

航天搭载玉米自交系SP₃的变异研究

乔晓^{1,2},石海春¹,柯永培¹,袁继超¹,余学杰¹

(¹四川农业大学农学院,成都 611130;²成都市农林科学院作物研究所,成都 611130)

摘要:为了解航天诱变对3个玉米自交系SP₃株系在主要性状上与地面同源对照种子的变异情况,研究其变异规律,为其后代的选育和研究提供理论依据。对诱变后代主要性状的变异幅度、变异系数和平均值与对照进行对比,并对性状平均值进行差异显著性测验。3个玉米自交系SP₃株系的多数性状均产生明显变异,为选择不同类型的种质材料提供了基础。其中株系株型性状变异偏植株变矮,叶面积变小,利于选择矮秆叶疏的变异材料;果穗性状变异较小,选择意义不大;而生育期和雄穗性状的变异差异较大。航天诱变处理对不同材料不同性状的诱变效果差异较大,应根据具体的育种目标选择适合的诱变材料,从中选择有利的变异。

关键词:玉米;自交系;航天搭载;变异

中图分类号:S335.2+9

文献标志码:A

论文编号:2010-3489

Variation of Maize Inbred Lines SP₃ by Space Flight

Qiao Xiao^{1,2}, Shi Haichun¹, Ke Yongpei¹, Yuan Jichao¹, Yu Xuejie¹

(¹Agronomy College, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130;

²Crop Research Institute, Chengdu Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Chengdu 611130)

Abstract: To provide the theoretical basis for the mutant lines' application, the variation of the main characters of SP₃ mutants of three wide-used maize inbred lines were compared with CK, and the mutagenic effects were analyzed. The variation range, coefficient of variation and average of characters in the SP₃ mutants were compared with CK, meanwhile, *t*-test was taken for the average of traits. Many traits of the lines of mutation SP₃ were produced significant variation. And it provided the basis for selecting different types of germplasm materials. In this study, the variance of plant characters tended to shorter plants and smaller leaf area for three maize inbred lines. It was good for selecting a dwarf and thin leaf mutations. There was little significance for selection because of small ear traits variation. However, the variances of growth period and tassel traits had different comparatively. Different materials and their different characters had different mutated effects treating by space flight, so it is important to select mutated materials in the breeding.

Key words: maize; inbred line; space flight; variation

0 引言

航天搭载以其诱变效率高、变异方向不定、育种周期短、诱变出常规育种不能出现的特殊变异等特点引起了越来越广泛的关注,并成为近年来培育高产、优质、早熟和抗病农作物新品种的重要途径之一^[1-3]。中国在航天搭载试验尤其是应用研究一直处于世界领先

水平,从1987年以来,已培育出了包括粮食作物、经济作物、蔬菜、花卉、中草药材等一大批新的种质资源和新品种。早在1977年, Peterson等^[4]就报道了美国阿波罗飞行中,具特殊遗传标记(LW₁/IW₁)的玉米种子受宇宙射线中高能重离子轰击后因体细胞突变在2~9片叶子上均出现黄色条纹。而玉米航天诱变育种的应用

基金项目:四川省“十一五”育种攻关项目(2006-3-16);四川省教育厅重点专项(08ZZ002)。

第一作者简介:乔晓,男,1984年出生,山西省中阳人,硕士,主要从事玉米遗传育种工作。通信地址:611130 四川成都温江区柳城镇东北路559号 成都市农林科学院作物研究所, E-mail: qiaoxiao306@163.com。

通讯作者:柯永培,男,1963年出生,四川省内江人,教授,博士生导师,研究方向为玉米遗传育种。通信地址:611130 四川成都温江区柳城镇东北路555号 四川农业大学农学院, Tel: 0835-2882320, E-mail: keyp169@163.com。

