

# 水稻辐射突变体遗传变异的初步研究<sup>1)</sup>

周松茂 李代奎 徐光华

(四川农学院原子能农业应用研究室,雅安)

突变体的选择与利用,在很大程度上取决于变异的分离与稳定。研究变异在各世代的表现及其整个稳定过程,对有效地选育和利用突变体具有重要的意义。过去国内外对突变体特别是大突变体,作了较多的研究。山县弘忠(1977)研究了早熟突变体的抽穗期,在  $r_2-r_3$  之间是呈正相关的 ( $r = 0.835^{**}$ )。佐本四郎等<sup>[3]</sup>研究了株高与倒伏、抗倒性与粒重、品质及产量的遗传相关。李秀海、康尚杰研究了水稻  $r_1$  损伤与  $r_2$  突变频率的相关性,等等。这些研究对大突变的选择利用和间接提高水稻生产能力,发挥了积极作用。但随着生产水平的提高,目前对小突变的研究,更引起了人们的重视。

本试验采用<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线,处理中稻“桂朝二号”种子,研究其诱发突变体特别是小突变的遗传特点和稳定过程,为选育直接增进“桂朝二号”这类优良品种的生产能力和抗性育种工作提供一定参考。

## 材料和方法

本试验用<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线,3.6万和2.4万伦琴,分别照射“桂朝二号”的干种子和浸泡(泡48小时)种子,照射后各分一半用微波处理25分钟,以未照射的干种子作对照。 $r_1$ 采用少株密值,成熟后,每个穗子取5—8粒种子,按处理组混收。

$r_2$ 单株栽插,每个处理移栽6,706株。抽穗期调查,采取两种方式:对照未出现抽穗株前的 $r_2$ 抽穗株,单独挂牌记载;对照出现抽穗株后,每个处理各定点200株,逐株记载抽穗日期。

$r_2$ 成熟后,除根据一般标准确定突变体

外,还按高泰保等<sup>[5]</sup>提出的,采用增山公式<sup>2)</sup>计算,统计突变率,即把处理组中,属于对照变异范围临界值外的个体,计为突变,为此又随机抽取500株一并考种,将其考种及抽穗期调查数据,都按5%的显著水准计算突变值,确定微突变株。然后从整个突变体中(不包括“负”突变)随机抽取72份,对照抽取27份种成 $r_3$ 。

$r_3$ 按家系单株栽培(株行距16.5×23.1cm),各种55株,成熟后,每个家系(包括对照家系)随机抽取5株考种。

遗传参数的统计分析按以下公式:

(1)用回归和相关法<sup>[4]</sup>估算世代间的遗传力:

$$h^2 = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\Sigma(x - \bar{x})^2}$$

$$h^2 = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x - \bar{x})^2 \cdot \Sigma(y - \bar{y})^2}}$$

(2)用方差分析法估算广义遗传力,按山口彦之<sup>[6]</sup>的分析方法,方差分析如表1。

表1 一向分组资料方差分析模式

变异原因	自由度	均方	理论方差
家系间	$m - 1$	$m_1$	$\sigma_0^2 + n\sigma_g^2$
家系内	$m(n - 1)$	$m_2$	$\sigma_0^2$

$m$ 表示家系数, $n$ 表示家系内取样个体数。

$$\text{遗传方差 } \sigma_g^2 = \frac{m_1 - m_2}{n}$$

Zhou Songmao et al.: Preliminary Study on Inheritance and Variation of Radiation-induced Mutants in Rice

1) 参加本试验工作的还有杨天正同志。

2) 其公式为:  $\bar{x} \pm \sigma[(N+1)F/N]^{1/2}$ ,  $\bar{x}$ 为样本平均值,  $\sigma$ 为总体标准差, $N$ 为总样本数, $F$ 为以  $n_1 = 1, n_2 = N - 1$  的  $F$ 值。

表2 各主要突变性状临界值及突变率<sup>1)</sup>

项 目		抽穗期 (天)	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗着粒数 (粒) <sup>2)</sup>	穗实粒数 (粒)	千粒重 (克)
突变临界值 ( $\alpha = 0.05$ )		<105.0 和>113.0	<92.0 和>110.0	<18.9 和>24.0	<71.0 和>165.0	<44.0 和>132.0	<22.6 和>28.5
CK 平均值与标准差		109.0±2.0	100.0±3.0	21.8±1.5	112.0±21.0	93.0±19.0	26.4±1.3
变 幅 (R)	干种子照 3.6 万伦琴	97.0—117.0	93.0—111.0	19.0—25.0	65.0—200.0	51.0—123.0	19.8—30.3
	干种子照 3.6 万伦琴后 加微波处理 25 分钟	101.0—116.0	85.0—110.0	19.0—25.0	67.0—167.0	35.0—132.0	21.5—27.9
	浸泡种子照 2.4 万伦琴	98.0—120.0	85.0—112.0	20.0—26.0	72.0—185.0	45.0—174.0	21.3—29.8
	浸泡种子照 2.4 万伦琴 后加微波处理 25 分钟	102.0—115.0	79.0—112.0	19.0—24.0	74.0—189.0	52.0—141.0	22.7—28.9
	CK(未照射“桂朝二号” 干种子)	107.0—112	94.0—105.0	19.0—23.0	78.0—133.0	66.0—114.0	24.1—27.2
各类突变体占总突变体%		7.4	19.0	16.6	26.1	23.7	7.1

