

文章编号: 1003-8701(2005)05-0003-04

水稻激光育种的研究

Ⅱ.糙米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:对水稻吉粳 88 的糙米进行了不同波长、功率及时间的激光处理, 由于处理的功率大、时间长, 各处理组合的成苗率均显著下降, 处理的强度越大, 成苗率越低。但品种性状在绝大多数处理组合内都出现了遗传变异, 而且变异类型丰富, 其中发生频率最高的质量性状为芒性变异, 占全部变异株的 80% 以上, 然后依次为着粒密度、粒长、熟期和株高, 数量性状中单株穗数变异频率最高, 其次为穗粒数, 千粒重变异频率最低, 各类变异为选育新品种奠定了基础, 通过本试验还明确了激光处理的功率在 10~20 mw; 时间 5~10 min 效果较好, 说明激光照射可以作为有效的育种新方法应用于水稻新品种选育。

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, 激光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。湖南省原子能农业利用研究所用 He-Na 激光处理湘矮早 7 号干种子已育成了湘早籼 21^[1], 但激光在粳稻育种上的应用报道还很少, 诱变效果还有较大的随机性^[2]。为了探索适宜的处理方法, 明确激光育种规律, 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、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, 由于处理强度不足, 对种子的处理未产生遗传变异, 对减数分裂期幼穗的处理虽然出现了变异, 但效果还不够理想^[3]。因此, 2004 年对吉粳 88 的糙米进行了更高强度的激光处理, 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

试验品种为水稻吉粳 88(吉 01-124)。

2004 年 3 月末对试验品种糙米胚逐粒进行了不同波长、功率及时间的激光处理, 共设 29 个处理组合, 一个对照(ck 未处理), 每个处理组合分别照射约 300 粒干燥和浸泡 1 d 的糙米, 各处理组合试验参数详见表 1。

处理后的种子按常规栽培方法播种育苗, 4 月 11 日播种, 5 月 22 日插秧, 插秧前调查成苗率, 行株距 26.7 cm×26.7 cm, 由于成苗少, 每个处理组合插 1 行, 生育期间调查变异发生情况, 出穗时按株挂牌记载出穗期, 收获时按处理组合收获变异单株及对照, 室内调查株高、穗数、穗粒数、芒性、粒长和千粒重等性状。

2 结果与分析

2.1 激光处理对成苗率的影响

收稿日期: 2005-05-10

基金项目: 吉林省自然科学基金资助项目(20020671)

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 1 2004 年激光处理糙米试验参数

序号	波长 (nm)	功率 (mw)	照射时间 (min)	处理粒数		序号	波长 (nm)	功率 (mw)	照射时间 (min)	处理粒数	
				干燥	浸泡					干燥	浸泡
1	632.8	5	5	300	315	16	808.0	10	10	236	300
2	632.8	5	10	300	301	17	808.0	20	2	275	301
3	632.8	5	15	308	294	18	850.0	10	5	303	301
4	632.8	20	2	297	294	19	850.0	10	10	299	305
5	632.8	20	5	230	294	20	850.0	20	2	300	296
6	635.0	5	5	302	306	21	980.0	5	5	298	298
7	635.0	5	10	192	301	22	980.0	5	10	296	298
8	650.0	5	5	313	279	23	980.0	15	2	293	298
9	650.0	5	10	300	310	24	1310.0	5	5	297	294
10	650.0	15	2	293	298	25	1310.0	5	10	296	304
11	680.0	5	5	295	299	26	1460.0	5	5	292	305
12	680.0	5	10	247	294	27	1460.0	5	10	304	292
13	780.0	5	5	300	270	28	1550.0	5	5	295	306
14	780.0	15	2	328	298	29	1550.0	5	10	297	285
15	808.0	10	5	321	298	ck	-	-	-	300	-

表 2 2003 年各激光处理组合的成苗率

处理号	波长(nm)	时间(min)	功率(mw)	成苗率(%)
GD 1	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	1310.0	2	5	74.6
10	1550.0	2	3	72.0
ck	-	-	-	70.3

