

文章编号:1003-8701(2005)02-0017-04

水稻激光育种的研究

I. 种子及减数分裂期幼穗激光处理诱发变异分析

张俊国¹, 张三元¹, 张学臣², 宋林森², 李占国², 林秀云¹

(1. 吉林省农业科学院水稻研究所, 吉林 公主岭 136100; 2. 长春理工大学, 长春 130000)

摘 要: 对吉粳 88 水稻种子及减数分裂期幼穗进行了不同波长、功率及时间的激光处理, 对种子的激光处理由于强度不足, 品种性状未发生遗传变异, 对幼穗的激光处理适当增加了强度, 结果有的处理组合在 M_1 和 M_2 代均出现了变异株, 其中早熟变异的出现频率最高, 占变异株数的 75%, 其次为粒重变异、芒性变异、穗粒数变异、着粒密度变异和株高变异, 占变异株数的比例分别为 67%、58%、58%、50% 和 42%。

关键词: 水稻; 激光; 育种; 变异

中图分类号: S511.035

文献标识码: A

据报道, 农作物种子在激光作用下能把适宜的光子摄入其细胞, 增强细胞的生物能力、促进种子发育、提高光合效应、缩短成熟期和增强作物的抗病能力。激光还能诱发生物遗传结构改变, 甚至发生突变, 从而培育优良的新品种, 这种科学方法称为激光育种。湖南省原子能农业利用研究所用 He-Ne 湘矮早 7 号干种子育成了湘早籼 21^[1]。但激光在粳稻育种上的应用报道还较少, 而且诱变的效果也有一定的随机性^[2]。为了探索适宜的处理方法, 提高水稻激光育种的效率, 长春理工大学和吉林省农科院水稻所合作进行了水稻激光育种研究, 2003 年对吉粳 88 水稻种子及减数分裂期的幼穗进行了不同波长、功率及时间的激光照射处理, 以便找出最佳的处理方法, 为水稻激光育种提供科学依据。

1 材料与方法

试验品种: 吉粳 88

2003 年 4 月初对试验品种的种子逐粒进行了不同波长、功率及时间的激光处理, 共设 10 个处理组合, 一个对照(ck), 每个处理组合照射 1 000 粒干种子, 详见表 1。

处理后的种子按常规栽培方法育苗, 4 月 15 日播种, 每个处理组合播一盘, 插秧前调查成苗率。5 月 24 日插秧, 行株距 26.7 cm × 16.7 cm, 单本插秧, 小区按处理号顺序排列, 面积 30~40 m², 每处理区插 500~667 株, 出穗时单株挂牌记载始穗期, 收获时按处理组合单株收获, 调查株高、穗数和主穗粒数。

此外, 2003 年还对盆栽吉粳 88 水稻品种减数分裂期的幼穗进行了不同波长、功率及时间的激光照射, 所获种子一半送海南加代。2004 年同时种植 M_1 、 M_2 代种子, 每处理组合单本插秧 300 株, 行株距 26.7 cm × 13.3 cm, 生育期间调查变异情况, 各处理组合见表 2。

表 1 2003 年激光处理稻种试验参数

处理号	波长 (nm)	照射时间 (min)	功率 (mw)	处理粒数
GD1	632.8	2	3	1 000
2	632.5	5	3	1 000
3	635.0	2	5	1 000
4	635.0	2	7~8	1 000
5	680.0	2	5	1 000
6	780.0	2	5	1 000
7	808.0	2	15	1 000
8	860.0	2	10	1 000
9	1 310.0	2	5	1 000
10	1 550.0	2	3	1 000

收稿日期: 2004-12-25

基金项目: 自然科学基金项目(200210671)

作者简介: 张俊国(1954-), 男, 吉林省农安人, 吉林省农科院水稻所研究员, 硕士, 主要从事水稻育种及栽培技术研究。

表 2 水稻减数分裂期激光照射幼穗试验参数

处理号	波长 (nm)	电源	功率 (mw)	时间 (min)	处理穗数	处理号	波长 (nm)	电源	功率 (mw)	时间 (min)	处理穗数
J 1	680.0	52	3 ~ 4	2	5	10	680.0	52	3 ~ 4	5	5
2	635.0	50	3 ~ 4	2	5	11	780.0	50	3 ~ 4	5	5
3	780.0	50	3 ~ 4	2	5	12	860.0	340	10 ~ 11	5	5
4	860.0	340	10 ~ 11	2	5	13	808.0	452	8 ~ 10	2	5
5	635.0		7 ~ 8	2	5	14	808.0	452	8 ~ 10	5	5
6	632.8		3 ~ 6	2	5	15	632.8		6 ~ 8	8	5
7	632.8		3 ~ 6	5	5	16	632.8		6 ~ 8	12	5
8	632.8		6 ~ 8	2	5	17	1 310.0	22	5	2	5
9	632.8		6 ~ 8	5	5	18	1 310.0	22	5	5	5

