

水稻卫星搭载突变性状考察和品系选育

王 慧, 陈志强, 张建国

(华南农业大学 农学院, 广东 广州 510642)

摘要: 利用我国返回式卫星搭载水稻品种“特粘占 13”种子, 回收后经多代的种植选择, 选育出性状稳定的 13 个突变品系进行主要经济性状考察, 结果表明: 空间诱变突变品系的多个性状都发生了不同程度的变异, 其中谷粒长宽比、穗长、穗粒数、小区产量等性状, 品系间变异达到显著和极显著水平. 讨论了水稻空间诱变性状变异改良的有效性, 并从参试空间诱变突变品系中选育出多个性状同时产生突变得到改良的优质高产新品系.

关键词: 水稻; 卫星搭载; 突变品系; 性状考察

中图分类号: S335

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)04-0005-04

20 世纪 80 年代末期以来, 我国多次利用返回式卫星、高空气球以及飞船等航天器搭载植物种子进行空间诱变处理, 通过空间环境条件的作用, 诱导植物(作)物性状产生遗传变异, 从而选育新品种, 为农作物育种开创了一条新的育种途径. 目前, 在水稻、小麦、番茄、甜椒、白莲等(植)物已先后通过空间诱变途径选育出一批在熟期、产量以及品质性状上有明显改良的新品种(系)^[1-9]. 本研究利用返回式卫星搭载水稻品种“特粘占 13”干种子, 返回地面后, 经多年多代的种植和选择, 选育出一批优良突变体. 本文主要报道 13 个性状已稳定的突变新品系的性状变异研究, 希望为今后水稻空间诱变育种提供性状改良目标选择的参考, 并从中选育出能供生产上应用的水稻新品种(系).

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为广东省当家水稻品种“特粘占 13”干种子经我国返回式卫星搭载空间运行 15 d 后, 于地

面种植, 经多代考察选择后性状已趋稳定的 13 个突变品系, 及原种“特粘占 13”作为对照.

1.2 方法

按随机区组设计田间试验, 3 次重复, 每小区种植 84 株, 插植规格 20 cm×20 cm, 单株植. 常规栽培管理. 对主要经济性状分别进行田间调查和室内考种, 调查数据采用 SAS 系统进行方差分析.

2 结果与分析

2.1 方差分析

从参试突变品系性状方差分析结果(表 1)可以看到, 除了谷粒长性状外, 其余性状均表现差异显著和极显著水平, 说明通过空间诱变后, 这些性状均产生不同程度的变异, 且通过多代人工选择是有效的. 依方差分析结果各性状变异大小顺序为: 谷粒长宽比、穗长、谷粒宽、穗粒数、小区产量、株高、千粒质量、结实率和有效穗数. 而谷粒长性状 F 值未达到显著水平, 说明粒长性状变化不大.

表 1 性状变异方差分析¹⁾

Tab. 1 Variance values of characters

变异来源	株高	有效穗数	穗长	穗粒数	结实率	千粒质量	谷粒长	谷粒宽	谷粒长宽比	小区产量
source of variance	plant height	tillers/plant	panicle length	grains/panicle	filled grain percent	1 000-grain mass	grain length	grain width	grain length width rate	plot yield
品系间差异	25.19	0.91	1.86	359.8	92.6	7.82	0.053	0.071	0.211	0.34
lines factor										
误差 error	6.29	0.35	0.276	72.2	32.5	2.59	0.042	0.012	0.011	0.075
F	4.01 **	2.59 *	6.75 **	4.98 **	2.85 *	3.01 *	1.26	5.89 **	18.00 **	4.51 **

1) $\nu=13$, $F_{0.05}=2.58$, $F_{0.01}=3.91$

收稿日期: 2003-07-18

作者简介: 王 慧(1965-), 女, 助理研究员, 硕士, 通讯作者; 陈志强(1956-), 男, 教授.

