

赵一洲, 李正茂, 刘福才, 等. 粳稻盐粳 188 航天诱变 SP₂ 代的性状变异与选择[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 58–61.

粳稻盐粳 188 航天诱变 SP₂ 代的性状变异与选择

赵一洲¹, 李正茂², 刘福才¹, 路洪彪¹, 倪善君¹, 张 战¹, 李 鑫¹, 毛 艇¹

(1. 辽宁省盐碱地利用研究所, 辽宁盘锦 124010; 2. 延边大学, 吉林延吉 133002)

摘要:采用主成分分析、典型相关分析等方法, 以粳稻品种盐粳 188 经航天诱变后的 SP₂ 代单株为材料, 研究 SP₂ 代的性状变异与性状相关性。结果表明: SP₂ 代多数性状变异幅度大、突变频率高; 剑叶因子、株高因子、熟期因子是影响性状综合表现的主要因子, 并使后代群体出现多种类型变化和方向性分离; 生育期、株高、剑叶宽、剑叶长、穗弯曲度、千粒重的诱导遗传力较高, 每穗粒数、单株穗数、结实率的诱导遗传力较低; 高遗传力性状与低遗传力性状间关系密切, 剑叶宽、株高、生育期在高遗传力性状体系中起重要作用, 每穗粒数、单株穗数在低遗传力性状体系中起重要作用, 并构建了 2 个综合选择指数模型。

关键词: 粳稻; 盐粳 188; SP₂ 代; 性状; 变异; 选择

中图分类号: S511.2⁺20.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2013)06–0058–03

航天育种也称空间诱变育种, 是利用高空气球、返回式卫星、飞船等航天器将作物种子、组织、器官、生命个体搭载到宇宙空间, 利用宇宙空间特殊的环境诱变作用使生物基因产生变异, 再返回地面进行筛选, 培育出新品种、新材料的作物育种新技术。与常规育种相比, 航天育种有明显的优势和特点, 已成为我国农作物新品种选育的有效手段^[1]。水稻是我国主要粮食作物之一, 自 1988 年我国首次利用卫星搭载水稻种子以来, 先后获得了一批水稻新品种和优异的种质资源, 在科研和生产中得到应用, 取得较好成效^[2–3]。SP₂ 代是变异最大且能遗传的世代^[4], 也是性状选择最关键的世代。近年来, 研究者对水稻 SP₂ 代的遗传、变异进行了研究, 为水稻航天诱变遗传及育种奠定了良好基础。本研究通过对水稻品种盐粳 188 SP₂ 代的性状变异进行分析, 探讨 SP₂ 代性状的选择方法, 旨在为水稻航天育种材料筛选和品种选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为粳稻品种盐粳 188。将水稻种子分为 2 份, 1 份搭载返回式卫星, 1 份作地面对照 (CK)。

1.2 空间条件

水稻种子于 2005 年 8 月 2 日由我国第 21 颗返回式科学卫星搭载升空, 卫星起飞质量 3 900 kg, 距地球近地点 169 km, 远地点 547 km。卫星绕地球飞行周期 91.7 min, 倾角 63.0°, 于 2005 年 8 月 29 日降轨回收, 在太空运行 27 d。

1.3 田间试验及性状调查

回收后各世代诱变材料及对照均单株种植于辽宁省盐碱地利用研究所试验田, 行株距 30.0 cm × 13.3 cm。2006 年将 SP₁ 代单株全部移栽大田, 成熟时从 SP₁ 代各株取 1 穗混合脱粒。2007 年将其种植形成 SP₂ 代群体, 共栽植 2 000 株, 对照

栽植 500 株。从 SP₂ 代群体中随机选取 200 株, 对照随机选取 50 株进行性状调查。调查性状包括株高、剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度、单株穗数、每穗粒数、结实率、千粒重、生育期。在灌浆期田间测定植株的高度、剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度 (剑叶叶枕和穗尖的连线与茎秆延长线的夹角), 田间调查株系成熟期, 室内考种调查千粒重、单株穗数、每穗粒数、结实率。