从表 2 可知,与 ck 即未进行激光处理比较,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,其他处理组合的成苗率多数高于对照。由于种子在激光的作用下能把适宜的光子摄入其细胞,增强细胞的生物能力,促进种子的发育,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,反而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,不论是浸泡与否,结果趋势一致(表 3)。与表 2(2003 年结果)相比,2004 年各处理组合的成苗率显著下降,糙米处理是成苗率低的原因之一。因为 2003 年处理的是带颖壳的种子,而糙米本身的出苗能力和出苗后抗逆性能都很弱,所以,2004 年 ck(糙米)的成苗率比 2003 年 ck 下降了 31.3%,这是激光处理之外的原因。2004 年各处理组合成苗率极低的另一个重要原因是激光处理的强度(功率及时间)明显增大,有的处理组合处理强度成倍增加,从而导致种胚生活力下降甚至死亡。虽然 2004 年各处理组合的成苗率很低,但性状在田间却出现了各种类型的遗传变异,后面将进行调查分析,而 2003 年的处理强度,没有引起有效的遗传变异。因此,要进行水稻激光育种,处理的强度应该达到 2004 年(表 1)的处理水平。

表 3 2004 年各激光处理组合的成苗率

组合号	波长 (nm)	功率 (mw)	照射时间 (min)	成苗率(干燥) (%)	成苗率(浸泡) (%)	组合号	波长 (nm)	功率 (mw)	照射时间 (min)	成苗率(干燥) (%)	成苗率(浸泡) (%)
1	632.8	5	5	9.3	7.3	16	808.0	10	10	3.4	2.7
2	632.8	5	10	5.3	7.0	17	808.0	20	2	5.7	4.3
3	632.8	5	15	3.9	6.5	18	850.0	10	5	6.9	5.6
4	632.8	20	2	4.4	3.4	19	850.0	10	10	6.7	2.6
5	632.8	20	5	3.8	3.4	20	850.0	20	2	10.7	10.8
6	635.0	5	5	5.0	9.0	21	980.0	5	5	5.4	9.1
7	635.0	5	10	2.1	8.8	22	980.0	5	10	6.7	0.7
8	650.0	5	5	8.3	9.3	23	980.0	15	2	8.5	5.0
9	650.0	5	10	3.0	5.5	24	1310.0	5	5	4.7	7.0
10	650.0	15	2	5.8	2.7	25	1310.0	5	10	5.4	5.6
11	680.0	5	5	7.8	4.3	26	1460.0	5	5	6.8	5.2
12	680.0	5	10	6.7	3.1	27	1460.0	5	10	6.9	4.8
13	780.0	5	5	9.0	9.3	28	1550.0	5	5	5.8	9.2
14	780.0	15	2	3.0	7.7	29	1550.0	5	10	5.7	9.1
15	808.0	10	5	6.7	5.7	ck	-	-	-	39.0	39.0

