

水稻空间诱变 SP₂ 代品质性状变异分析

郭涛¹, 蔡金洋^{1,2}, 王慧¹, 刘永柱¹, 张建国¹, 陈志强¹

(1 华南农业大学 植物航天育种研究中心, 广东 广州 510642; 2 浙江省嘉兴市农业科学研究院, 浙江 嘉兴 314016)

摘要:对籼稻品种“籼小占”、“胜巴丝苗”经空间诱变后的 SP₂ 代单株进行了品质测定. 分析结果表明, 空间诱变可以有效地创造品质性状变异, 特别是降低直链淀粉含量, 提高胶稠度级别, 但对碱消值并未显著影响. 还对空间诱变水稻品质性状变异与育种关系进行了讨论.

关键词:水稻; 空间诱变; 品质变异

中图分类号: S335.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2007)04-0006-04

Variation Analysis on Grain Quality of SP₂ Generation by Space Mutation in *Oryza sativa*

GUO Tao¹, CAI Jin-yang^{1,2}, WANG Hui¹, LIU Yong-zhu¹, ZHANG Jian-guo¹, Chen Zhi-qiang¹

(1 Plant Space Breeding Research Center, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Jiaxing Academy of Agriculture Science of Zhejiang Province, Jiaxing 314016, China)

Abstract: The grain quality of SP₂ generation of two indica rice variety “Xianxiaozhan” and “Shengbasimiao” was studied. The results showed that the space mutation could improve the grain quality, especially, reduce amylose content and increase gelconsistency. But alkali spreading value was not obviously effected by space mutation. The relation of grain quality variation by space mutation and rice breeding was discussed.

Key words: *Oryza sativa*; space mutation; grain quality variance

水稻是我国第一大粮食作物, 占我国粮食总产量的40%左右, 其总产量与播种面积列世界第一、二位^[1]. 20世纪90年代以来, 稻谷总产量完全满足全国稻谷总需求量, 但品质低劣的问题十分突出^[2]. 2002年的统计表明, 在全国征集的1109份水稻样品中(其中审定品种919个), 达到国家《优质稻谷》三级标准的仅有118个, 占总数的12.6%^[3]. 稻米品质改良滞后已成为水稻生产制约因素, 加入WTO以来, 这一问题更为严峻, 因此, 品质改良是当前水稻育种主要目标. 目前稻米品质的主要问题是垩白米率高、垩白度高、整精米率低和食味差^[4], 要改良以上缺点, 除了传统的

育种手段外, 优异种质资源的发掘、创新和利用相当重要. 20世纪80年代后期, 我国开展空间诱变育种, 从诱变后代育成和创建了一大批新品种和新种质, 为我国的水稻生产做出了巨大贡献^[5]. 但由于品质性状的分析步骤繁琐, 且在诱变早代较难开展, 因此对空间诱变后水稻品质性状的变异情况及规律的研究极少见报道. 针对这一问题, 本研究选用籼稻品种“籼小占”、“胜巴丝苗”经返回式卫星搭载诱变处理, 在观察 SP₂ 代农艺性状变异的基础上, 重点对单株品质性状变异进行了分析, 旨在了解空间诱变水稻品质性状变异机理和在水稻品质改良上的可行性.

收稿日期: 2006-10-16

作者简介: 郭涛(1978—), 男, 研究实习员, 硕士; 通讯作者: 陈志强(1956—), 男, 教授, E-mail: chenlin@scau.edu.cn

基金项目: 国家863计划项目(2001AA241012和2002AA241011); 广东省科技计划项目(2001A2010301和2004A20107001);

广东省自然科学基金重点项目(010353)

1 材料与方法

1.1 试验材料

籼稻品种“籼小占”和“胜巴丝苗”,由华南农业大学农学院提供.将每个品种种子分成2份,1份于2003年10月搭载返回式卫星,1份作地面对照,每份种子1 000粒.2004年早造种植 SP₁ 代,成熟时,混收所有 SP₁ 植株的种子,2004年晚造按单株播种 SP₂ 代群体,为避免边际效应,以宽窄行的方式种植,同时设亲本对照.成熟时根据 SP₂ 代群体大小,以对照农艺性状(生育期、株高、穗数、穗粒数)为标准选择突变株,从“籼小占”SP₂ 群体中选择42株,“胜巴丝苗”SP₂ 群体中选择23株,单株收获、脱粒和编号,同时单株收获对照亲本10株.