1.4 统计分析

统计 SP₂ 代表型性状突变株, 计算突变频率^[5], 估算诱导变异遗传力 (h^2)。将各性状在对照平均值 ± 3 倍标准差范围以外的植株定为突变株。

$$\text{突变频率} = \text{突变株数} / \text{群体大小} \times 100\% \quad (1)$$

$$h^2 = (\delta_g^2 / \delta_{SP_2}^2) \times 100\% \quad (2)$$

$$\delta_g^2 = \delta_{SP_2}^2 - \delta_{CK}^2 \quad (3)$$

式中: δ_g^2 为诱变遗传方差; $\delta_{SP_2}^2$ 为诱导变异 SP₂ 的表型方差; δ_{CK}^2 为对照的表型方差, 用来估计环境方差^[6]。

用 Statistica 6.0 软件进行主成分分析和制作 3D 散点图, 用 SPSS 13.0 软件进行典型相关分析。

2 结果与分析

2.1 SP₂ 代性状变异及诱导遗传力分析

经航天诱变处理后的 SP₂ 代各性状均呈现连续变异。由表 1、表 2 可见, 经 t 测验, SP₂ 代与 CK 在生育期、株高、剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度、单株穗数、结实率等性状的差异达到显著或极显著水平。穗弯曲度、单株穗数、每穗粒数、剑叶长、剑叶宽变异系数较大, 剑叶宽、生育期、株高、穗弯曲度、剑叶长、千粒重突变率较高。生育期、株高、千粒重、剑叶长、穗弯曲度、剑叶宽诱导遗传力较高, 每穗粒数、单株穗数、结实率诱导遗传力较低。

2.2 SP₂ 代株系主成分分析

为了充分反映各性状在 SP₂ 代不同株系的综合表现, 对诱导遗传力较高的生育期、株高、剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度、千粒重等性状进行主成分分析 (PCA)。由表 3、表 4 可见, 第 1、2、3 主成分特征的根值大于 1, 累积贡献率达到 61.14%,

收稿日期: 2012–12–24

作者简介: 赵一洲 (1976—), 男, 广西博白人, 副研究员, 主要从事水稻育种研究。Tel: (0427) 2836101; E-mail: 13898702911@139.com。

表 1 SP₂ 代群体性状

项目	生育期 (d)	株高 (cm)	剑叶长 (cm)	剑叶宽 (cm)	穗弯曲度 (°)	千粒重 (g)	单株穗数 (个)	每穗粒数 (个)	结实率 (%)
CK	161.0±0.8**	100.7±1.6	20.0±1.5	1.8±0.1	18.8±4.4	26.6±0.5	11.4±2.1**	122.2±11.9	89.7±3.6**
SP ₂	159.1±2.0	102.0±3.5*	21.6±3.1**	1.9±0.2**	22.8±9.1**	26.8±1.0	9.9±2.9	119.8±17.9	87.2±5.0
SP ₂ 变幅	154.0~163.0	93.8~107.6	15.6~29.1	1.4~2.4	1.6~44.6	24.5~29.2	5.0~17.0	81.3~167.2	74.4~95.9

注：“*”“**”分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。下同。

表 2 SP₂ 代群体性状变异及诱导遗传力

性状	CV (%)	突变频率 (%)	诱导遗传力 (%)
生育期	1.24	19.5	81.79
株高	3.45	19.0	78.27
剑叶长	14.12	16.5	76.73
剑叶宽	12.63	21.5	73.22
穗弯曲度	39.87	16.5	76.31
千粒重	3.88	12.0	77.16
单株穗数	29.29	3.5	49.97
每穗粒数	14.97	4.5	56.02
结实率	5.68	6.0	48.24

因此这 3 个主成分可以较好代表 7 个性状的信息。第 1 主成分的特征向量绝对值以剑叶宽最大,其次是剑叶长;第 2 主成分的特征向量绝对值以株高最大,其次是千粒重、穗弯曲度;第 3 主成分的特征向量绝对值以生育期最大。因此,第 1、2、3 主成分可称为剑叶因子、株高因子、熟期因子。

表 3 SP₂ 代群体入选的特征根

主成分	特征根 (λ)	累积贡献率 (%)
第 1 主成分	1.479 1	24.65
第 2 主成分	1.180 1	44.32
第 3 主成分	1.009 3	61.14