收稿日期:2010-12-01, **修回日期:**2010-12-21。

研究起步较晚,其中四川农业大学玉米所研究较多。曹墨菊等^[5]在对航天诱变对玉米搭载材料影响的研究中发现在诱变当代就表现出差异,在随后的自交一、二代表现出分离,而且不同材料其受影响程度不同;之后又发现航天诱变可以改变自交系的配合力^[6]。随后曾孟潜等^[7]和李玉玲等^[8]在研究中都发现经航天处理的普通玉米其后代植株性状如株高、穗位高等均会出现双向变异,其变幅和变异系数较大,而且李玉玲等^[8]还发现各农艺性状间的相关性也有所变化。邱正高等^[9]和陈永欣等^[10]在糯玉米的航天诱变效应研究中也发现植株性状会产生多向变异。刘梅等^[11]对航天诱变5个不同类型玉米自交系SP₁的研究发现,穗长表现出双向变化,其中‘沈甜03-1’的变化最大;行粒数极差相差最大的为两个甜玉米;穗粒重出现一些差异,‘沈农98-303’处理中有17个果穗的穗粒重值超出对照最大穗粒重值;穗行数和百粒重变化较小,百粒重多表现为正向变化。四川农业大学玉米所在2009年以R08为母本,以21-ES为基础材料经卫星搭载处理选育的新玉米自交系SCML104为父本,组配的‘川单428’通过了四川省玉米品种审定。而其余诱变材料的应用则未见报道。此课题组在2006年利用“实践8号”卫星搭载处理了3个玉米自交系种子,并经过连续的两代自交筛选到了一批SP₃诱变株系。此研究旨在对航天搭载的3个玉米自交系SP₃株系在主要性状上的变异与地面同源对照种子进行对比研究,以发现其变异规律,为其后代的选育和研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

K305、K169和698-3 3个玉米自交系,其中K305、K169由四川农业大学农学院选育,698-3由四川省农科院作物研究所选育。随机选取3个玉米自交系种子各2×30粒,一份留作对照(SP-CK),另外一份搭载于

“实践八号”育种卫星上做空间诱变处理(SP)。将回收的SP₀种子连续套袋自交,得到SP₂果穗。

1.2 试验设计

2008年4月,将选择的部分SP₂果穗在四川雅安大兴镇的试验基地种植成SP₃株系,每穗种植2行,行长3.5 m,行宽80 cm,窝距50 cm,每窝2株,共28株;K305、K169和698-3的株系个数(含对照株系)分别为32、47、45个,对照株系为海南加代的对照混粉种子,间比法种植。最后自交得118个诱变系,其相应的株系数分别为32、44、42个。

1.3 测定指标及方法

田间考察性状有生育期,株型性状株高、穗位高和单株叶面积,雄穗长和雄穗分枝数;室内考察果穗性状穗长和穗行数,除果穗性状每个株系考察7株外,其余性状均全部考察。单株叶面积测定用第8叶快速测定法^[12],其余性状调查参照国家玉米区域试验记载标准进行。

1.4 数据处理与分析

按明道绪^[13]介绍的方法对航天诱变后代主要性状的变化与对照进行对比分析,比较其变异幅度、变异系数和平均值差异,并对性状平均值进行差异显著性测验。

2 结果与分析

2.1 生育期

将3个玉米自交系SP₃株系生育期的变异结果列于表1。从表1可以看出,K305的SP₃株系各指标总体均值均极显著大于对照;K169的出苗到吐丝天数和出苗到散粉天数也极显著大于对照;而698-3的出苗到吐丝天数和出苗到散粉天数则极显著小于对照。从SP₃代各株系的表现来看,K305的株系则全部表现为生育期延长;K169和698-3的株系均发生双向变异,其中K169以生育期延长的株系为主,比例占52.17%;而698-3则以生育期缩短的株系为主,比例占60.47%。

