

加速氩(^{40}Ar)离子对水稻数量性状的 辐射遗传学效应研究*

左清凡

(农学系)

提 要

应用加速氩离子辐射水稻干种子,分析了 M_2 数量性状(抽穗日数、有效穗数、株高、穗长、穗着粒数、穗实粒数等)的遗传效应。结果表明,各性状的遗传力随吸收剂量的不同而有差异,各性状都在60~120Gy剂量范围内表现较高的遗传力。各性状的遗传变异系数也因处理剂量的不同而有变化,以吸收剂量60~120Gy范围能诱发各性状较大的遗传变异。 M_2 各性状的相对遗传进度因吸收剂量的不同差异较大,但各性状都有一个适宜剂量范围。在各自的适宜剂量范围内,各性状能获得较大的遗传进展。

关键词 水稻; 加速氩离子; 辐射; 数量性状; 遗传学效应

引 言

自1895年Röntgen发现X射线以来,生物学家们对X射线的生物学效应已做了大量而广泛的研究。随着放射生物学研究的进展,人们对其它辐射源(如 γ 射线、电子束、中子源等的生物学效应也作了深入研究。并用于指导辐射育种工作。但至目前止人们一般从研究选得的突变体的遗传^[4,7,11]和对各种射线辐射诱发突变类型和突变频率的研究^[2,8,9,10]来探讨它们的诱变效果。而很少研究与选择效果有关的辐射数量遗传学问题^[3]。近年来人们对重离子的辐射生物效应也愈加发生了兴趣^[12,13],但目前还未见重离子辐射对水稻生物学效应的任何报导。为尽快发挥重离子辐射在水稻育种中的作用,于1987年上半年开始进行本试验。旨在通过加速氩离子辐射水稻干种子,探讨其辐射效应和诱变效果,为加速氩离子在辐射育种上应用提供依据。

本文报告了加速氩离子辐射水稻干种子 M_2 数量性状(包括抽穗日数、有效穗数、株高、穗长、穗着粒数等)的遗传效应,并估算遗传力、遗传变异系数、遗传进度等遗传参数,借以预测选择效果。

*本文承蒙梅曼彤副教授、卢永根教授的指导,邓红、张桂权老师的帮助,王润华副教授审阅了本文,谨致谢忱!

1989年3月3日收稿。

材料与方 法

供试材料：原产华南的早籼地方品种“边皮占”，具有较好的遗传稳定性，纯度高。试验在广州五山华南农业大学试验农场进行。

处理方法：水稻干种子于1987年1月在美国加州大学伯克利分校劳伦斯伯克利研究所的直线回旋组合加速器以 ^{40}Ar 离子束作辐射处理，离子束起始能量为400Mev/amu，传能线密度(LET)为117Kev/ μm ，所用剂量为30, 60, 90, 120, 150, 180Gy 7个处理，0Gy设为对照。

种子处理后浸种催芽，于1987年3月10日播于田间，采用单株插植。各处理田间管理一致。成熟时单株收种。 M_2 按单株播于田间，移栽大田时，每株行插10个单株。抽穗期挂牌记录抽穗日期。成熟期各个处理测定50个株行，每个株行测定3株，室内考种分析单株主要性状。

数据处理：将所得观察值整理计算各处理各性状的平均值和标准差(见表1)，并以对照方差(δ^2)为环境方差，计算各性状的遗传方差(δ^2)，再由下列公式计算出遗传力(h^2 %)、遗传变异系数GCV(%)和相对遗传进度 $\Delta G/\bar{x}$ (%)^{[1][3]}。

$$\delta_g^2 = \delta_{ri}^2 - \delta_{ck}^2 \quad (\delta_{ri}^2 \text{ 为射照处理表型方差})$$

$$h_b^2 (\%) = [(\sigma_{ri}^2 - \sigma_{ck}^2) / \sigma_{ri}^2] \times 100$$

$$\text{GCV} (\%) = \sigma_g / \bar{x} \times 100$$

$$\Delta G / \bar{x} (\%) = (K \cdot \sqrt{h_b^2} \cdot \sigma_g / \bar{x}) \times 100$$

结 果 与 分 析

(一) 加速氩离子辐射水稻 M_2 数量性状分布的平均数和变异系数

由表1看出，水稻“边皮占”种子受加速氩离子不同剂量处理后，其 M_2 各性状变异系数与对照比较大多数有较明显的增大。尤其是受剂量60~120Gy处理的各性状变异系数增大更为明显。这就为选择提供了丰富的遗传基础。

以受同一剂量处理不同性状的变异系数的比较看出，各剂量处理不同性状变异趋势比较一致。其大小排列顺序是：穗实粒数>穗着粒数>有效穗数>穗长>株高>抽穗日数。这说明水稻受氩离子辐射后各性状表现不一样，穗实粒数和穗着粒数比其它性状表现更为敏感。