表 4 SP₂ 代群体特征向量

分量来源	特征向量		
	第 1 主成分(α ₁)	第 2 主成分(α ₂)	第 3 主成分(α ₃)
生育期	0.223 3	-0.434 8	0.778 5
株高	-0.165 6	-0.626 0	-0.163 3
剑叶长	-0.751 4	0.015 5	0.410 4
剑叶宽	-0.829 1	-0.119 1	-0.020 7
穗弯曲度	-0.218 7	-0.461 9	-0.454 9
千粒重	-0.319 5	0.609 4	0.028 5

分别以 Z、X、Y 轴代表各株系第 1、2、3 主成分值,对 SP₂ 代群体进行主成分排序(图 1)。全部株系大致分为 3 个组

别,第 I、Ⅱ、Ⅲ组包括的品系数分别占全部株系总数的 45.0%、27.5%、27.5%。第 I 组第 1、2、3 主成分的范围分别在 -3.215 9~0.656 2、-0.986 8~3.092 4、-1.944 8~2.624 3;第Ⅱ组第 1、2、3 主成分值的范围分别为 -1.605 7~0.747 4、-2.921 1~-0.092 7、-2.958 4~1.650 3;第Ⅲ组第 1、2、3 主成分值的范围分别为 0.161 4~3.541 6、-1.879 0~2.641 1、-2.845 3~2.257 8。第 I 组品系的第 1、3 主成分值较小、第 2 主成分值较大;第Ⅱ组品系的第 2 主成分值较小、第 3 主成分值较大;第Ⅲ组品系的第 1 主成分值较大、第 2 主成分值较小。第 I 组品系性状表现为剑叶较长、较宽,千粒重较大,生育期较短;第Ⅱ组性状表现为植株较高、穗弯曲度较大、千粒重较小,生育期较长;第Ⅲ组性状表现为剑叶较短、较窄,植株较矮、穗弯曲度较小。

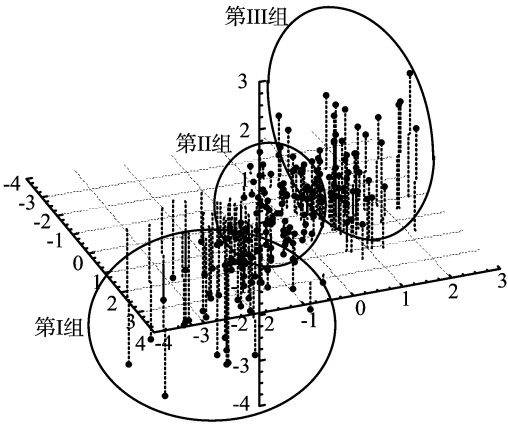


图 1 盐梗 188 的 SP₂ 代 PCA 排序

2.3 SP₂ 代性状间简单相关分析

由表 5 可以看出,在植株形态性状中只有剑叶长与剑叶宽的相关性达到极显著正相关;产量构成性状中只有单株穗数与每穗粒数、每穗粒数与结实率的相关性达到极显著负相关;在植株性状与产量性状中只有株高与单株穗数的相关性达到显著负相关,剑叶宽与每穗粒数的相关性达到显著正相关。

表 5 SP₂ 代性状间相关系数

性状	生育期	株高	剑叶长	剑叶宽	穗弯曲度	千粒重	单株穗数	每穗粒数
株高	0.054							
剑叶长	0.030	-0.024						
剑叶宽	-0.124	0.143	0.394**					
穗弯曲度	-0.009	0.062	0.041	0.098				
千粒重	-0.105	-0.071	0.109	0.088	-0.061			
单株穗数	0.150	-0.204*	0.023	-0.047	-0.089	0.060		
每穗粒数	-0.076	0.078	-0.022	0.235*	0.090	-0.151	-0.409**	
结实率	0.033	-0.027	0.099	-0.111	-0.078	-0.033	0.106	-0.269**

2.4 SP₂ 代不同性状组间典型相关分析

以生育期(X_1)、株高(X_2)、剑叶长(X_3)、剑叶宽(X_4)、穗弯曲度(X_5)、千粒重(X_6)组成高遗传力性状组,以单株穗数(X_7)、每穗粒数(X_8)、结实率(X_9)组成低遗传力性状组,进行 2 组间的典型相关分析。由表 6 可见,第 1、2 典型变量累积贡献率达到 87.56%,典型相关系数达到显著以上水平。