表1 SP₃生育期的变异

自交系	生育期	对照均值/d	SP ₃ 株系均值/d	SP ₃ 株系变异范围/d	大于对照株系频率/%	小于对照株系频率/%
K305	抽雄天数	58.0	62.2±1.15**	60~64	100.0	0.0
	吐丝天数	60.0	65.1±1.63**	62~67	100.0	0.0
	散粉天数	62.0	64.8±1.17**	63~67	100.0	0.0
K169	抽雄天数	66.0	66.1±1.87	58~68	52.17	32.61
	吐丝天数	66.0	68.7±2.37**	60~73	93.48	4.35
	散粉天数	67.0	68.2±1.91**	62~71	63.04	15.22
698-3	抽雄天数	68.0	66.6±1.73	64~70	11.63	62.79
	吐丝天数	71.0	70.1±2.33**	66~74	32.56	46.51
	散粉天数	70.0	68.9±2.02**	66~73	20.93	60.47

注:**表示达1%显著水平;*表示达5%显著水平;下同。

这说明经过航天诱变处理后SP₃株系的生育期发生较大的变异,扩大了变异谱,拓宽了选择范围,但不同材料变异方向有差异,应针对变异特点对其进行选择。

2.2 主要株型性状

将3个玉米自交系SP₃株系主要株型性状的变异结果列于表2。从表2可以看出,K305的SP₃株系各性状和K169的株高其总体均值均显著或极显著小于相应对照。从SP₃各株系的表现来看,3个自交系的株系均表现出双向变异,除K169和698-3的穗位高相近或大于外,其余性状均表现出平均值显著大于对照的SP₃株系频率低于平均值显著小于对照的SP₃株系频率。3个性状的平均值与对照的差异达到显著水平的株系数占总株系数的百分比,除K169的株高及K305的株高和穗位高达到60%外,3个玉米自交系其余各项均在40%~60%,这说明经过航天诱变处理后SP₃株系的株高、穗位高和叶面积发生较大的变异,扩大了变异谱,拓宽了选择范围,但不同材料变异方向有差异,主要变异特点偏向于植株变矮,叶面积变小。

2.3 主要雄穗性状

将3个玉米自交系SP₃株系主要雄穗性状的变异结果列于表3。从表3可以看出,K305的SP₃株系雄穗长总体均值极显著大于对照,雄穗分枝数也极显著多于对照;698-3的雄穗分枝数也极显著大于对照。从SP₃各株系的表现来看,除K305的雄穗分枝数外,其余性状均出现双向变异,但显著差异于对照的株系频率

表现差异较大,K305偏雄穗变长和雄穗分枝数增多的方向变异,并且显著差异于对照雄穗长的株系比例高达93.5%,K169的雄穗长平均值显著大于对照的株系频率低于小于对照的株系频率,而雄穗分枝数则相反;698-3的雄穗长仅有显著大于对照的株系,并且频率很低,仅为2.3%,雄穗分枝数也只有显著大于对照的株系,但频率达55.8%。这说明经过航天诱变处理SP₃株系的雄穗长和雄穗分枝数出现变异,变异谱扩大,拓宽了选择范围,但不同自交系同一性状以及同一自交系不同性状的表现差异较大,应根据育种目标选择适合的诱变材料。

2.4 主要果穗性状

将3个玉米自交系SP₃株系主要果穗性状的变异结果列于表4。从表4可以看出,仅698-3的SP₃株系性状均未达到显著差异。从SP₃各株系的表现来看,3个自交系的株系均出现双向变异,但与对照存在差异达到显著水平的株系较少,尤其是K305的穗长以及698-3的穗长和穗行均没有,而K169的穗长最多,也仅有不到24%。这说明航天诱变处理能引发SP₃株系的穗长和穗行数发生双向变异,扩大变异谱,拓宽选择范围,但其诱变效果较小。