1) 根据育种目标未统计晚熟、高秆、变劣等“负”突变体。

2) 即每穗颖花数,以下同。

$$\text{表现型方差 } \sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$$

$$\text{广义遗传力: } h^2(\%) = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2} \times 100$$

公式中,  $\sigma_g^2$  是各系统基因差异所引起的方差,  $\sigma_e^2$  是由家系内(个体间)所引起的方差, 作为环境方差的估计值。

(3) 选择单一性状对单株产量的遗传相关进度:

$$\Delta G = K \cdot r_{g1,2} \sqrt{h_1^2 \cdot h_2^2 \cdot \sigma_{p2}^2} \quad (K = 2.06)$$

公式中,  $h_1^2$  为选择性状遗传力,  $h_2^2$ 、 $\sigma_{p2}^2$  为单株产量的遗传力和表现型方差,  $r_{g1,2}$  为选择性状与单株产量的遗传相关系数。

## 试 验 结 果

1. 用公式计算的各主要突变性状临界值,

以及各突变性状占总突变的比例, 见表 2。

由表 2 看出, 用公式所计算的突变性状临界值是比较理想的, 都在对照变异范围临界值之外。同时还看出, 各个突变性状在总突变中的比例, 是穗着粒数(26.1%)穗实粒数(23.7%)较大, 其次是株高(19.0%)和穗长(16.6%), 而抽穗期和千粒重的比例较小, 分别为 7.4 和 7.1%。

2. 突变体世代间的遗传力, 采用亲子回归和相关法估算的结果, 分别列入表 3 和表 4。

由表 2 可见: 突变体世代之间遗传力较强的性状是千粒重(52.8%)、株高(47.9%), 其次是穗着粒数(39.8%)和穗实粒数(34.6%), 而单株产量(19.5%)和单株穗数(2.3%)的遗传力较弱。遗传力依次降低的顺序是: 千粒重→株高

表3 用回归法估算的突变体遗传力(%)

项 目	株 高	穗 长	单株穗数	穗着粒数	穗实粒数	结实率	单株产量	千粒重
突变体遗传力 ( $h^2$ )	47.9 (2)	23.5 (6)	2.3 (8)	39.8 (3)	34.6 (4)	28.8 (5)	19.5 (7)	52.8 (1)
对照遗传力 ( $h^2$ )	54.3 (2)	21.8 (5)	17.7 (6)	9.3 (8)	29.4 (4)	39.4 (3)	16.8 (7)	78.9 (1)

( ) 数字为位次, 以下同。

表4 用相关法估算的突变体遗传力(%)

项 目		株 高	穗 长	单株穗数	穗着粒数	穗实粒数	结实率	单株产量	千粒重
h <sup>2</sup>	突 变 体	65.2**	28.6	3.3	60.7**	46.8**	28.4	23.2	64.7**
	CK	67.5**	29.3	26.7	19.6	39.6*	36.3	21.8	48.3**
相关系数标准差 (Sr)		±19.0	±24.0	±25.0	±19.9	±22.1	±24.0	±24.3	±19.1
遗传力变化范围 (R 值)		46.2—84.2	4.6—52.6	-21.7—28.3	40.8—80.6	24.7—68.9	4.4—52.4	-1.1—47.5	45.6—83.8

注:  $Sr = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$

\* 0.05 显著性, \*\* 0.01 显著性, 以下同。

→穗着粒数→穗实粒数→结实率→穗长→单株产量→单株穗数。

突变体  $r_2-r_3$  的世代相关, 从显著性来看(表4), 达到1%显著水准的性状, 有株高(65.2%)、千粒重(64.7%)、穗着粒数(60.7%)与穗实粒数(46.8%), 其余性状的  $r_2-r_3$  之间都未表现出相关。从各性状的位次来看, 突变体遗传力依次降低的顺序是: 株高→千粒重→穗着粒数→穗实粒数→穗长→结实率→单株产量→单株穗数。

比较表3与表4还可看出, 突变体世代间的遗传力两种方法估算结果, 其位次则基本一致; 而遗传力值, 则用回归估算的多数都比相关法为低。与对照相比, 两种方法估算的穗实粒数和穗着粒数的遗传力, 都比对照有较大的提高, 单株穗数的有所下降, 其余性状无明显变

化。

3. 用方差分析法估算突变体  $r_3$  的广义遗传力、遗传进度和遗传变异系数, 计算结果见表5。

由表5可看出, 突变体在  $r_3$  表现的广义遗传力较高或中等的性状是株高(75.5%)、结实率(64.6%)、穗实粒数(60.9%)与千粒重(60.5%), 而单株产量(28.0%)和单株穗数(8.7%)的遗传力最低。