表 6 SP₂ 代不同性状组间的典型相关分析

变量组	特征值	贡献率 (%)	典型相关系数	变量结构
1	0.107	52.95	0.327 **	$u_1 = -0.169X_1 + 0.076X_2 - 0.429X_3 + 0.886X_4 + 0.205X_5 - 0.436X_6,$ $v_1 = -0.021X_7 + 0.914X_8 - 0.209X_9$
2	0.070	34.61	0.264 *	$u_2 = -0.594X_1 + 0.806X_2 + 0.195X_3 - 0.505X_4 + 0.186X_5 + 0.020X_6,$ $v_2 = -1.093X_7 - 0.433X_8 + 0.071X_9$

在典型相关分析中,通过线性结构变换可以构建以多个性状为目标的综合选择指数,达到间接改良多个性状的目的^[7-8]。由于第 1、2 典型相关性达到显著或极显著相关水平,由此构成的 2 个预测模型是有效的。由表 7、表 8 可见,当选择目标为每穗粒数较多、单株穗数较少、结实率较低时,其综合选择指数 $I_1 = -0.085X_1 + 0.022X_2 - 0.141X_3 + 3.637X_4 + 0.023X_5 - 0.420X_6$;当选择目标为单株穗数较多、每穗粒数较多、结实率较低时,其综合选择指数 $I_2 = 0.300X_1 - 0.229X_2 - 0.064X_3 + 2.074X_4 - 0.020X_5 - 0.020X_6$ 。

表 7 高遗传力性状组典型线性结构

性状	u_1	u_2
生育期(X_1)	-0.085	-0.300
株高(X_2)	0.022	0.229
剑叶长(X_3)	-0.141	0.064
剑叶宽(X_4)	3.637	-2.074
穗弯曲度(X_5)	0.023	0.020
千粒重(X_6)	-0.420	0.020

表 8 低遗传力性状组典型线性结构

性状	v_1	v_2
单株穗数(X_7)	-0.007	-0.377
每穗粒数(X_8)	0.051	-0.024
结实率(X_9)	-0.042	0.014

3 结论与讨论

3.1 盐粳 188 的 SP₂ 代后代性状变异特点

变异是作物品种选育的基础。由于宇宙空间的物理环境与地面差异很大,利用宇宙空间微重力、弱地磁、空间辐射、超真空、净环境等物理因素对作物遗传性进行多效应诱变,可促使品种发生显著变异,并能稳定遗传^[9]。本研究表明,盐粳 188 的 SP₂ 代多数性状变异幅度大,有益突变频率高,增加了优良性状出现概率,这与已有研究结论^[10-13]一致。由于品种遗传背景及空间具体环境的差异,不同水稻品种 SP₂ 代在性状变异幅度上有所不同。盐粳 188 的 SP₂ 代群体与盐粳 188 相比,生育期、单株穗数、结实率极显著降低,剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度极显著增加,株高显著提高;以生育期、株高、剑叶长、剑叶宽、穗弯曲度、千粒重的突变率较高。诱变后 SP₂ 代群体性状变化趋向于生育期缩短、植株变高、冠层变大、穗型

在第 1 对典型相关变量构成中, u_1 和 v_1 中分别以剑叶宽、每穗粒数的权重系数较大;在第 2 对典型相关变量构成中, u_2 和 v_2 中分别以株高、生育期、剑叶宽和单株穗数、每穗粒数权重系数较大。表明第 1 典型相关变量主要是由剑叶宽与每穗粒数所决定,第 2 典型相关变量主要是由株高、生育期、剑叶宽与单株穗数、每穗粒数所决定。

