果与前人研究结果一致。关于大豆后代变异的选择, 大豆杂交 F₂ 对花色、熟期等性状选择是有效的, 而对受环境影响较大的大豆单株荚数和单株粒数的选择应放宽尺度; 遗传稳定的大豆材料, 经过辐射诱变处理后, 早期世代对熟期、抗性和产量选择均有效果^[14-15], 本研究结果虽与杂交育种不太一致^[16-17], 但是与辐射育种的早期世代选择规律基本一致。主要原因是本研究所选用的试验材料都是遗传稳定的材料, 所选材料遗传基础好、丰产性和抗性均很突出, 通过航天诱变改变其 1~2 个性状, 所以航天搭载后代选择方法可以参考辐射诱变育种后代的选择方法。

经过航天搭载后 SP₂代不同品种之间在株高、底荚高度、主茎节数、单株荚数、单株粒数等农艺性状上均发生变异; 遗传力变化顺序为: 单株荚数 > 单株粒数 > 节间长度 > 底荚高度 > 主茎节数 > 株高; SP₂代单株荚数和单株粒数变异率与 SP₄代入选单株数的相关性达到极显著水平, SP₂代底荚高度和节

间长度与 SP₄代入选单株数的相关性达到显著水平, 以上 4 个性状可以作为 SP₂代选择的依据; SP₂代株高和主茎节数变异率与 SP₄代入选单株相关性不显著, 在 SP₂代选择时候可以适当放宽选择压力。

参考文献

- [1] 刘录祥, 郑企成. 空间诱变与作物改良 [M]. 北京: 原子能出版社, 1997
- [2] 刘录祥, 王晶, 赵林妹, 等. 作物空间诱变效应及地面模拟研究进展 [J]. 核农学报, 2004, 18(4): 247-251
- [3] 刘自华, 龚振平, 刘振兴, 等. 空间诱变创造高粱新种质 [J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(3): 280-285
- [4] 严文潮, 孙国昌, 俞法明, 等. 早籼稻空间诱变新品种“浙 101”的选育 [J]. 核农学报, 2006, 20(5): 398-400
- [5] 杨梯丰, 刘传光, 潘大建, 等. 空间诱变育成水稻品种航香糯的 SSR 标记分析 [J]. 核农学报, 2011, 25(6): 1065-1071
- [6] 张宏纪, 王广金, 孙岩, 等. 春小麦航天诱变入选后代的变异研究 [J]. 核农学报, 2007, 21(2): 111-115
- [7] 张美荣, 双志福, 张瑞仙. 小麦种子太空诱变效应研究 [J]. 华北农学报, 2002, 17(2): 236-239
- [8] 李水凤, 汪柄良, 管学玉, 等. 卫星搭载处理对辣椒萌发过程中氧化酶活性的影响 [J]. 核农学报, 2006, 20(4): 432-436
- [9] 田伯红, 王建广, 李雅静, 等. 空间诱变对谷子农艺性状效应的研究 [J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(3): 340-345
- [10] 王美芳, 杨会民, 杨攀, 等. 冬小麦品种航天诱变后代分析 [J]. 核农学报, 2011, 25(5): 833-838
- [11] 刘鑫磊, 马岩松, 梁晓燕, 等. 航天诱变对大豆品种光合性状影响 [J]. 大豆科学, 2011, 30(4): 606-608
- [12] 郑伟, 郭泰, 王志新, 等. 航天搭载大豆 SP₂ 代诱变效应初报 [J]. 核农学报, 2008, 22(5): 563-565
- [13] 郑伟, 郭泰, 王志新, 等. 不同熟期大豆对航天搭载的反应 [J]. 中国种业, 2008(5): 47-49
- [14] 郭泰, 刘忠堂, 王志新, 等. 合丰号的辐射诱变育种回顾 [J]. 核农学报, 2010, 24(2): 292-297
- [15] 吴秀红, 郭泰, 胡喜平, 等. 美国大豆资源利用及高油大豆合丰 57 号创新 [J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 514-516
- [16] 齐宁, 魏淑红, 林红, 等. 高蛋白抗病大豆新种质龙品 03-311 的选育与利用 [J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7(2): 249-251
- [17] 徐冉, 郝欣先, 王彩洁, 等. 双抗双高夏大豆种质鲁 99-2 的选育 [J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 228-231