注 :处理时间 7 月 23 日。

2 结果分析

2.1 激光处理对成苗率的影响

2003 年各处理组合的成苗率见表 3。

从表 3 可知 ,与对照比较 ,2、8 号处理组合成苗率较低 ,原因可能与处理时间长或功率大有关 ,但其他处理组合的成苗率多数高于对照 ,因此 ,成苗率还与激光波长有关。由于种子在激光的作用下能把适宜的光子摄入细胞 ,增强细胞的生物能力 ,促进种子发育 ,所以 ,在激光处理的强度和 时间不超过生物细胞承受能力的情况下 ,会增强种子的生活力使成苗率提高。但在同一波长下 ,处理功率越大 ,时间越长 ,成苗率越低。

2.2 激光处理种子性状变异调查

由于 2003 年激光处理种子的强度不够 ,未能引起明显的遗传变异(表 4 和表 5)。

表 4 2003 年吉粳 88 稻种不同激光处理若干性状的平均数、标准差及变异系数

处理号	株高(cm)			穗数(个/株)			出穗期(月·日)			主穗粒数(个)		
	$\bar{x}$	S	cv	$\bar{x}$	S	cv	$\bar{x}$	S	cv	$\bar{x}$	S	cv
GD1	97.8	4.36	4.46	12.6	4.39	34.8	8·05	4.56	12.7	204.2	32.0	15.7
2	98.9	7.64	7.72	12.1	4.75	39.3	8·04	2.03	5.80	202.3	33.6	16.6
3	98.1	3.77	3.84	12.0	3.90	32.5	8·05	2.40	6.70	210.0	30.5	14.5
4	97.7	3.84	3.93	12.0	3.84	32.0	8·03	1.99	5.85	211.4	33.6	15.9
5	97.4	4.94	5.07	12.1	3.62	29.9	8·03	2.85	8.38	208.4	31.0	14.9
6	97.7	3.91	4.00	12.0	3.44	28.7	8·04	2.92	8.34	202.6	31.7	15.6
7	99.4	9.46	9.52	12.6	5.02	39.8	8·03	2.11	6.21	210.2	32.3	15.3
8	99.4	5.37	5.40	11.8	4.96	42.0	8·03	3.83	11.3	206.4	31.9	15.5
9	96.9	8.16	8.42	11.0	4.29	39.0	8·03	2.68	7.88	201.0	33.3	16.5
10	96.6	8.83	9.14	11.1	3.13	28.2	8·03	1.87	5.50	193.7	31.4	16.2
11(ck)	97.0	6.56	6.76	11.7	3.78	32.3	8·03	2.03	5.97	204.4	28.5	13.9

表 4 结果表明 ,所调查的 4 个性状各处理组合平均数差异不大。从变异系数来看 ,株高的变异系数最小 ,其次为出穗期 ,再次为主穗粒数 ,单株穗数的变异系数最大。这是因为单株穗数属于数量性状 ,遗传力低 ,受环境的影响大 ,因而变异系数大 ,而株高和出穗期遗传力高 ,受环境的影响较小 ,因而变异系数小。至于各性状激光处理后是否发生了遗传变异 ,将各处理的性状平均数与对照进行了显著性测验(t 测验) ,结果见表 5。

从表 5 可见 ,与对照相比 4 个调查性状的 t 测验值均低于 $t_{0.05}=1.96$,说明各处理与未处理(ck)性状差异不显著 ,也就是说 ,吉粳 88 稻种虽经上述不同波长、时间及功率的激光处理 ,但并未引起有效的遗传变异 ,这与处理的时间和强度不足有关。

表 3 2003 年吉粳 88 稻种不同激光处理组合的成苗率差异

处理号	波长(nm)	时间(min)	功率(mw)	成苗率(%)
GD1	632.8	2	3	78.9
2	632.8	5	3	60.0
3	635.0	2	5	74.2
4	635.0	2	7 ~ 8	71.9
5	680.0	2	5	72.5
6	780.0	2	5	69.5
7	808.0	2	15	75.0
8	860.0	2	10	54.6
9	1 310.0	2	5	74.6
10	1 550.0	2	3	72.0
11(ck)				70.3