1.2 测定方法

上述材料收获干燥后储藏3个月,然后按文献[6-7]分析测定稻米品质,测定的指标有长宽比、垩

白粒率、垩白度、直链淀粉含量(AAC)、碱消值(CT)、胶稠度(GC),共6项.数据用SPSS进行统计分析,差异的显著性测验采用 t 测验方法.

2 结果与分析

2.1 对照的品质性状

对照的品质性状见表1.根据《国家优质稻谷标准》,“籼小占”的6项测定指标中,长宽比、垩白粒率和垩白度3项指标达到国标一级,胶稠度为国标三级,碱消值达到了部颁标准一级,外观品质良好,但直链淀粉含量偏高(24.2%),未达到优质标准.“胜巴丝苗”有4项指标(长宽比、垩白粒率、垩白度、胶稠度)达到国标一级,碱消值为部颁标准一级,直链淀粉含量偏低(14.71%),未达优质标准.此外,对照品种垩白粒率、垩白度单株间的差异较大,其余性状单株间的变化很小,说明垩白粒率、垩白度受环境的影响较大,其余性状受环境的影响较小.

表1 对照的品质性状

Tab. 1 Grain quality of Xianxiaozhan and Shengbasimiao

品种 variety	长宽比 length width ratio	垩白粒率 chalky rice rate/%	垩白度 chalkiness/%	w(直链淀粉 amylase)/%	碱消值 gelatin- ization value	胶稠度 gel- consistency/mm
籼小占 Xianxiaozhan	3.358 ± 0.011	1.0 ± 0.364	0.106 1 ± 0.526	24.20 ± 0.020	6.15 ± 0.057 1	50.3 ± 0.037
胜巴丝苗 Shenbasimiao	3.514 ± 0.009	0.3 ± 1.502	0.026 6 ± 1.517	14.71 ± 0.001	6.00 ± 0.058 6	77.1 ± 0.015

2.2 突变单株外观品质变异情况

在 SP₂ 群体选出的变异单株中,相当一部分的籽粒外观性状有明显变化,如“籼小占”SP₂ 代所选42个单株中,谷粒长宽比的变幅为2.84~3.69,变异系数为0.046 1,与对照达到极显著差异的有13株,占30.95%,其中长宽比增大的有4株,减少的有9株;“胜巴丝苗”SP₂ 代所选23个单株中,谷粒长宽比的变幅为3.45~3.77,变异系数0.023 9,有21株与对照达到了极显著差异,占91.3%,其中长宽比增大的有17株,减少的有4株.经空间诱变后,长宽比变异以增大为主.“籼小占”突变单株垩白粒率、垩白度的变化幅度分别为0~11.5%(变异系数1.453 3)、0~4.59%(变异系数2.243 6),“胜巴丝苗”突变单株这2个性状的变化幅度为0~3%(变异系数0.816 4)、0~1.08%(变异系数2.545 3).

2.3 突变单株蒸煮品质变异情况

在“籼小占”诱变 SP₂ 代选出的42个单株中,直链淀粉质量分数变幅在15.71%~25.85%(变异系数0.098 6),与对照达到极显著差异的有25株,比例为

59.52%,其中直链淀粉含量降低的有23株(表2).在“胜巴丝苗”诱变 SP₂ 代所选23个单株中,该性状变幅为10.26%~15.84%(变异系数0.092 8),与对照达到极显著差异的有7株,占30.43%,其中直链淀粉含量降低的有4株(表3).经空间诱变后,直链淀粉变异以降低为主.

胶稠度和碱消值是蒸煮品质的另2项指标.“籼小占”突变单株胶稠度变幅为20.0~98.5 mm(变异系数0.351 6),与对照达到极显著差异的有37株,比例为88.1%,其中升高的有28株.“胜巴丝苗”突变单株胶稠度变幅为34.5~93.0 mm(变异系数0.191 0),有21株与对照达到了极显著差异,比例为91.3%,其中升高的有16株.经空间诱变后,胶稠度变异以升高为主.

“籼小占”突变单株碱消值变幅为2~7级(变异系数0.131 0),与对照达到极显著差异的有8株,比例为19.05%,其中升高的有4株.“胜巴丝苗”碱消值变幅6.00~6.58级(变异系数0.027 4),与对照均未达到显著差异.

