

激光对水稻诱变试验简报*

生物系植生遗传学教研室**

激光在遗传育种上的应用尚在启蒙阶段。为了探索激光照射水稻种子的生物学效应以及培育良种新途径的有关规律,我们自1973年2月开始进行了初步研究,现将实验情况简报如下。

材料与 方法

水稻品种:“科外选”(我系农民教师从“科六”系统选育)、“珍珠矮11号”(今年增加的试验材料)。

激光器:氩离子及CO₂激光器。1973年仅用氩激光器,光色蓝绿光,波长4880及5145 Å(埃),输出功率0.5~0.8瓦,距光源1米光斑直径1cm,辐照功率密度0.625~1瓦/厘米²。今年增设氩激光聚焦加大功率密度照射,光色与波长同前,但聚焦后辐照功率密度42瓦/厘米²;CO₂激光器为红外光,波长10.6 μ(微米),光斑(半径)0.5cm,辐照功率密度为20瓦/厘米²。

照射方法:种子先经消毒,分别用浸种24小时的湿种子及催芽至刚露白的萌动种子进行照射。氩离子激光照射时,用直径0.5cm橡皮圈将种子并列圈成一束,每束5~8粒,种胚均向光源固定在木板上,竖于离光源1米左右处,使光束直射全部种胚;CO₂激光则采用自控时间转盘仪插上种子,种胚向光源,逐粒照射。

照射组合:1973年用氩激光处理时间为5秒与2、5、10、20、30、60分钟;今年用氩激光聚焦照射时间为30分钟,CO₂激光处理时间为1.5、2.5、2.8、3、4、5秒(8秒时种子即烧焦)及对照组。处理后即将种子置于垫有湿滤纸的培养皿中,放在26°C温箱内催芽,然后沙培或植于土壤。田间管理措施基本一致。此后观察各代生长发育及各个性状的变异情况。

1973年早造用氩离子处理的各组材料大多数单株收种,少数混收,于晚造栽培第二代(L₂)。今年春已将二代选下的变异株或经济性状较好的小区收获的种子继续栽培L₃代进行观察选育。

*1974.4.20接稿

**本研究工作得到我校物理系激光教研室同志的协作

试验初步结果

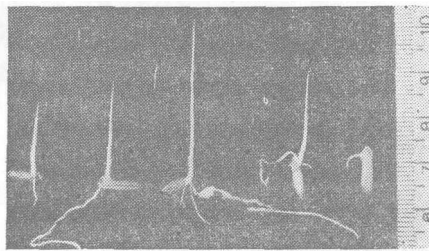
致死效应与辐射损伤：氩离子激光处理多批材料，均未见致死现象，而以CO₂激光处理则有显著的致死作用，同时随着照射时间的增加而致死率相应提高，并在一些组合中出现有萌发异常情况（见下表）。

各种激光与剂量处理水稻种子后其生长发育的情况

激光 器类 型	照射 剂 量 功 率 密 度 (瓦/厘米 ²)	时 间	水 稻 品 种	处 理 时 种 子 状 况	处 理 种 子 数 (粒)	发 芽 数 (粒)		死 亡 数 %		萌 发 异 常 情 况*			萌 发 日 期
						粒 数	%	有 根 无 芽	有 芽 无 根	多 根			
CC ₂ 激 光 器	20	1.5秒	科外选	湿种子	32	32	0	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
		2.5"	"	"	42	37	5	11.9	0	0	0	0	3月28日至3月20日
		3"	"	"	72	57	15	20.8	4	7	9	0	3月28日至3月13日
		4"	"	"	29	7	22	75.9	0	0	0	0	2月28日至3月7日
		5"	"	"	45	7	38	84.4	1	1	0	0	2月28日至3月7日
		对照	"	"	50	50	0	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
	1.5秒	珍珠选	湿种子	217	167	50	23.0	1	5	69	0	0	2月28日至3月14日
	2.8"	"	"	115	57	58	50.4	0	0	35	0	0	2月28日至3月7日
	3"	"	"	38	18	20	52.6	0	4	7	0	0	2月28日至3月7日
	对照	"	"	50	50	0	0	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
氩 离 子 激 光 器	42	30分	珍珠选	湿种子	6	6	0	0	0	0	0	0	3月6日至3月12日
		对照	"	"	30	30	0	0	0	0	0	0	同上
		30分	科外选	湿种子	5	5	0	0	0	0	0	0	同上
		"	"	萌动种子	5	5	0	0	0	0	0	0	同上
		对照	"	"	30	30	0	0	0	0	0	0	同上