表 5 不同激光处理若干性状与对照的差异显著性测验结果

处理号	株高(cm)	t1	穗数(个/株)	t2	出穗期(月·日)	t3	主穗粒数(个)	t4	t0.05
GD1	97.8	0.147	12.6	0.221	8·05	0.608	204.2	-0.007	1.96
2	98.9	0.268	12.1	0.094	8·04	0.493	202.3	-0.068	1.96
3	98.1	0.213	12.0	0.078	8·05	0.950	210.0	0.193	1.96
4	97.7	0.135	12.0	0.079	8·03	0.078	211.4	0.225	1.96
5	97.4	0.070	12.1	0.108	8·03	-0.021	208.4	0.134	1.96
6	97.7	0.134	12.0	0.083	8·04	0.223	202.6	-0.060	1.96
7	99.4	0.212	12.6	0.205	8·03	-0.043	210.2	0.191	1.96
8	99.4	0.403	11.8	0.023	8·03	-0.072	206.4	0.066	1.96
9	96.9	-0.014	11.0	-0.119	8·03	0.068	201.0	-0.110	1.96
10	96.6	-0.052	11.1	-0.145	8·03	-0.215	193.7	-0.358	1.96
11(ck)	97.0		11.7		8·03		204.4		

2.3 减数分裂期幼穗激光处理结果

对减数分裂期幼穗进行激光处理时有的组合提高了强度 ,在 M₁、M₂ 代中出现了早熟、长芒和长粒等变异株 ,结果见表 6。

从表 6 可见 ,M₁ 代的 3、15 号 ,M₂ 代的 3、15、16 号处理组合出现了变异株 ,尤其是 M₁ 的 3 号处理组合 ,除了 1 株早熟、长芒变异外 ,其余已成为一稳定的早熟变异株系 ,出穗期比对照早 5 d ,有望成为优良的早熟品种。除了 3 号处理组合外 ,发生变异的 15、16 号处理均为处理时间最长的 ,说明即使是在减数分裂期进行激光处理 ,功率及时间也要达到一定程度才能诱发遗传变异。上述变异的方向及范围见表 7。

表 6 减数分裂期激光处理幼穗遗传变异发生情况

处理号	波长 (nm)	功率 (mw)	时间 (min)	M ₁ 代变异株	M ₂ 代变异株
1	680.0	3-4	2		
2	635.0	3-4	2		
3	780.0	3-4	2	1(早熟、长芒)	1(早熟、有芒)
4	860.0	10-11	2		
5	635.0	7-8	2		
6	632.8	3-6	2		
7	632.8	3-6	5		
8	632.8	63-8	2		
9	632.8	6-8	5		
10	680.0	3-4	5		
11	780.0	3-4	5		
12	860.0	10-11	5		
13	808.0	8-10	2		
14	808.0	8-10	5		
15	632.8	6-8	8	1(早熟、长芒)	4(早熟、长粒等)
16	632.8	6-8	12		4(早熟、大粒等)
17	1 310.0	5	2		
18	1 310.0	5	5		

表 7 减数分裂期激光处理变异性状调查结果

处理号	世代	变异株号	出穗期 (月·日)	株高 (cm)	穗数 (个/株)	穗粒数 (个)	粒长 (mm)	千粒重 (g)	着粒密度	芒性
3	M ₁	1	7·21	94.0	10.0	98.5	7.5	26.4	6.1	稀中
3	M ₂	1	7·26	112.0	14.0	180.9	6.9	21.2	8.9	稀短
3	M ₁	株系	7·30	103.0	11.1	156.0	7.0	22.0	8.2	稀短
15	M ₁	1	7·29	124.0	13.0	215.8	6.8	26.0	8.9	长芒
15	M ₂	1	7·20	99.0	13.0	114.3	7.1	21.4	6.2	稀短
15	M ₂	2	7·26	120.0	15.0	153.7	7.8	24.6	6.8	无芒
15	M ₂	3	7·26	117.0	4.0	134.3	7.2	24.4	6.3	无芒
15	M ₂	4	8·03	101.0	7.0	161.7	7.6	26.6	8.2	无芒
16	M ₂	1	7·22	89.0	12.0	106.5	7.4	26.6	6.6	无芒
16	M ₂	2	8·02	103.0	6.0	155.5	7.0	22.4	7.9	无芒
16	M ₂	3	8·05	99.0	9.0	77.6	7.0	26.2	4.4	稀中
16	M ₂	4	7·28	105.0	12.0	133.2	7.3	26.2	7.5	稀短
19(ck)			8·05	104.2	11.6	166.5	7.0	21.8	8.3	无芒

从表 7 可见 ,早熟变异(比对照早 3 d 以上)的发生频率最高 ,占变异株数的 75% ,其次为千粒重变异(比对照高 2.0 g 以上) ,占变异总株数的 67% ,再次为芒性变异(有芒)和着粒密度变异(低于对照 1.0 以上) ,在变异株数中的比例分别达到了 58.3%和 50%。此外 ,还有植株高矮变异(比对照高或矮 8 cm 以上)和穗子大小(穗粒数)变异(比对照多或少 30 粒以上) ,所占比例分别为 41.7%和 58.3%。在粒型变异中主要表现为长粒变异。