表2 直链淀粉含量与对照达极显著差异的“籼小占”突变单株品质情况¹⁾

Tab. 2 Grain quality of Xianxiaozhan mutants with significant diversity with control

编号 no.	长宽比 length width ratio	垩白粒率 chalky rice rate/%	垩白度 chalkiness/%	碱消值 gelatinization value	w(直链淀粉) amylase)/%	胶稠度 gel consistency/mm
1	3.38	1.00	0.02	6.8*	20.74**	67.5**
2	3.26**	0.50	0.06	6.3	22.80**	65.5**
3	3.40	5.00	0.99	5.3**	24.99**	88.5**
4	3.34	0.00	0.00	6.9**	20.99**	21.0**
5	3.42*	10.50	3.72	6.2	20.52**	71.5**
6	3.25**	0.00	0.00	6.3	23.44**	75.0**
7	3.37	0.50	0.03	6.6*	21.51**	20.0**
8	2.84**	3.50	0.98	6.3	18.16**	75.0**
9	3.31*	2.00	0.27	6.4	22.67**	57.5**
10	3.30*	1.00	0.07	6.3	20.69**	67.5**
11	3.69**	8.00	0.71	6.2	15.71**	98.0**
12	3.33	1.50	0.06	7.0*	19.06**	24.5**
13	3.39	11.50	4.59	6.2	21.64**	98.5**
14	3.40	0.00	0.00	6.8*	22.97**	53.0*
15	3.41*	5.00	0.55	6.2	20.78**	86.5**
16	3.39	0.00	0.00	6.3	22.41**	48.5
17	2.85**	9.50	0.39	5.2**	21.77**	96.5**
18	3.44**	4.50	0.65	6.6*	19.53**	34.5**
19	3.32	0.00	0.00	6.4	20.69**	37.0**
20	3.31*	11.50	2.19	6.7*	25.55**	50.0
21	3.34	0.00	0.00	7.0**	20.61**	62.0**
22	3.37	1.00	0.06	2.0**	22.58**	32.5**
23	3.27**	0.00	0.00	6.0	22.20**	66.5**
24	3.47**	8.50	0.70	4.6**	20.61**	72.0**
25	3.36	1.00	0.06	6.2	23.10**	83.5**
对照 control	3.36	1.00	0.11	6.2	24.20	50.3

1) * 在 $P=0.05$ 水平下差异显著; ** 在 $P=0.01$ 水平下差异显著(t -测验)表3 直链淀粉含量与对照达极显著差异的“胜巴丝苗”突变单株品质情况¹⁾

Tab. 3 Grain quality of Shengbasimiao mutants with significant diversity with control

编号 no.	长宽比 length width ratio	垩白粒率 chalky rice rate/%	垩白度 chalkiness/%	碱消值 gelatinization value	w(直链淀粉) amylase)/%	胶稠度 gel consistency/mm
1	3.56**	0.00	0.00	6.6	15.45**	92.0**
2	3.67**	1.00	0.02	6.3	15.84**	92.5**
3	3.56**	1.00	0.02	6.1	15.63**	45.0**
4	3.65**	0.50	0.02	6.0	13.65**	64.5**
5	3.67**	2.50	0.15	6.0	13.39**	90.5**
6	3.47**	2.00	0.08	6.3	10.26**	93.0**
7	3.57**	2.00	0.13	6.1	13.91**	82.5**
对照 control	3.51	0.30	0.03	6.0	14.71	77.1

1) * 在 $P=0.05$ 水平下差异显著; ** 在 $P=0.01$ 水平下差异显著(t -测验)

3 讨论

空间诱变导致水稻农艺性状突变的研究已经开展了很多,但诱变后稻米品质性状的变化规律则极

少见报道.本研究对2个籼稻品种经空间诱变后 SP_2 代变异单株的品质变异情况的分析表明,在外观品质方面,诱变早代应侧重于粒型的选择,单株粒型出现了正向负向变异,以增大长宽比为主,有希望选出

符合要求的粒型;对垩白粒率和垩白度则应在高代形成品系后选择,因为这2个性状受环境的影响较大,早代不易判断变异的原因及幅度。吴关庭等^[8]的研究指出,早籼稻经辐射处理后,其后代粒型出现了正向负向变异,但变异不明显。

