

文章编号: 1007-4627(2008)02-0171-05

水稻植株高矮突变系材料的株高性状与产量等相关性分析^{*}

许学^{1,2}, 刘斌美¹, 章忠贵^{1,2}, 蒋家月¹, 吴跃进^{1, #}

(1 中国科学院等离子体物理研究所离子束生物工程学重点实验室, 安徽 合肥 230031;

2 安徽农业大学农学院, 安徽 合肥 230036)

摘要: 对利用 N 离子束和 γ 射线诱变获得的粳稻日本晴和籼稻“9311”89 份株高突变体的株高性状和产量性状进行了相关分析。结果表明, 株高和水稻的产量与其构成因素: 穗粒数、结实率、千粒重以及穗长、单株茎秆干重有着一定的相关性。株高与穗长、穗粒数、千粒重、单株茎秆干重、单株生产力呈极显著的正相关, 与有效穗数呈极显著的负相关。通过对株高与其他产量结构因素的相关分析, 进一步了解了株高的变异对于水稻经济产量因素的影响。

关键词: 水稻; 离子束注入; γ 射线; 株高; 相关分析

中图分类号: Q691

文献标识码: A

1 引言

我国水稻品种第一次绿色革命是通过高秆变矮秆实现的, 株高性状虽然不直接构成水稻的产量但它却是保证水稻高产的基本前提。植株过高的品种在高肥水条件下容易发生倒伏, 使产量下降; 但植株也不能过矮, 过矮易使冠层叶片拥挤, 中下部通风透光不良, 影响籽粒灌浆, 易形成秕粒、降低产量。因此育种者期望能够在综合其他产量构成因素和栽培条件的情况下^[1], 选育出具有最佳株高的高产、抗逆水稻新品种。但是在研究株高的过程中, 由于不同株高的种质遗传背景差异较大, 难以反映出株高与产量等性状的真实关系。所以利用物理化学诱变方法获得株高差异, 并且遗传背景相对一致的株高突变近等基因系是十分必要的。

新的物理诱变技术——离子束和常规的 γ 射线^[2-5], 是水稻突变体创建的一种有效手段。本实验通过离子束和 γ 射线诱变粳稻日本晴和籼稻“9311”, 经过 M₂ 的筛选和 M₃ 代的重复鉴定, 获得了包括叶片性状突变、茎秆性状突变、穗部和子粒性状突变、生理性状突变等在内的突变群体。在茎秆性状突变群体中获得了一个株高突变系, 植株高度变幅从 77—166 cm(野生型日本晴和“9311”株高

分别是 110 和 128 cm)^[6,7], 本实验以日本晴和“9311”的株高突变系作为研究对象, 通过对株高和其他经济性状进行相关分析^[8,9], 旨在利用遗传背景相对一致的株高突变体研究株高与产量等的相关关系, 探明株高的变异与水稻经济产量的关系, 为遗传育种研究提供依据^[10-12]。

2 材料与方法

2.1 试验材料与设计方案

株高突变材料来源于 N 离子束和 γ 射线诱变处理的 89 份突变后代, 日本晴和“9311”是野生型对照。在本实验室的试验田进行, 采用随机区组设计进行小区试验, 小区为 5 行区, 每行 11 株。

2.2 材料取样与室内考种

随机选择单株, 每小区取 5 株单株进行室内考种。考种项目有株高、有效穗数、穗长、穗粒数、结实率、千粒重、单株茎秆干重等。

2.3 数据的统计与分析

根据考种测量的数据计算出单株的生产力和对应的经济系数, 即单株生产力 = 单株穗粒数 × 结实率 × 千粒重 / 1 000。采用相关系数分析日本晴和

* 收稿日期: 2008 - 01 - 04; 修改日期: 2008 - 03 - 06

* 基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX-SW-324)

作者简介: 许学(1982-), 男(汉族), 安徽合肥人, 硕士研究生, 从事作物遗传育种研究; E-mail: xrwy@163.com

通信联系人: 吴跃进, E-mail: yjwu@ipp.ac.cn

“9311”各农艺性状间的相关性。

3 结果与分析

3.1 株高突变体相关农艺性状的变异

离子束和 γ 射线辐照后代筛选株高突变单株，

经过株系鉴定，选择 89 份株高性状稳定、生育期接近的株系，其中日本晴为 69 份，“9311”为 20 份。图 1 给出了日本晴和“9311”的部分突变株系，表 1 给出了它们的相关参数。