基金项目: 国家 863 项目(2001AA241012 和 2002AA241011); 广东省自然科学基金(010353); 广东省重大科技专项(2001A2010301)资助项目

2.2 性状变异分析

从表2可以看出参试的13个突变品系10个主要经济性状,与对照原种“特籼占13”比较,除了谷粒长性状总体上与对照较为接近外,其余性状均呈现不同程度的变异,甚至达极显著水平。

2.2.1 株高 品系间株高的变异达到极显著水平。与原种对照相比,株高矮化的有8个品系,其中H7品系平均株高为106.5 cm,比原种的112.5 cm降低了6.0 cm,达到显著水平;有5个品系株高变高,其中H5和H13突变品系达到显著水平,分别比对照高5.1和6.2 cm。

2.2.2 有效穗数 有效穗数变异,除了H7品系外,其他12个突变品系均朝增加穗数的方向发生变异,其中H5品系平均有效穗数达7.2穗,比对照(5.0穗),提高了44.0%,而且突变品系内变异系数都比较大,最大的达到40.06%(H13),说明空间诱变对有效穗数改良是有效的,而且即使高代突变品系,针对穗数继续在品系内筛选是有效的。

2.2.3 穗长和穗粒数 参试突变品系穗长的变异主要朝着变短的方向发展。从表2可看出,只有H12品系的穗长(23.41 cm)比对照的(22.53 cm)略有增长,但未达到显著水平;而穗长变短达显著水平以上的品系有10个,穗长最短的H6比对照短2.39 cm,降幅达10.61%。

穗粒数主要为正向变异,比对照明显增多的有H3、H5、H8、H9品系,其中最多的是H3,其穗粒数达221.4粒/穗,增幅21.38%。有3个品系的穗粒数减少,但降幅较低(最大降幅为4.39%)未达到显著水平。

综合穗长和穗粒数2个性状的变异可以看出,通过空间诱变,虽然穗长变短,但由于穗粒数增加,实际上提高了穗的着粒密度。参试突变品系中有11个品系着粒密度均比对照大,其中H3和H5着粒密度分别达10.53和10.19粒/cm,比对照8.48粒/cm显著增多。说明通过空间诱变有利选育密粒大穗型突变体。

2.2.4 结实率 结实率的变异既有正向的又有负向的。正向变异的有9个品系,其中H3和H11的结实率分别为84.2%和88.4%,比对照(74.8%)显著提高;而H5结实率只有61.8%,比对照明显下降。

2.2.5 谷粒长、谷粒宽、谷粒长宽比 参试品系谷粒长品系间和品系内的变异不明显,虽然实际平均值有10个品系谷粒长比对照短,3个品系比对照长,但

都没达到显著水平。值得注意的是,各突变品系的谷粒宽都比对对照明显减少,参试13个品系,有11个品系谷粒宽变细达到极显著水平,其中H5和H12品系分别为2.21和2.05 mm,比对照(2.60 mm)降幅分别达15.0%和21.15%。

突变品系间谷粒长宽比的差异达到极显著水平(表1)。从表2也可以看到,除了H9品系的谷粒长宽比比对照小以外,其他12个品系的谷粒长宽比均比对照大,其中H5、H12和H13等3个品系谷粒长宽比分别达到4.29、4.46和4.03,达极显著水平。说明通过空间诱变,对改良水稻的外观品质(选育细长型丝苗米)是有效的。

2.2.6 千粒质量 参试13个突变品系千粒质量均比对照(22.91 g)小,其中H1、H2、H5、H8、H9、H10和H12等7个品系千粒质量均在21 g以下,降幅达显著水平。千粒质量显著变小的原因主要是谷粒宽显著变小所致。

2.2.7 小区产量 本试验的小区产量为3次重复实割平均产量,因此能真实地反映各品系本身产量构成因素如有效穗数、穗粒数、结实率、千粒质量的综合表现。参试突变品系试验小区的平均产量,除H5品系外均比对照增产,达到显著水平的品系有5个,其中H11和H13品系比对照的每小区(2 kg),分别增产0.60和0.50 kg,增幅分别达30.0%和25.00%,增产达到了极显著水平。

2.3 优良品系(种)选育与优质种质筛选

从参试13个突变品系考察的10个性状可以看到,多数品系与对照相比较,均有几个性状表现出明显的变异,而且在多代的人工选择作用下,均表现出与育种目标的改良方向相符合。绝大部分突变品系表现出一个共同的特点是谷粒长宽比变大(变得更细长),千粒质量变小,但产量提高。通过空间诱变获得的这种性状改良结果,与近年来广东乃至南方地区市场及生产上对细长丝苗型优质高产新品种的迫切需求无疑是相吻合的。表现突出的新品系H11在加大谷粒长宽比、外观品质得到进一步改良的基础上,通过明显增加有效穗数,显著地提高结实率,使产量水平显著提高(表2),该品系定名为“华航一号”。“华航一号”第一年参加广东省优质谷组区试,产量列参试所有品种的第一名;2001年通过广东省品种审定,并在广东及华南稻区开始大面积应用推广。