变弯,显示出航天诱变对水稻性状诱导作用的有效性,为种质资源创新提供了可行方法。

作物形态是由多种性状构成,其分离世代某一性状的变化将导致群体形态类型发生偏移。分析分离世代群体类型的变异须对众多性状进行考察,性状过多会增加计算量及分析问题的复杂性。主成分分析法是用较少变量去解释原来资料中的大部分变量,将许多相关性很高的变量转化成彼此相互独立或不相关的变量,因此可利用主成分分析法研究后代群体性状构成的变异情况。作物性状表现是由遗传因素和环境因素共同作用的结果,遗传力较高的性状受环境影响较小,可在各世代中较为稳定的遗传,是早期世代主要关注的性状。本研究通过对 SP₂ 代群体遗传力较高的 7 个性状进行主成分分析,结果表明剑叶因子、株高因子、熟期因子是影响群体性状综合表现的主要因子,也是分离群体类型划分的主要依据。据此,SP₂ 代群体可分为 3 个不同性状结构的组别,显示出分离群体性状构成变化趋势,为早期世代类型选择指明了方向。

3.2 盐粳 188 的 SP₂ 代后代性状选择方法

性状遗传力大小及性状间相关性是性状在后代直接选择、间接选择的主要依据。本研究中,盐粳 188 的 SP₂ 代群体中生育期、株高、千粒重、剑叶长、穗弯曲度、剑叶宽遗传力较高,适宜在早期世代进行直接选择。由于性状相关性的存在,在 SP₂ 代中选择较矮植株可增加单株穗数,又使每穗粒数下降;增加剑叶宽度,可使剑叶变长并增加每穗粒数,但又使结实率下降,这增加了性状综合改良的难度。典型相关分析表明,通过对高遗传力性状组性状进行选择可改变低遗传力性状组的某些性状。在此基础上,利用典型相关系数的回归关系构建了低遗传力性状所对应的高遗传力性状选择指数模型,达到提早和间接改良某些性状的目的。对模型分析可知,通过选择剑叶较宽、千粒重较低、剑叶较短、生育期较短、穗弯曲度较大、植株较高的类型,可使后代形成每穗粒数较多、单株穗数较少、结实率较低的产量结构;通过选择剑叶较宽、生育期较长、植株较矮、剑叶较短、穗弯曲度较小、千粒重较低的株系,可获得单株穗数较多、每穗粒数较多、结实率较低的后代个体。2 个预测模型所指向的性状侧重点各不相同,说明在后代群体中存在不同性状结构的类型群体。因此在 SP₂ 代群体中以单株作为选择对象,根据群体类型变化趋势对遗传力较高的性状进行综合选择,既可对该性状有效固定,又能对遗传力较低的性状产生较好影响,可提高选择效果,加快育种进程。

戴金平. 播期和密度对越光稻产量及其构成因素的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(6): 61-63.

播期和密度对越光稻产量及其构成因素的影响

戴金平

(江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要: 本试验重点研究不同播期和移栽密度的互作效应对越光稻产量及其因素的影响。结果表明, 越光稻在江苏省镇江市应于 5 月 5 日播种, 栽培密度应为 24 万穴/hm², 实测产量达 6 679.1 kg/hm², 为生产上提高越光稻的产量提供理论依据。

关键词: 越光稻; 播期; 密度; 产量因素

中图分类号: S511.062 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)06-0061-03

越光稻是日本育成的优质粳稻品种, 由于其稻米外观透明无垩白, 蒸煮品质优, 米饭光亮晶莹, 气味自然清香, 口感柔软富有弹性, 育成后在日本得到迅速推广应用, 其种植面积约占日本水稻种植面积的 30%^[1]。越光稻为早熟粳稻品种, 在江苏省镇江市种植能够在 9 月下旬收获上市, 而保护地设施栽培的草莓苗则在 9 月下旬至 10 月上旬进行移栽, 故前茬种植越光稻能满足后茬草莓的种植, 市场应用前景较好^[2-3]。但由于越光稻的产量较低, 只有 4 125 kg/hm² 左右^[4], 比当地推广的水稻品种产量低 3 000~4 000 kg/hm², 从而制约了越光稻的推广应用。本研究针对越光稻在镇江地区种植的生产要求和产量低的问题, 通过不同播期和移栽密度的试验, 探讨其对越光稻产量及因素的影响, 以期找出最佳的播期和移栽密度, 提高越光稻产量, 为当地大面积推广应用越光稻提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试地点