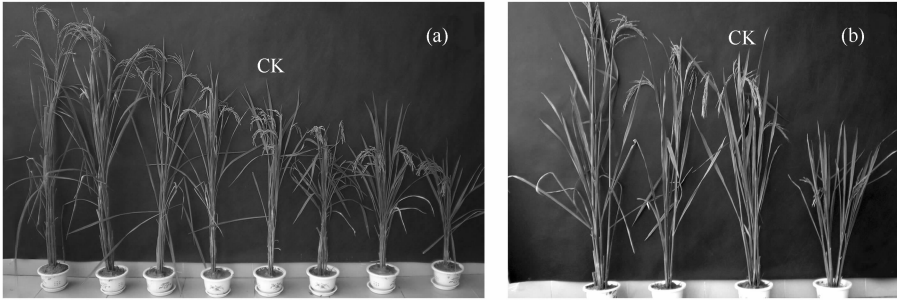


图 1 (a)日本晴株高突变体和对照, (b)“9311”株高突变体和对照

表 1 日本晴和“9311”株高突变体变异分析

品种	变异	株高/cm	穗数	穗长/cm	总穗粒数	结实率(%)	千粒重/g	单株茎秆干重/g	单株生产力/g
日本晴	变异幅度	77—161	3.8—12.8	18.48—30.64	532—1 227	53.8—93.9	16.8—30.6	9.6—28.8	9.09—25.56
	平均	119.39±17.84	6.63±1.45	24.48±3.07	833.03±169.1	78.25±8.38	24.58±2.52	17.91±4.73	16.07±4.04
	变异系数	0.15	0.22	0.13	0.20	0.11	0.10	0.26	0.25
9311	变异幅度	79—166	4.4—9.4	21.94—29.12	459—1 377	35.1—93.3	23.9—36.5	14—30	6.74—32.38
	平均	132.19±19	4.54±1.26	26.03±1.86	904.24±211.1	79.8±12.66	30.29±2.49	20.22±4.48	22.3±6.39
	变异系数	0.14	0.28	0.07	0.22	0.16	0.08	0.22	0.28

3.2 株高与农艺性状的相关分析

8 个水稻农艺性状：株高 (X_1)、有效穗数 (X_2)、穗长 (X_3)、穗粒数 (X_4)、结实率 (X_5)、千粒重 (X_6)、单株茎秆干重 (X_7)、单株生产力 (X_8) 进行相关分析(见表 2)。

从表 2 中可以看出，89 份株高突变体中株高与穗长、穗粒数、千粒重、单株茎秆干重、单株生产力呈极显著的正相关，与有效穗数呈极显著的负相关(见表 3)。由此可见，株高的变异对产量构成因素以及产量有着显著的影响。

表 2 突变体不同农艺性状间的相关系数*

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1	1.000							
X_2	-0.314**	1.000						
X_3	0.643**	-0.301**	1.000					
X_4	0.452**	-0.394**	0.511**	1.000				
X_5	0.081	-0.225*	0.146	-0.067	1.000			
X_6	0.322**	-0.562**	0.349**	0.094	0.450**	1.000		
X_7	0.376**	0.123	0.413**	0.290**	0.105	0.195	1.000	
X_8	0.521**	-0.600**	0.599**	0.755**	0.471**	0.580**	0.352**	1.000

* * 和 ** 分别表示 5% 和 1% 的显著水平。

表 3 日本晴各农艺性状间的相关系数*

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
X ₁	1.000							
X ₂	-0.203	1.000						
X ₃	0.633**	-0.180	1.000					
X ₄	0.325**	-0.318**	0.450**	1.000				
X ₅	0.001	-0.162	0.175	-0.197	1.000			
X ₆	0.241*	-0.228	0.309**	-0.154	0.541**	1.000		
X ₇	0.353**	0.239*	0.433**	0.272*	0.182	0.204	1.000	
X ₈	0.395**	-0.450**	0.624**	0.682**	0.452**	0.421**	0.430**	1.000

* 表注同表 2。

从表 3 可以看出，在日本晴中除有效穗数外，其他经济性状均与株高呈正相关。其中株高与穗长、穗粒数、单株茎秆干重和单株生产力呈极显著

正相关，与千粒重呈显著正相关(见表 4)。产量的决定受到每一个因素的影响，和其它性状之间均有极显著的相关性。

表 4 “9311”不同农艺性状间的相关系数*

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
X ₁	1.000							
X ₂	-0.211	1.000						
X ₃	0.441	-0.309	1.000					
X ₄	0.619**	-0.162	0.397	1.000				
X ₅	-0.015	-0.271	-0.054	-0.245	1.000			
X ₆	-0.201	-0.248	-0.139	-0.034	0.222	1.000		
X ₇	0.472*	0.539*	0.154	0.340	-0.204	-0.466*	1.000	
X ₈	0.282	-0.241	0.188	0.800**	0.105	0.227	0.118	1.000