表 2 “特粳占 13” 空间诱变突变品系主要经济性状表现¹⁾

Tab. 2 “Texianzhan 13” space mutant lines characters express

品系编号 lines No.	株高 plant height / cm	有效穗数 tilers per plant	穗长 panicle length / cm	穗粒数 grains per panicle	结实率 filled grains percent / %	千粒质量 1 000 gain mass / g	谷粒长 grain length / cm	谷粒宽 grain width / cm	谷粒长宽比 grain length width rate	小区产量 plot yield / kg
H1	109.7(4.06)	6.5*(26.40)	20.2**(5.05)	198.2(18.29)	80.4*(12.77)	20.5*(9.38)	0.842(3.44)	0.236**(4.81)	3.56(4.81)	2.15(3.29)
H2	108.3(3.99)	5.7(20.34)	20.15*(7.87)	184.9(16.56)	79.3(9.91)	20.21*(6.23)	0.828(4.33)	0.231**(7.20)	3.61(6.84)	2.3*(1.49)
H3	109.8(3.84)	5.2(19.86)	21.0*(6.17)	221.4**(10.31)	84.2*(7.59)	20.95(7.62)	0.831(2.57)	0.233**(4.07)	3.56(5.33)	2.15(0.00)
H4	111.3(3.86)	5.8(22.70)	20.23**(4.10)	196.1(12.17)	72.1(13.89)	20.87(8.34)	0.839(3.00)	0.222**(4.66)	3.80**(6.33)	2.28(10.88)
H5	117.6*(3.29)	7.2*(17.07)	21.4(6.19)	220.3**(30.44)	61.8*(17.61)	20.42*(6.60)	0.946(2.18)	0.221**(4.98)	4.29**(5.65)	2.00(3.54)
H6	113.3(3.90)	6.0*(20.79)	20.14**(3.49)	191.4(12.38)	77.8(13.16)	21.0(7.46)	0.854(3.37)	0.230**(6.15)	3.73(7.15)	2.28(4.66)
H7	106.5*(4.20)	5.0(31.27)	20.45**(5.35)	197.9(16.32)	79.8(22.73)	21.13(3.71)	0.848(2.41)	0.239*(5.33)	3.55(7.30)	2.18(1.63)
H8	113.1(2.93)	5.5(27.44)	21.3*(5.01)	213.2**(17.66)	81.5*(10.57)	20.46*(6.78)	0.863(1.45)	0.236**(6.06)	3.66(6.84)	2.2(3.21)
H9	107.1(5.31)	5.6(29.40)	20.55*(5.77)	201.0*(20.24)	73.7(16.70)	20.21*(4.72)	0.831(3.13)	0.245(4.81)	3.38(4.99)	2.25(6.29)
H10	110.4(6.49)	5.6(27.17)	20.58*(5.56)	189.0(13.78)	77.4(16.22)	20.11*(4.79)	0.849(3.26)	0.235**(6.10)	3.62(7.34)	2.3*(1.52)
H11	110.7(2.92)	5.5(24.62)	20.81**(3.30)	181.6(8.94)	88.4*(5.92)	21.80(3.62)	0.839(4.59)	0.234**(5.02)	3.56(8.00)	2.60**(8.16)
H12	113.8(3.51)	6.0*(34.25)	23.4(7.81)	175.8(18.24)	76.5(17.02)	20.34*(16.11)	0.912(4.47)	0.205**(5.75)	4.46**(6.70)	2.35*(9.03)
H13	118.7*(7.17)	6.0*(40.06)	21.64(7.33)	174.4(24.13)	74.8(20.66)	21.44(10.08)	0.929(2.29)	0.231**(6.27)	4.03**(6.83)	2.30**(4.12)
CK	112.5(2.06)	5.0(29.81)	22.53(9.63)	182.4(15.74)	74.8(24.08)	22.91(3.40)	0.898(3.05)	0.250(6.01)	3.46(6.42)	2.00(2.86)

1) 括号内数据为变异系数(%)

参试品系 H12、H13 和 H5 谷粒长宽比分别达到 4.46、4.03 和 4.29, 外观品质得到显著改良, 而且有效穗数也显著增加, 其中 H12 和 H13 小区平均产量比对照增产达显著和极显著水平(表 2), 这几个品系不但有可能育成优质高产的新品种, 同时, 作为外观品质得到显著改良的优质种质资源, 应用于其他育种计划, 对促进优质育种意义很大。