试验于 2009 年在江苏农林职业技术学院农场进行, 土壤

收稿日期: 2012-11-21

基金项目: 江苏省农业三项工程项目[编号: SX(2009)32]。

作者简介: 戴金平(1965—), 男, 江苏泰州人, 硕士, 副教授, 主要从事作物栽培和农业环境保护方面的教学与研究工作。Tel: (0511) 87291269; E-mail: djp9928@163.com。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 温贤芳, 张 龙, 戴维序, 等. 天地结合开展我国空间诱变育种研究[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 241-246.
- [3] 刘录祥, 王 晶, 赵林妹, 等. 作物空间诱变效应及其地面模拟研究进展[J]. 核农学报, 2004, 18(4): 247-251.
- [4] 贾建航, 王 斌. 空间诱变育种研究进展[J]. 核农学报, 1999, 13(3): 187-192.
- [5] 王俊敏, 徐建龙, 魏力军, 等. 空间环境和地面 γ 辐照对水稻诱变的差异[J]. 作物学报, 2006, 32(7): 1006-1010.
- [6] 陈学珍, 谢 皓, 燕 平, 等. 大豆种子辐照处理后早期世代农艺性状的综合评价及遗传变异[J]. 分子植物育种, 2004, 2(1): 61-69.

容重 1.23~1.42 g/cm³、孔隙度 46.5%~48.2%、有机质含量 1.56%~1.84%、全氮含量 0.11%~0.13%、速效磷(P₂O₅) 13.6~15.4 mg/kg、速效钾(K₂O) 91.5~112.4 mg/kg, 土壤为下蜀黄土, 质地为重壤土与轻黏土之间, 肥力中等。

1.2 供试品种

供试品种为越光稻。

1.3 试验设计

采用肥床早育秧方法, 秧龄 30 d, 土壤肥力中上等。采用播期、密度 2 因素随机区组设计, 播期设 5 月 5 日(A₁)、5 月 15 日(A₂, CK)、5 月 25 日(A₃) 3 个处理, 密度设 9 万穴/hm²(B₁)、18 万穴/hm²(B₂, CK)、24 万穴/hm²(B₃)、30 万穴/hm²(B₄), 具体栽插密度对应的株行距分别为 33.3 cm×33.3 cm(B₁)、16.7 cm×33.3 cm(B₂, CK)、16.7 cm×25.0 cm(B₃)、16.7 cm×20.0 cm(B₄), 共 12 个处理, 重复 3 次, 小区面积 3 m×4 m, 每穴栽 3 株苗。田间走道宽度和区组间距均为 50.0 cm, 小区间距为 33.3 cm, 小区四周无埂, 排灌不分开。各小区拉绳定点人工移栽, 栽插密度符合设计要求^[5-9]。

1.4 调查内容及方法

1.4.1 形态指标 水稻移栽活棵后, 每 3 d 定株观测 1 次叶龄、株高和分蘖数等农艺性状。

1.4.2 分蘖动态 水稻移栽活棵后, 每个处理中选取生长状况一致的植株 10 株, 挂牌定株, 每 5 d 定点观测 1 次茎蘖发生动态。

- [7] 李加纳. 数量遗传学概论[M]. 重庆: 西南师范大学出版社, 1995: 210-218.
- [8] 郝宪彬, 马秀芳, 胡培松, 等. 北方杂交粳稻株型与稻米品质性状的关系[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(4): 398-404.
- [9] 李源祥, 李金国, 刘汉东, 等. 水稻空间技术育种的研究[J]. 遗传, 2002, 24(4): 434-438.
- [10] 李源祥, 李金国, 杨新喜, 等. 赣早粳 47 号亲本空间诱变的性状变异研究[J]. 航天医学与医学工程, 2002, 15(2): 127-131.
- [11] 严文潮, 孙国昌, 俞法明, 等. 早粳稻空间诱变新品种“浙 101”的选育[J]. 核农学报, 2006, 20(5): 398-400.
- [12] 布哈里且木, 魏玉波, 王奉斌, 等. 粳稻材料空间诱变的研究[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(2): 316-319.
- [13] 王建华, 陈秀兰, 王 琳, 等. 空间搭载诱变粳稻盐梗 10 号变异株的选育[J]. 核农学报, 2011, 25(2): 266-269.