2.2 糙米激光处理诱发的遗传变异分析

虽然糙米激光处理的成苗率很低,但由于处理的强度大,终于诱发了各种遗传性状变异,各处理组合发生变异的株数及方向见表 4。

表 4 糙米激光处理各组合变异发生株数统计

处理号	波长 (nm)	功率 (mw)	时间 (min)	插秧株数		变异发生情况			
				未浸泡	浸泡	未浸泡发生变异株	变异方向	浸泡发生变异株	变异方向
1	632.8	5	5	-	17	-	-	-	-
2	632.8	5	10	-	22	-	-	1	有芒、散穗
3	632.8	5	15	-	16	-	-	2	晚熟、散穗
4	632.8	20	2	-	8	-	-	-	-
5	632.8	20	5	9	8	-	-	-	-
6	635	5	5	10	19	-	-	-	-
7	635	5	10	3	29	-	-	-	-
8	650	5	5	4	22	1	晚熟	-	-
9	650	5	10	27	12	1	早熟	1	晚熟
10	650	15	2	12	2	-	-	-	-
11	680	5	5	10	10	1	散穗、芒长	-	-
12	680	5	10	20	9	1	散穗、粒大	-	-
13	780	5	5	27	24	1	晚熟	1	早熟
14	780	15	2	10	24	1	长粒	2	粒大、长粒
15	808	10	5	9	17	1	长粒、有芒	-	-
16	808	10	10	20	0	1	-	-	-
17	808	20	2	30	8	3	长粒、散穗	-	-
18	850	10	5	17	8	3	长粒、长芒	-	-
19	850	10	10	20	1	-	-	-	-
20	850	20	10	32	20	-	-	1	早熟
21	980	5	5	11	20	-	-	-	-
22	980	5	10	19	1	1	长粒、散穗	-	-
23	980	15	10	25	12	4	长粒、矮秆	-	-
24	1310	5	5	10	25	-	-	2	长粒、晚熟
25	1310	5	10	13	17	1	早熟、长粒	1	早熟
26	1460	5	5	20	8	-	-	1	着粒稀多芒
27	1460	5	10	24	14	2	早熟、长粒	1	极早熟
28	1550	5	5	15	28	1	晚熟	-	-
29	1550	5	10	13	26	2	芒长着粒稀	-	-
ck	-	-	-	34	34	-	-	-	-

注:未浸泡糙米 1~4 号处理组合因苗丢失未插秧。

从表 4 可见,各处理组合出现变异的规律不明显,在波长方面,只有 635 nm 处理的未发生变异,变异频率高的几个处理组合(17、18 和 23)的波长分别为 808、850 和 980 nm,在功率上,出现变异较多的组合多集中在 10~20 mw,在处理时间上,从 2~15 min 均有变异发生,没有规律性。从变异方向来看,类型比较丰富,出现频率高的主要是多芒、长粒、散穗和早熟等变异,各变异株性状调查结果见表 5。

表 5 糙米处理各变异株性状调查结果

处理号	是否浸泡	变异株	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 (个/cm)	芒性
2	是	1(散穗)	8·09	95.0	18	128.9	6.9	23.2	7.3	长芒
3	是	1(散穗)	8·09	107.0	17	136.8	7.3	24.4	7.4	无芒
	是	2(散穗)	8·09	98.0	26	141.5	6.8	21.6	8.4	长芒
8	否	1	8·11	97.0	10	208.7	6.3	19.8	10.9	无芒
9	否	1	8·05	105.0	16	204.1	6.4	22.2	9.6	稀短
	是	2	8·11	98.0	11	178.4	6.9	21.2	9.3	无芒
11	否	1(散穗)	8·10	94.0	17	145.3	6.7	21.2	7.6	长芒
12	否	1(散穗)	8·08	103.0	18	115.6	6.9	22.4	6.2	稀短
13	否	1	8·11	96.0	12	171.2	6.7	20.0	9.2	稀短
	是	1	8·04	106.0	28	166.7	6.7	22.2	8.5	无芒
14	是	1	8·09	103.0	22	146.8	7.2	24.0	7.5	稀短
	是	2	8·10	98.0	20	146.4	7.0	21.4	8.5	稀短
15	否	1	8·10	95.0	17	119.2	7.7	21.4	6.2	稀短
17	否	1	8·10	95.0	33	125.5	7.4	21.8	6.7	多芒
	否	2	8·10	96.0	37	130.4	7.7	21.8	6.8	多芒
	否	3(散穗)	8·10	93.0	30	123.6	7.5	21.6	6.6	多芒