在5%选择强度下的遗传进度, 穗实粒数可以期望增加32粒, 与未处理的“桂朝二号”对照相比, 约提高35.2%; 穗着粒数可期望增加31粒, 约比对照提高27.0%; 结实率可比对照提高24.0%; 株高可期望变矮12.9厘米, 约比对照降低13.9%。

遗传变异系数本身数值表现较大, 且比对

表5 突变体主要性状的遗传力、遗传进度和遗传变异系数

项 目	株 高	穗 长	单株穗数	穗着粒数	穗实粒数	结实率	单株产量	千粒重
遗 传 力	75.5	50.1	8.7	52.2	60.9	64.6	28.0	60.5
h <sup>2</sup> (%)	(1)	(6)	(8)	(5)	(3)	(2)	(7)	(4)
遗传变异系数	7.4	5.2	8.6	15.8	22.0	14.6	21.9	5.4
g. c. v. (%)	(6)	(8)	(5)	(3)	(1)	(4)	(2)	(7)
遗传进度 ΔG	-12.9	1.7	0.5	31.3	32.3	13.7	5.8	2.3
相对遗传进度	-13.9	7.3	5.3	27.0	35.2	24.0	24.1	8.6
ΔG' (%)	(5)	(7)	(8)	(2)	(1)	(4)	(3)	(6)
突变性状遗传变异系数与对照遗传变异系数的比值	2.6	1.1	0.8	1.9	2.0	4.6	1.1	0.9

表6 选择单一性状对单株产量的遗传相关进度

选择性状		株高	穗长	单株穗数	穗着粒数	穗实粒数	结实率	千粒重
选择性状与单株产量的遗传相关系数 ( $r_{21.2}$ )		0.73**	-0.21	0.55**	0.57**	0.99**	0.91**	-0.04
选择性状与单株产量的遗传相关进度	$\Delta G$	7.00	-1.62	1.79	5.54	8.49	0.07	-0.38
	$\Delta G'$ (%)	28.85	-6.65	7.35	18.64	34.87	33.14	-1.56

照增大近1—3.6倍的性状有穗实粒数、穗着粒数和结实率,其值分别为22.0、21.9和15.8%。株高的变异系数为7.4%。其余的性状与对照比较,变化不大。

4. 选择单一性状对单株产量的遗传相关进度,计算结果列入表6。

在5%选择率下,对 $r_3$ 的穗着粒数(表6)、穗实粒数和结实率实行选择,引起单株产量的遗传进度较高,分别可期望提高大约18.64、34.87和33.14%。对株高实行选择,对单株产量可期望大约提高28.85%。

## 讨 论

1. 根据本试验结果,辐射引起性状发生微突变的频率比大突变的高,但由于穗粒数等变异不如株高、抽穗期明显,所以虽有大量变异也容易被漏掉。因此应注意研究其选择方法。

2. 对突变体估算结果表明,突变体株高、千粒重的世代遗传力和 $r_3$ 所具有的广义遗传力较高,单株穗数与单株产量的遗传力最低。因此前者可从低世代起开始选择,后者宜在较高世代,等遗传力增大后再进行选择。

3. 突变体的穗着粒数、穗实粒数的世代遗传力和在 $r_3$ 表现的广义遗传力,属中等值,但其遗传进度和遗传变异系数较大,表明具有比较丰富的选择潜力和选择效果。结实率的遗传

力也属中等值,遗传变异系数及遗传进度也比较大,因此在低世代中,就应该严格选择结实率高的个体。千粒重的遗传进度与遗传变异系数较小,单株穗数的所有遗传参数都很低,说明对这两个性状实行选择,其潜力和效果可能不大。

4. 从对产量的遗传相关进度来看(表6),对穗实粒数、结实率实行选择,对单株产量的增进较大;选择单株穗数,对产量增进很小;选择穗长、千粒重引起单株产量略有下降。

5. 从突变体与对照的世代遗传力以及 $r_3$ 的遗传变异系数来看,只有穗实粒数、穗着粒数和株高、结实率的变化较大,其余性状也有变化,但不显著。说明辐射诱发能够引起某些性状突变,产生较大的改变,但同时又能保持原品种不少性状不发生重大变化,从而为突变育种的选择创造了有利条件。

## 参 考 文 献

- [1] 马育华: 1983. 植物育种中的数量遗传学基础, 江苏科技出版社, 3, 317—322。
- [2] 四川绵阳地区农科所: 1976. 遗传学报, 3(1): 69—75。
- [3] 邓达胜: 1981. 遗传, 3(4): 22—24。
- [4] 汪夕彬、鱼宏斌: 1980. 原子能农业应用, 4, 13—17。
- [5] 高泰保·山县弘忠·赤藤克己: 1969. 育種學雜誌, 19, 89—93。
- [6] 山口彦之: 1962. 育種學雜誌, 12(2): 93—100。
- [7] 山县弘忠·赤藤克己: 1963. 育種學雜誌, (1), 14—20。