3 结论

航天诱变后代SP₃株系的多数性状均产生了丰富的变异,为选择不同类型的种质材料提供了物质基础,这与有关航天玉米诱变的研究结果相一致^[5,9-10,14]。其

表2 SP₃代主要株型性状的变异

自交系	株型性状	对照均值±标准误	SP ₃ 株系均值±标准误	SP ₃ 株系变异范围	显著大于对照株系频率/%	显著小于对照株系频率/%
K305	株高/cm	222.3±11.09	217.1±8.84*	195.0~232.4	12.9	54.8
	穗位高/cm	62.9±7.72	57.0±5.56**	47.7~68.1	3.2	58.1
	叶面积/m ²	0.740±0.065	0.704±0.057*	0.582~0.822	12.9	38.7
K169	株高/cm	203.3±13.22	195.1±9.69**	173.8~212.2	6.52	54.4
	穗位高/cm	71.9±8.97	70.3±6.83	50.4~81.2	21.7	21.7
	叶面积/m ²	0.711±0.085	0.681±0.073	0.488~0.806	17.4	39.1
698-3	株高/cm	195.9±15.77	192.5±12.81	152.1~220.8	11.6	30.2
	穗位高/cm	68.0±11.05	71.0±8.59	47.9~88.9	41.9	14.0
	叶面积/m ²	0.675±0.079	0.659±0.077	0.411~0.801	18.6	23.3

表3 SP₃代主要雄穗性状的变异

自交系	雄穗形状	对照均值±标准误	SP ₃ 株系均值±标准误	SP ₃ 株系变异范围	显著大于对照株系频率/%	显著小于对照株系频率/%
K305	雄穗长/cm	36.68±2.86	39.76±1.61**	34.80~42.78	90.3	3.2
	雄穗分枝数	6.00±1.98	7.73±0.92**	6.41~9.74	67.7	0.0
K169	雄穗长/cm	32.05±3.58	30.84±2.41	27.88~42.88	2.2	41.3
	雄穗分枝数	7.14±1.32	7.62±1.16	4.58~12.04	17.4	6.5
698-3	雄穗长/cm	30.80±3.52	30.02±1.11	27.62~33.32	0.0	2.3
	雄穗分枝数	4.90±0.99	6.07±1.28**	4.45~10.36	55.8	0.0

表4 SP₃代主要果穗性状的变异

自交系	果穗性状	对照均值±标准误	SP ₃ 株系均值±标准误	SP ₃ 株系变异范围	显著大于对照株系频率/%	显著小于对照株系频率/%
K305	穗长/cm	16.93±1.10	17.77±1.22	14.86~20.36	0.0	0.0
	穗行数	17.10±1.57	16.74±0.90	14.00~18.29	0.0	3.2
K169	穗长/cm	15.64±0.48	15.24±1.22	12.21~20.21	17.4	6.5
	穗行数	14.60±0.98	14.87±0.70	13.14~15.71	6.5	2.2
698-3	穗长/cm	16.86±0.94	15.79±1.12	12.93~18.14	0.0	0.0
	穗行数	16.30±1.80	16.55±0.76	15.14~18.00	0.0	0.0

中,3个自交系诱变株系的株型性状均表现出双向变异,但主要变异特点偏向于植株变矮,叶面积变小,因此利于选择矮秆叶疏的变异材料;果穗性状方面,3个自交系的诱变株系变异较小,K169株系的穗长显著变异最多,也仅有不到24%,因此,对其选择的意义不大。就生育期而言,K305株系各指标总体均值均极显著大于对照,而且全部表现为生育期延长,只能从中选择晚熟的材料;K169的出苗到吐丝天数和出苗到散粉天数也极显著大于对照,以生育期延长的株系为主,比例占52.17%,利于选择晚熟的材料;而698-3的出苗到吐丝天数和出苗到散粉天数则极显著小于对照,以生育期缩短的株系为主,比例占60.47%,利于选择早熟的材料。雄穗性状方面,除K305的雄穗分枝数外,其余性状均出现双向变异,但与对照差异显著的株系频率表现相差较大,K305利于选择偏雄穗变长和雄穗分枝数增多的方向变异,并且显著差异于对照雄穗长的株系比例高达93.5%,K169则利于选择雄穗变短而雄穗分枝数增多的变异材料;698-3的雄穗长变异频率仅为2.3%,只能选择雄穗分枝数增多的变异材料。由此可见,航天搭载处理对不同材料不同性状的诱变效果差异较大,应根据具体的育种目标选择适合的诱变材料,从中选择有利的变异。