3 结论与讨论

目前 ,水稻激光育种研究在我国乃至世界上仍处于探索阶段 ,处理强度和处理时期均不清楚 ,本

试验通过对水稻种子及减数分裂期幼穗的激光处理,初步明确了处理时间要在 2 min 以上,功率达到 10 mw 左右才能诱发水稻性状发生遗传变异,由于试验年限短,试验次数少,最佳处理强度和处理方法还有待进一步深入研究。但可以肯定的是,适当强度的激光照射在诱发水稻性状发生遗传变异上效果明显,而且性状变异类型丰富,为选育新品种或改良某些品种特性提供了有利条件。

参考文献:

- [1] 庞伯良,等. 湘早籼 21 号的选育与激光育种[J]. 激光生物学报,1998,7(1):45-46.
- [2] 周凌云,等. 激光辐射加电场激励对滇稻生长发育的影响[J]. 光子学报,2002,31(10):1196-1198.

Study on Rice Breeding with Laser

I. Analysis of Variation Induced by Laser Treatment to Seeds and Young Ears at Meiosis Stage

ZHANG Jun-guo, ZHANG San-yuan, et al.

(Rice Research Institute, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Seeds and young ears at meiosis stage of rice variety "Tijing 88" were treated with different wavelength, power and time of laser. Hereditary variation did not appear in seed treatment because the intensity of laser was not enough. Laser treatment to young ears was intensified. As a result, variant appeared in M1 and M2 generation on some combination. Frequency of premature variation was the highest, which account for 75% of total variation. Frequency of variation of weight per grain was the second, which account for 67%. Other variations include characteristic of awn, number of grains per panicle, the spikelet density and plant height, which account for 58%, 58%, 50% and 42% respectively.

Key words: Rice; Laser; Breeding; Variation

~~~~~  
(上接第 16 页)土壤养分和生态平衡的合理使用土壤的方式;②有机栽培推迟水稻的生育期,前期生长较自然栽培晚 1 周左右,后期发育旺盛;③水稻品种生育期在 140 d 以下采用有机栽培技术对提高水稻产量潜力较大,而生育期在 140 d 以上的成熟度下降、结实率低和子粒饱满度差,造成千粒重偏低,产量较自然栽培减少约 5%~10%;④不同类型水稻品种在有机栽培环境下稻米品质有明显提高,蛋白质含量提高,直链淀粉略有下降趋势,食味值提高。因此,水稻有机栽培技术不仅能改良稻田土壤物理性,同时也能提高稻米品质。

然而有机水稻生产仍处于一个新的发展阶段,如何更好地发展有机稻米生产,以下几方面的问题仍需进一步深入研究。

①有机水稻生产技术中品种选用是提高有机稻米产量的关键,由于自然栽培转向有机栽培需要一个转化过程,不同的品种对土壤环境要求也不同。因此,要加快选育适应于有机栽培的品种研究步伐。

②有机肥料施用及其发酵技术是有机稻生产的关键技术。有机肥料主要来自有机废弃物,以畜产废弃物及作物秸秆等为主。大部分以家禽、家畜的粪便为主要有机肥料,但由于这些粪便若发酵不充分,施入稻田中会带来负效应。

③深入研究病虫害的综合防治技术。有机稻米生产中理想的病虫害防治技术是培育健壮稻苗,以自身抗性抵御外来不良环境;结合生物多样性来防治主要病虫害的发生。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院. 中国稻作学[M]. 北京:农业出版社,1986,505-540.
- [2] 曹静明,等. 吉林稻作[M]. 北京:中国农业科技出版社,1993,131-148.
- [3] 张三元,等. 水稻品种稻米品质研究[J]. 吉林农业科学,1988,(4):69-73.
- [4] 李宗铁,等. 连续施用有机肥对水稻生育和品质的影响[J]. 吉林农业科学,1991,(4):66-69.
- [5] 张三元,等. 稻草还田苗带轮作栽培技术研究[J]. 吉林农业科学,2000,(5):3-7.
- [6] 张三元,等. 吉林省优质稻米品质改良目标[J]. 吉林农业科学,1998,(1):5-9.
- [7] 杨振玉. 北方优质粳米开发前景及其对策[J]. 中国稻米,1994,(1).
- [8] 陈玉泉. 稻田养殖与有机水稻生产[C]. 21 世纪作物科技与生产发展学术讨论会论文集. 北京:中国农业科学技术出版社,191-195.