续表 5

处理号	是否浸泡	变异株	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 (个/cm)	芒性
18	否	1	8·04	105.0	17	171.4	6.8	22.4	8.8	稀短
	否	2	8·08	93.0	25	119.2	8.0	22.2	6.3	多芒
	否	3	8·10	93.0	17	120.9	7.3	21.2	6.4	稀短
20	是	1	8·04	104.0	27	160.2	6.7	22.2	8.3	短芒
	否	1(散穗)	8·09	101.0	22	129.1	7.0	21.6	6.9	多芒
23	否	1	8·10	87.0	24	128.3	7.4	21.6	6.6	长芒
	否	2	8·10	94.0	23	129.1	7.8	21.2	6.8	稀短
	否	3	8·10	90.0	27	133.2	7.8	22.2	7.0	长芒
	否	4	8·10	86.0	20	121.7	8.1	21.4	6.6	长芒
24	是	1	8·4	104.0	22	156.0	6.7	21.4	8.2	无芒
	是	2	8·11	104.0	21	152.8	6.9	21.8	8.4	稀短
25	是	1(散穗)	8·05	103.0	32	142.6	6.6	22.2	7.9	短芒
	否	2	7·29	95.0	19	127.8	7.2	22.8	7.4	稀短
26	是	1	8·08	94.0	18	118.9	6.6	21.6	7.0	多芒
27	是	1	7·24	93.0	31	117.0	7.3	23.2	6.8	稀短
	否	2	8·04	99.0	28	126.6	7.0	21.6	7.1	稀短
	否	3	8·09	90.0	27	101.6	7.7	20.6	5.8	长芒
28	否	1	8·12	102.0	18	154.1	7.2	20.6	8.1	稀短
29	否	1	8·09	95.0	20	132.3	7.2	20.2	7.4	长芒
	否	2	8·11	88.0	8	120.1	6.7	20.8	7.4	无芒
ck	否	-	8·08	98.0	18	148.7	6.8	22.3	8.3	无芒

各性状变异范围见表 6。

表 6 各性状的变异幅度和变异系数

性状	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 (个/cm)	芒性
变异幅度	7.24~8.12	86~107	8~37	102~209	6.3~8.1	19.8~24.4	5.8~10.9	无~长
变异系数(%)	3.32	5.75	30.58	17.07	6.35	4.48	14.57	-
对照(ck)	8.08	98	18	149	6.8	22.3	8.3	无

从表 5、6 可见,在质量性状中,芒性的变异(有芒)频率最高,占全部变异株的 80%以上,变异幅度也很大,从少到多,从短到长,其次为着粒密度,变稀、密(比 ck 低或高 1.0 以上)的比例达到 50%以上,其中多是使穗型变散的变异,再次为粒长,长粒变异(比对照长 0.4 mm 以上)达到了 45%以上,还有熟期变异,早熟或晚熟(比对照早或晚 4 d 以上)变异所占比例也达到了 19%以上,株高也出现了明显变异,即有矮秆变异(比对照矮 8 cm 以上),也有高秆(比对照高 8 cm 以上)变异。每株穗数和每穗粒数均为数量性状,易受环境条件影响,遗传力较低,难以直接比较评价。本试验结果表明,与对照相比,多数变异株穗数较多,而每穗粒数则明显减少。每株穗数的变异大于穗粒数的变异。千粒重虽然是数量性状,但遗传力较高,变异幅度最小,不少变异株虽然粒型发生了由短到长的变化,但千粒重并未增加,有的反而有所下降。

3 结语与讨论

本研究通过对水稻糙米进行各种组合的激光照射,探索最佳的处理组合和方法,明确激光的诱变效果,为利用激光进行水稻新品种选育提供科学依据。经过 2004 年的研究,基本上探明了激光在水稻育种上的效果,简要归纳如下:

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,性状变异广泛,为选育水稻新品种奠定了遗传基础,糙米处理变异频率高的质量性状有芒性、着粒密度、粒型和熟期等,数量性状中单株穗数的变异频率最高,其次为每穗粒数,千粒重最低。育种者可以根据育种目标,对有利的变异进行选择,进而育成新的优良品种。

关于激光处理的波长、时间和功率问题,由于 2003 年对种子处理的强度(功率、时间)不足,未发生真正的遗传变异^[1],2004 年对糙米处理的强度又略显过强,虽然诱发了变异,但由于成(下转第 16 页)