4 讨论

此研究在诱变株系中发现了一些特殊的突变材料,如K305诱变株系53,叶面积比对照增大16.3%,雄穗分枝9.1个,多出对照16.7%;K169诱变株系99为矮秆材料等,而且对其进行的分子标记分析也发现这些诱变材料的基因位点确实发生了突变,从而形成了具有某些特殊农艺性状的遗传稳定的诱变系。这表明航天搭载处理确实可以打破基因连锁,提高基因交换和基因重组的几率,从而改变诱变材料的遗传基础^[15-17]。随后笔者将选择有利用价值的株系进行应用价值评价,分析其配合力的变化,为其利用和育种工作奠定基础。此外,研究还发现除对照外,K169的全部诱变株系均表现出了穗腐病,这与其他研究中只是发现个别

感病现象不同^[14],可能是此次航天搭载过程中某个或某些因素直接导致K169种子中的穗腐病基因发生改变。因此搭载时间、飞行高度以及宇宙中一些突发事件都可能对诱变效果产生影响。

参考文献

- [1] 李桂花,张衍荣,曹健.农业空间诱变育种研究进展[J].长江蔬菜,2003(12):33-36.
- [2] Slater J V, Tobias C A. Effects of Cosmic Radiation on Seeds Differentiation and Development[J]. Radiation Research,1963,19: 218.
- [3] 赵琦.地外植物学与空间利用[J].植物学通报,1995,12(2):15-18.
- [4] Peterson D D, Benton E V, Tran M, et al. Biological Effects of High-LET Particles on Corn seed Embryos in the Apollo-Soyuz Test Project-Biostack III Experiment[J]. Lift Science and Space Research,1977,(XV)-151-155.
- [5] 曹墨菊,荣廷昭,潘光堂.空间条件对玉米主要农艺性状的影响[J].中国农学通报,2000,16(2):14-16.
- [6] 曹墨菊,荣廷昭.空间条件对玉米自交系S37的诱变效应[J].中国农学通报,2001,17(1):1-3.
- [7] 曾孟潜,曾智,吉海莲.空间特殊环境诱致玉米突体的分析[J].中国空间科学技术,2003,6:64-68.
- [8] 李玉玲,牛素贞,余永亮,等.空间条件对玉米自交系主要农艺性状的影响[J].中国农学通报,2005,21(8):158-161.
- [9] 邱正高,杨华,祁志云,等.航天诱变处理玉米自交系研究简报[J].南方农业,2008,2(7):1-4.
- [10] 陈永欣,翟广谦,韩永明,等.糯玉米航天搭载试验初报[J].山西农业科学,2008,36(11):47-49.
- [11] 刘梅,史振声.卫星搭载处理对玉米SP1代诱变效应研究[J].玉米科学,2009,17(3):51-54.
- [12] 吴绍骥.玉米栽培生理[M].上海:上海科学技术出版社,1980.
- [13] 明道绪.高级生物统计[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [14] 阴卫军,王丽丽,周驻华,等.玉米自交系的空间诱变选育与应用[J].山东农业科学,2009,12:28-32.
- [15] 宋美珍,喻树迅,范术丽.棉花航天诱变的农艺性状变化及突变体的多态性分析[J].中国农业科技导报,2007,9(2):30-37.
- [16] 蒲志刚,张志勇,郑家奎.水稻空间诱变的遗传变异及突变体的 AFLP 分子标记[J].核农学报,2006,20(6):486-489.
- [17] 周桂元,洪彦彬,林坤耀.花生空间诱变及 SSR 标记遗传多态性分析[J].中国油料作物学报,2007,29(3):238-241.