直链淀粉含量是稻米品质中最重要的理化指标,直接关系到米饭的食味。目前,我国籼稻特别是杂交稻品质低劣的一个重要原因就是直链淀粉含量过高^[9-10]。经空间诱变后,“籼小占”和“胜巴丝苗”SP₂代单株出现了丰富的直链淀粉变异,与对照达极显著差异的比例分别达到了59.52%和30.43%,并且变异以降低直链淀粉为主。在“胜巴丝苗”突变单株中,还发现直链淀粉含量很低(w 为10.26%)的个体,其胚乳外观半透明,有可能受 du 基因控制^[11-12],目前国内较少报道。鲍正发等^[13]的研究指出,籼稻品种9311经空间诱变后,SP₂代单株直链淀粉含量出现了高、低、糯3种类型的突变,与本研究相符。

经空间诱变后,突变单株的胶稠度出现了明显变化。“籼小占”、“胜巴丝苗”的突变单株中与对照达到了极显著差异的单株比例分别为88.1%、91.3%,并且变化以软胶稠度为主。前人研究表明,直链淀粉含量同胶稠度存在显著的负相关,低直链淀粉含量的稻米通常具有软胶稠度^[14]。本研究结果证明了这一观点,部分突变单株的直链淀粉含量降低,但胶稠度升高。“籼小占”、“胜巴丝苗”空间诱变后碱消值均未出现明显变化,鲍正发等^[13]的研究也指出,空间诱变后籼稻9311的糊化特性未发生变异。“籼小占”碱消值较高(6.15级),从其诱变后代选出一个低碱消值(2级)的个体,其应用有待进一步研究。

为了探讨突变性状的遗传稳定性问题,本研究进一步考察了SP₂单株与SP₃株系品质间的相关遗传力,结果表明,长宽比、碱消值、直链淀粉含量、胶稠度均达到了极显著的正相关,相关系数分别为0.589 8、0.313 9、0.902 6、0.242 7,说明这4个突变性状已基本稳定;而垩白粒率、垩白度遗传力均为负值,说明突变性状还未稳定,需要进一步进行选择(具体结果另行发表)。

研究结果表明,空间诱变可以有效创造各种类型

品质变异,特别是创造低直链淀粉、高胶稠度突变体。目前对特殊突变体进行遗传分析和分子生物学研究,将对阐明空间诱变稻米品质性状的变异机理,以及如何更好地利用这些优异种质资源提供理论依据。

参考文献:

- [1] 沈镇昭,梁书升. 中国农业年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2001:28-29.
- [2] 胡培松,翟虎渠,万建民,等. 中国水稻生产新特点与稻米品质改良[J]. 中国农业科技导报,2002,4(4):33-39.
- [3] 罗玉坤,朱智伟,金连登,等. 我国水稻品种的品质状况[J]. 中国农业,2002(5):15-16.
- [4] 杨益善,陈立云,徐耀武. 从稻米品质评价标准的变化看我国水稻品质育种的发展[J]. 杂交水稻,2004,19(3):5-10.
- [5] 郑家团,谢华安,王乌齐,等. 水稻航天诱变育种研究进展与应用前景[J]. 分子植物育种,2003,1(3):367-371.
- [6] 中华人民共和国农业部部颁标准 NY122-86. 优质食用稻米[S]. 北京:中华人民共和国农业部,1986.
- [7] 中华人民共和国农业部部颁标准 NH147-88. 米质测定方法[S]. 北京:中国标准出版社,1988.
- [8] 吴关庭,刘庆龙,王贤裕,等. 早籼突变体稻米品质变化的研究[J]. 核农学报,2002,16(6):342-346.
- [9] 黄华康,张卫清,林强. 籼型杂交稻米质现状及其遗传改良[J]. 福建农林大学学报:自然科学版,2002,31(2):155-159.
- [10] 陈建伟,吴东辉,陈文丰,等. 广东省新育成水稻品种米质分析[J]. 广东农业科学,2004(5):19-20.
- [11] SATOH H, OMURA T. New ednosperm mutants induced by chemical mutagens in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Jpn J Breed, 1981, 31: 316-326.
- [12] SATOH H, SUZUKI Y, HIRANO H Y, et al. Genetic analysis of low-anylose content rice variety “Milky Queen” [J]. Japan Breeding Research, 2001, 3: 13-19.
- [13] 鲍正发,段智英,赵海军,等. 空间诱变引起水稻9311的品质变异[J]. 核农学报,2004,18(4):272-275.
- [14] 阙绍楷. 稻米品质的鉴定与改良[J]. 国外农学:水稻,1981(3):113-123.

【责任编辑 李晓卉】