从表1中各剂量处理的有效穗数、抽穗日数和株高的平均值与对照比较还可看出： M_2 各处理的有效穗数都比对照明显增多，而抽穗日数、株高的平均值又都较对照明显减少，这就有可能从 M_2 选出较多的矮秆、早熟、多穗的变异株，为培育出矮秆早熟多穗型品种提供遗传资源。

表 1 M_2 几个数量性状的平均值、标准差及变异系数

处理剂量 (Gy)	抽穗日数		有效穗数		株高(cm)		穗长(cm)		穗着粒数		穗实粒数	
	X+S	CV%	X+S	CX%	X+S	CV%	X+S	CV%	X+S	CV%	X+S	CV%
0	78.2±1.02	1.03	7.0±1.03	14.71	130.2±5.18	3.98	21.6±1.34	6.20	106.6±12.29	16.14	82.0±13.89	16.93
30	76.6±1.64	2.14	7.6±1.47	19.34	128.7±6.23	4.84	22.0±1.42	6.45	94.2±25.14	26.69	47.6±12.28	25.80
60	76.9±1.86	2.42	7.4±1.50	20.27	121.7±9.65	7.93	21.7±1.38	6.36	74.7±17.25	23.09	43.0±11.49	26.72
90	76.8±2.18	2.84	7.7±1.71	22.21	123.4±7.78	6.30	22.2±1.79	8.06	77.4±16.66	19.24	6.50±18.44	28.37
120	76.9±2.27	2.95	7.8±1.56	20.00	122.4±8.01	6.54	22.4±1.47	6.56	103.3±19.87	21.54	45.5±10.31	22.66
150	77.9±1.10	1.41	7.6±1.11	14.61	125.9±3.74	2.97	21.5±1.38	6.42	93.9±16.62	17.70	67.5±13.94	20.65

(二) 加速氩离子辐射水稻M₂数量性状的遗传力

性状遗传力估算的结果见表2。由表2可知,不同处理M₂各性状的遗传力差异很大。例如抽穗日数的遗传力,剂量为30Gy处理是61.34%,90Gy处理为78.16%,而150Gy处理为14.05%;再如株高,剂量为30Gy处理的遗传力为30.87%,90Gy处理为71.19%,而剂量为150Gy处理株高的遗传力是零。这说明在各处理中选得的突变体遗传变异所占的比例不相同,在遗传力较高的处理中选出的突变体因受环境引起的变异成分较少,因此突变体的可靠性较大。

表2 M₂几个数量性状的遗传力 [h_b^2 (%)]

处理剂量(Gy)	抽穗日数	有效穗数	株高	穗长	穗着粒数	穗实粒数
30	61.34	50.34	30.87	10.73	75.76	0
60	69.93	52.89	71.19	55.48	49.18	0
90	78.18	63.89	55.67	43.82	61.74	43.26
120	79.86	57.74	58.18	16.70	45.58	0
150	14.05	6.94	0	5.48	45.32	0.72

(三) 加速氩离子辐射水稻M₂数量性状的遗传变异系数

遗传变异系数的大小反映出遗传原因引起的性状变异程度。遗传变异系数大说明性状的遗传变异性大,选择潜力也就大,如果遗传变异系数趋近于零,则选择可能无效。

不同处理各性状的遗传变异系数见表3。由表3可看见,加速氩离子辐射水稻M₂各性状的变异差异很大,其遗传变异系数大小排列顺序为:穗着粒数>有效穗数>株高>抽穗日数>穗长>穗实粒数。

同一性状因吸收剂量不同其遗传变异程度也不相同,如抽穗日数这一性状在受剂量为120Gy处理时其遗传变异系数为2.64%,而受到剂量为150Gy处理时其变异系数仅有0.53%,趋近于零。这与在M₂各处理中选得的早熟突变体数的规律基本一致。

表3 M₂几个数量性状的遗传变异系数(GCV%)

处理剂量(Gy)	抽穗日数	有效穗数	株高	穗长	穗着粒数	穗实粒数
30	1.68	13.80	2.69	2.14	23.06	0
60	2.02	14.74	6.69	1.52	16.19	0
90	2.51	17.71	4.70	5.35	15.11	18.66
120	2.64	15.17	4.99	2.70	14.53	0
150	0.53	5.43	0	1.53	11.92	1.75

(四) 加速氩离子辐射水稻 M_2 数量性状的遗传进度

在有选择的条件下, 下一代从上一代所获得的遗传增量叫遗传进度, 再以平均值去除即得相对遗传进度。相对遗传进度是衡量选择效果的一种方法。如果相对遗传进度大, 则选择效果大; 若相对遗传进度小, 则选择效果小。现接入选率 $q = 1\%$ 时, 选择强度 $K = 2.67$ 时估算六个性状的相对遗传进度 (见表 4)。

表 4 M_2 几个数量性状的相对遗传进度 ($\frac{\Delta G}{X} \times 100\%$)