90 年代中期,由吉 853 组配的玉米单交种吉单 180 和吉单 321 等品种通过审定和推广,推动了吉林省玉米育种和生产的发展。新世纪初吉单 209、四单 111、吉单 342、吉单 257、吉新 203 和通吉 100 等新品种通过审定,在生产上推广应用,由于商品品质好,适应了市场经济发展对优质、高产稳产和抗病玉米品种的需要,推广面积迅速增加,到 2004 年达 50 多万 hm^2 , 占全省玉米播种面积的 1/4 以上,成为一批新的主推品种,促进了我省玉米生产的大发展,粮食产量连续几年创历史最高水平。

参考文献:

- [1] 陈学军. 吉林省农作物品种志[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 吴景锋. 我国主要玉米杂交种种质基础评述[J]. 中国农业科学, 1983, (2): 1-8.
- [3] 曾三省. 中国玉米杂交种的种质基础[J]. 中国农业科学, 1990, 23 (4): 1-9.
- [4] 王懿波. 玉米主要种质遗传类群划分与利用[J]. 华北农学报, 1991, (增刊).
- [5] 刘兴武, 等. 东北春玉米育种现状、问题及发展对策[J]. 吉林农业科学, 2002, (5): 20-23.
- [6] 刘兴武, 等. 十个玉米自交系主要数量性状配合力分析[J]. 吉林农业科学, 1990, (2): 25-29.
- [7] 徐国良, 等. 玉米自交系吉 853 的选育和利用[J]. 玉米科学, 2000, (2): 8.

(上接第 6 页)

苗率过低, 插秧株数太少, 发生变异的规律不明显, 无法确定最佳处理组合, 但综合两年的试验结果看出, 不论波长如何, 功率低时处理时间就要长些, 功率高时处理时间可短些。笔者认为, 处理时间以 5~10 min、功率 10~20 mw 为宜。波长还需要进一步研究。

关于处理方法, 由于处理糙米成苗率太低, 幼穗处理时间不易掌握, 所以最简便有效的方法还是处理种子, 照射的部位为胚。处理的种子数不能太少, 每个处理组合应达到 300 粒以上。

综上所述, 通过两年激光育种试验, 明确了激光照射处理可以作为有效的育种方法应用于水稻新品种选育上, 激光育种不仅方法简便易行, 而且创造的遗传变异类型丰富, 为选育新品种或改良某些品种的特性提供了有利条件。例如本试验处理的超级稻新品种吉粳 88(吉 01-124), 优点是穗大、抗倒、抗病、优质、高产, 缺点是熟期偏晚, 子粒太小(千粒重过低, 只有 22 g 左右), 采用激光处理的目的就是使其熟期变早、子粒变大, 现已出现了我们所期望的变异类型, 明年将继续鉴定比较, 有望选出早熟、千粒重中等、分蘖力增强的新品种。

参考文献:

- [1] 庞伯良, 等. 湘早籼 21 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溱稻生长发育的影响[J]. 光子学报, 2002, 31(10): 1196-1198.
- [3] 张俊国, 等. 水稻激光育种研究 I [J]. 吉林农业科学, 2005, 30(2): 17-20.

Studies on Rice Breeding with Laser Treatment

II. Analysis on the Variation of Brown Rice Treated with Laser

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

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

Abstract: "Jijing 88", a variety of brown rice was treated with laser at different wavelength and power to induce variation. The results showed that the more treated times and the stronger of power, the less of seedling obtained. Many characters of the variety appeared genetic variation. Among quality characters the awn changed the most, which account for 80% of total plants. Then is grain density, grain length, maturing time and plant height. Among quantitative characters the tiller rate changed the most. Then is grain per panicle and grain weight. The experiment demonstrated that laser treatment at the power of 10-20 mw and 5-10 min could get ideal effect. So the laser treatment could be a new method in rice breeding.

Key words: Rice; Laser; Breeding; Variation