3 结论

利用太空特殊的环境(空间宇宙射线、微重力、高真空、弱磁场等因素)来诱导农作物性状产生变异, 进而通过地面种植、观察筛选培育出农作物新品种, 这已为近十几年来粮、油、瓜、菜等作物的空间诱变研究结果所证实^[2~14]。本研究利用我国返回式卫星搭载水稻品种“特粳占 13”干种子, 返回地面后, 经多年多代选择, 筛选出一批优质高产突变品系, 其中 H11 表现出矮化、多穗、优质且显著增产, 定名为“华航一号”, 且已通过省级品种审定, 并大面积生产应用, 进一步证明空间诱变是水稻育种的一条新的有效的育种技术途径。

从参试 13 个突变品系 10 个主要经济性状的表现可以看到, 通过空间诱变, 性状变异呈现以下几个特点: (1)空间环境因素对性状的诱变有正向和负向作用, 不同的性状诱变效果不一样; (2)这些经空间诱变的性状变异, 通过多代的人工选择, 诱变的性状不单能稳定遗传, 而且与育种的改良目标相一致;

(3)单一空间诱变突变品系, 能同时出现多个符合育种目标的性状变异, 这说明通过空间诱变这一新的技术途径, 改良和培育综合性状优良的水稻新品种是有效的; 而且还能从中筛选出性状改良独特的特异种质资源。

从本研究的结果看, 谷粒宽性状的诱变效果最明显, 参试突变品系谷粒宽明显变细变小, 可见, 通过空间诱变, 改良稻米的外观品质, 培育符合市场需求的细长型丝苗米优质稻新品种有明显效果。而从穗粒数、有效穗数和结实率等性状的变异结果可以说明, 通过空间诱变选育大穗多粒、有效穗数多、高结实率的新品种也是有效的。

参考文献:

[1] 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(增刊): 77-82.

[2] 徐建龙. 空间诱变因素对不同粳稻基因型的生物学效应研究[J]. 核农学报, 2000, 14(1): 56-60.

[3] 吴殿星, 舒庆尧, 夏英武. 空间技术诱发的水稻早熟突变系的品质性状变异[J]. 核农学报, 2000, 14(6): 342-346.

[4] 李源祥, 蒋兴村, 李金国, 等. 水稻空间诱变性状变异及育种研究[J]. 江西农业学报, 2000, 12(2): 17-23.

[5] 方金梁, 曾国基, 李九如, 等. 选育高蛋白超高产水稻新品种[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 157.

[6] 李群, 顾瑞琦. 卫星搭载选育小麦抗赤霉病突变体[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 98-102.

- [7] 郭亚华, 邓立平, 张军民, 等. 空间条件对番茄诱变遗传的影响[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 162—163.
- [8] 邓立平, 郭亚华, 张军民, 等. 空间诱变在甜椒育种中的作用[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 125—131.
- [9] 刘光亮, 谢克强, 李本信, 等. 卫星搭载对白莲后代的遗传变异[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 159.
- [10] 施巾帼, 范庆霞, 王琳清, 等. 太空环境诱发红小豆大粒突变[J]. 核农学报, 2000, 14(2): 93—98.
- [11] 王 斌, 李金国, 邱 芳, 等. 绿豆空间诱变育种及其分子生物学分析[J]. 空间科学学报, 1996, 16(增刊): 121—124.
- [12] LI J, WANG P S, HAN D, et al. Mutation effect of high altitude balloon flight on rice and green pepper seeds[J]. Space Medicine and Medical Engineering, 1997, 10(2): 79—83.

Characters Observation and Selection of Mutant Lines in *Oryza sativa* L. After Satellite Flight

WANG Hui, CHEN Zhi-qiang, ZHANG Jian-guo

(College of Agronomy, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The major characters variation of the 13 stable mutant lines from space mutation generations that dry seeds of rice variety Texianzhan 13 had been flown on a recoverable satellite for 15 days were observed and studied. The result showed that characters of these mutant lines had been mutated in different extent, such as grain length-width rate, panicle length, grains per panicle and yield etc., and significant and extreme significant difference were observed between mutant line and the original variety. The effectiveness of characters variation and improvement of rice by space mutation was discussed in this paper and new varieties with good quality and high yield were selected from mutant lines improved in more characters.

Key words: *Oryza sativa* L.; satellite flight; mutant line; character observation

【责任编辑 周志红】