* 表注同表 2。

从表 4 可以看出，“9311”的株高突变体中除了有效穗数、结实率和千粒重外，株高与其他经济性状均呈正相关，并且与单株茎秆干重呈显著正相关，与穗粒数呈极显著正相关。

实率呈显著的负相关，相关系数 $r = -0.325(5\%)$ 。

3.3 不同株高与产量性状的相关性

将 89 份株高突变体按株高变化划分为高、中、矮 3 部分。划分标准：矮秆 H₁，100 cm 以下；中秆 H₂，100—120 cm；高秆 H₃，120 cm 以上(见表 5)。从表 5 可以看出，在不同的株高群体中，株高与有效穗数均呈负相关性。矮秆群体中除有效穗数外，株高与其他都呈正相关。但随着株高的变化，相关性也发生了变化。在高秆群体中，株高与穗粒数呈极显著的正相关，相关系数 $r = 0.373(1\%)$ ，与结

表 5 株高、产量结构和产量的相关系数*

	矮秆 H ₁	中秆 H ₂	高秆 H ₃
有效穗数	-0.384	-0.163	-0.142
穗粒数	0.515	0.137	0.373**
结实率(%)	0.100	-0.076	-0.325*
千粒重/g	0.018	0.048	-0.002
单株生产力/g	0.460	-0.051	0.159

* 表注同表 2。

3.4 株高、秆长及节间长度配置

株高及节间长度的配置与产量存在着密切的关

系, 对本试验的 89 份株高突变体的相关分析, 株高 (Y_1) 与单株生产力呈极显著的正相关, 相关系数 $r = 0.521(1\%)$ 。由此可见, 节间长度以及相应的配置与产量也存在着关系。穗下节间所占秆长比例 (Y_2) 与单株生产力 (Y_4) 呈极显著的负相关, 基部 1 和 2 节间长度占秆长比例 (Y_3) 单株生产力 (Y_4) 呈极显著的正相关(见表 6)。

表 6 株高、节长比例和产量的相关系数*

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
Y_1	1.000			
Y_2	-0.551**	1.000		
Y_3	0.457**	-0.797**	1.000	
Y_4	0.521**	-0.414**	0.400**	1.000

* 表注同表 2。

4 讨论

上述结果表明, 水稻主要经济性性状间相互影响、相互制约。株高性状虽然不直接构成水稻的产量, 但却是保证水稻高产的基本前提。

在株高与各农艺性状的相关分析结果中, 89 份株高突变体中株高与穗长、穗粒数、千粒重、单株茎秆干重、单株生产力呈极显著的正相关, 与有效穗数呈极显著的负相关。在品种分析中, 日本晴的株高与穗长、穗粒数、单株茎秆干重呈极显著差异, 与千粒重相关达到显著水平, 而与有效穗数、结实率呈弱负相关。“9311”中只有穗长和穗粒数与株高达到显著水平, 并且与穗粒数呈极显著差异。同样在“9311”中有效穗数与株高也呈弱负相关。在日本晴和“9311”的株高与各农艺性状的相关分析结果中, 均出现株高与有效穗数呈负相关, 说明株高的变化可能影响有效穗数的变化, 对于产量构成因素以及产量有着一定的影响。

株高及节间长度的配置与产量存在着密切的关系, 对本试验的 89 份株高突变体的相关分析, 株高与单株生产力呈极显著的正相关, 相关系数 $r = 0.521(1\%)$ 。穗下节间长度所占秆长比例与单株生产力呈极显著的负相关, 相关系数 $r = -0.414(1\%)$; 基部 1 和 2 节间长度占秆长比例单株生产力呈极显著的正相关, 相关系数 $r = 0.400(1\%)$ 。从结果可以看出, 穗下节间所占秆长比例越大, 基部 1 和 2 节间长度占秆长比例越小, 产量越低; 相

反则越高。穗下节间长度过长会造成由于穗重过重而折断, 并且基部 1 和 2 节间长度过短, 上部过长也易造成倒伏, 最终影响产量。当然如果穗下节间长度过短, 则会影响叶层的生长, 不利于光合作用, 降低植株生物量的产生。