处理剂量(Gy)	抽穗日数	有效穗数	株高	穗长	穗着粒数	穗实粒数
30	3.49	26.33	3.99	1.87	46.66	0
60	4.53	28.60	15.07	0.95	30.30	0
90	5.93	37.68	9.36	9.47	31.70	32.77
120	6.30	23.33	10.17	2.92	26.20	0
150	0.53	3.80	0	0.96	21.42	0.40

由表 4 证明, 加速氩离子辐射水稻品种“边皮占”的 M_2 各性状相对遗传进度因吸收剂量的不同差异较大; 且各性状都有一个适宜剂量范围, 在此剂量范围各性状能获得较大的遗传进展。从表 4 中还可看到, 各性状都在以吸收剂量为 90Gy 左右时能获得较大的遗传进展。

讨 论

加速氩离子辐射水稻和 γ —射线、 x —射线辐射水稻一样能诱发性状发生变异, 并且诱发性状变异所需的剂量比 γ —射线、 x —射线辐射水稻所需的剂量低得多^[5,6], 这就有可能以较低剂量处理, 引起较小生理损伤的条件下诱发出更多的突变类型并获得较高的突变频率。这为水稻辐射育种展现出一条新的途径。

加速氩离子辐射水稻其 M_2 的选择可根据各性状的遗传力大小而定。遗传力高的抽穗日数、穗着粒数、有效穗数和株高在低世代进行选择就可获得较好的效果, 即在 M_2 就可开始选择。对于遗传力低的穗实粒数、穗长等在低代进行个体选择效果不大, 可先进行混合选择, 到较高世代再进行个体选择或者利用相关性状间接选择, 但淘汰必须慎重。同时必须注意到, 由于不同吸收剂量的处理对性状遗传力的影响不同, 同一性状在某些处理中有较高的遗传力, 而在另外的处理中遗传力却很低, 对于这些性状可视情况确定选择的世代和方法。如抽穗日数在受剂量为 90Gy 处理时其遗传力较高 (78.16%), 可在 M_2 就开始进行单株选择; 而吸收剂量为 150Gy 时, 抽穗日数的遗传力较低 (14.05%), 因此应在低世代先进行混合选择。

加速氩离子辐射水稻能诱发抽穗日数、株高、有效穗数的变异, 这对选育矮秆早熟多穗的品种创造出较好的遗传基础。但要有一个较好的选择效果, 获得较大的遗传进展, 必须选择恰当的剂量进行处理。剂量过高, M_1 损伤严重, 存活率太低; 诱发性状突变

的频率很低, 诱变效果差。因此, 在考虑适宜剂量时, 为了有一个较理想的诱变效果, 必须保证在一定存活率基础上得到较高的突变频率。由此看来, 对本试验所用的氩离子束, 以吸收剂量为90Gy处理较为适宜。因为在这一剂量处理下 M_1 的存活率较高, M_2 各性状的遗传变异系数也较大, 且各性状能获得较大的遗传进展。因此也就比较容易从这样的处理中选得理想的变异株。

引用文献

- [1] 马育华. 植物育种中数量遗传学基础. 南京: 江苏科技出版社, 1983, 280—332
- [2] 王彩莲等. 原子能农业应用, 1985(1): 10—16
- [3] 朱孝到, 蔡一林. 原子能农业应用植物突变育种专辑, 1985: 146—153
- [4] 周松茂等. 遗传 1985, 7(2): 15—18
- [5] 赵孔南等. 原子能农业应用, 1984(3): 16—22
- [6] 高明慰, 蔡锦洲. 浙江农业大学学报, 1982(3): 143—145
- [7] 郭光荣等. 遗传, 1985, 7(2): 12—14
- [8] 郭宝江等. 原子能农业应用, 1983(1): 29—34
- [9] 童渭渔等. 原子能农业应用, 1985(2): 26—30
- [10] Debnath, A. R. et al., 1983, Science and Culture, 49(5), 140—141
- [11] Futsuhara, Y., 1985, paper presented at the International Rice Genetics Symposium, IRRI(5—2), 8
- [12] Mei, M. T. et al., 1987, Proc. of 8th ICRR, 1, 320
- [13] Yang, T. C. and Tobias, C. A., 1979, Gamma-Field Symposia, 18, 141—153

STUDES ON THE IRRADIATION GENETICS EFFECTS OF ACCELERATED ARGON-IONS ON THE QUANTITATIVE CHARACTERS OF RICE

Zuo Qingfan

(Department of Agronomy)

ABSTRACT

Air-dried rice seeds were irradiated with 400Mev/amu accelerated argon ion beam. The genetic effects of M_2 quantitative characters were studied. The results showed that the heritability (h_b^2) of all studied characters changed with different absorbed doses. The heritability (h_b^2) and G.C.V. of all studied traits were rather high in the M_2 generation rice seeds treated with ^{40}Ar ion beam in the dose range of 60—120Gy. The relative genetic advance of each trait varied greatly with various dose treatments. Every trait could gain considerable genetic advance within the range of its appropriate absorbed doses.

Key words: Rice; Accelerated argon-ions; Irradiation; Quantitative characters; Genetics effects