产量是受多因素影响的, 要获得高产量的品种就需要协调好各因素间的关系。本试验是通过对株高与其他经济性性状的相关性分析, 了解株高在整个产量因素中的作用, 从而选育出最佳株高的品种。同样由于是诱变处理, 虽然在选择材料时考虑到由于其他性状变异的影响, 但内部的变异造成的影响则无法顾及。因此 N 离子束和 γ 射线作为一种应用于水稻育种中的物理诱变技术, 在看到取得成果的同时仍然需要进一步的摸索与提高。

参考文献 (References):

- [1] Fu Jun, Xu Qingguo. Rice Breeding Research and Development of New Technology. Changsha: Hunan Science & Technology Publishing House, 1995, 64—76(in Chinese). (伏军, 徐庆国. 水稻育种新技术研究与进展, 长沙: 湖南科学技术出版社, 1995, 64—76.)
- [2] Yu Zengliang. Introduction to Ion Beam Biotechnology. Hefei: Anhui Science & Technology Publishing House, 1998, 234—240(in Chinese). (余增亮. 离子束生物技术引论. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1998, 234—240.)
- [3] Xie Hongmei, Hao Jifang, Wei Zengquan, *et al.* Acta Laser Biology Sinica, 2003, **12**(5): 346(in Chinese). (颀红梅, 郝冀方, 卫增泉等. 激光生物学报, 2003, **12**(5): 346.)
- [4] Wei Zengquan, Xie Hongmei, Liang Jianping, *et al.* Nuclear Physics Review, 2003, **20**(1): 38(in Chinese). (卫增泉, 颀红梅, 梁剑平等. 原子核物理评论, 2003, **20**(1): 38.)
- [5] Zhao Kongnan, Chen Qiufang, Wang Cailian, *et al.* Advances in Radiation Induced Mutation Breeding of Plants. Beijing: Atomic Energy Press, 1990, 123—124(in Chinese). (赵孔南, 陈秋方, 王彩莲等. 植物辐射诱变育种研究进展. 北京: 原子能出版社, 1990, 123—124.)
- [6] Huang Cequn, Li Yufeng. Hybrid Rice, 2002, **17**(5): 5(in Chinese). (黄策群, 李玉峰. 杂交水稻, 2002, **17**(5): 5.)
- [7] Yuan Chengling, Yu Zengliang. China Biotechnology, 2003, **23**(4): 57(in Chinese). (袁成凌, 余增亮. 中国生物工程杂志, 2003, **23**(4): 57.)

- [8] Fan Lian. Agricultural Experiment Statistical Methods. Zhengzhou: Henan Science & Technology Publishing House, 1983, 458—503(in Chinese).
(范 濂. 农业试验统计方法. 郑州: 河南科学技术出版社, 1983, 458—503.)
- [9] Ma Yuhua. Field Experiment Statistical Methods. Beijing: Chinese Agricultural Publishing House, 1982, 466—512(in Chinese).
(马育华. 田间试验统计方法. 北京: 中国农业出版社, 1982, 466—512.)
- [10] Shi Gaofeng, Sun Haoran, Chen Xuefu, *et al.* Journal of Anhui Agri Sci, 2006, **34**(10): 2 179(in Chinese).
(史高峰, 孙浩冉, 陈学福等. 安徽农业科学, 2006, **34**(10): 2 179.)
- [11] Kelley D S, Branch L B, Love J E, *et al.* Am J Clin Nutr, 1991, **53**(1): 40.
- [12] Berry E M, Hirsch J. Am J Clin Nutr, 1986, **44**(3): 336.

Analysis of Correlation between Plant Height and Yield Component in Rice Plant Height Mutant Lines^{*}

XU Xue^{1, 2}, LIU Bin-mei¹, ZHANG Zhong-gui^{1, 2}, JIANG Jia-yue¹, WU Yue-jin¹

(1 *Key Laboratory of Ion Beam Bioengineering, Institute of Plasma Physics, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China;*

2 *Agricultural College of Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China*)

Abstract: The total 89 plant height mutant lines induced from rice cultivars Nipponbare and “9311” by ion beam implantation and γ -rays irradiation were used for analysis of the correlation between plant height and yield component. The results indicated spike length, ear grains, thousand-grain weight, stem dry weight and yield have significantly positive correlation with the plant height, while the number of productive ear has significant negative correlation with it. The correlation analysis of the plant height and yield component will help to reveal the influence of the plant height and the factors of yield component.

Key words: rice; ion beam implantation; γ -ray; plant height; correlation analysis

* **Received date:** 4 Jan. 2008; **Revised date:** 6 Mar. 2008

* **Foundation item:** Knowledge Innovation Project of Chinese Academy of Sciences (KSCX-SW-324)

Corresponding author: Wu Yue-jin, E-mail: yjwu@ipp.ac.cn