* 萌发异常情况中：有根无芽为激光处理后在培养皿中催芽至播种时，胚根长已1cm 以上尚无胚芽长出；有芽无根则是种子先萌发胚芽（一般正常种子先发胚根，后发胚芽）至0.5cm 以上，于播种时尚无胚根长出；多根则为经处理后种子萌发一开始即长出2—6条支根。这些情况似为CO₂激光处理所引致的异常现象。

生长发育影响：以氩激光照射湿种子及萌动种子30分钟以内及CO₂激光照射湿种子4秒以内的各个组合，大多数在当代(L₁)对胚芽生长发育均有促进作用。而氩激光照射60分钟及CO₂激光照射4秒以上的则有抑制现象（照片1）。氩激光处理的种子经培育二代观察的结果：照射30分钟组合中的L₁（16株）分蘖、长势均较好，尤以抽穗较早；照射60分钟的16株抽穗则较对照迟（图1）。但是，在L₂（二代）中情况却有相反，30分钟组16个小区的群体中均没有比对照开始抽穗日期提



照片1 CO₂激光照射水稻对胚芽萌发的影响。
 左1.对照 右2.处理4秒
 左2.处理1.5秒 右1.处理5秒
 中间处理2.5秒 (有胚无根)

早，而60分钟组中有5个小区364株中出现13株比对照抽穗提早1~7天(图2)。另外，在湿种子20分钟组的群体中，亦有个别甚至提早抽穗10天。

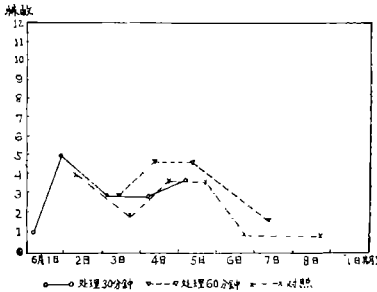


图1 氩激光处理水稻种子L₁的抽穗期比较

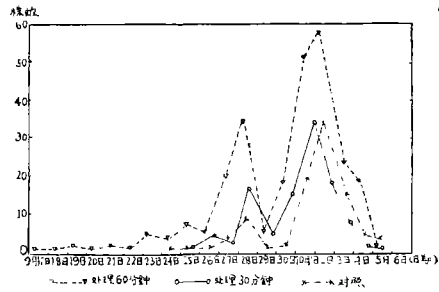
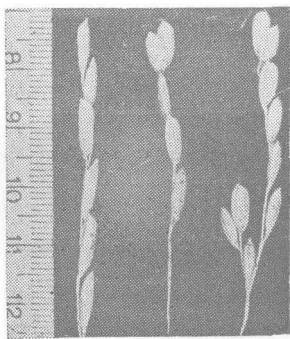


图2 氩激光处理水稻种子L₂的抽穗期比较

L₂穗形与粒数的变异: 根据数理统计,各处理组合随机取样30株与对照平均数标准误差按 $s\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = s\sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}$ 公式计算,然后按两均数相差之t值公式: $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s\sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 N_2}}}$ 求出t值。其统计结果: 60分钟群体主穗长度16个小区中第1区 $t = 2.065$, 30分钟群体16个小区中第20区 $t = 2.18$, 第31小区 $t = 3.11$; 穗粒数第31小区 $t = 3.40$ 。P值均小于5%。说明在L₂中这些小区主穗长度与穗粒数的变异是显著的。



照片2 氩激光照射20分钟的L₁(右)及L₂(中)的粒型及小枝硬顶端谷粒近于重迭的现象。左为“科外选”对照。

粒型变异: “科外选”粒型长窄,浅黄褐色。在20分钟照射湿种子组的一个单株L₁出现粒型短而稍扁,谷壳黄白色,比对照早熟,类似珍珠矮的新类型,但腹白较珍珠矮小。这一单株后代L₂群体熟期进一步提早而且穗的每一枝梗顶端第一、二粒谷接近重迭(照片2),这些均与珍珠矮相异。

叶形与叶色素的变异: 氩激光处理30、60分钟组的L₂中,出现有剑叶缩短与皱捲的畸型,并有全株或个别分蘖出现叶、叶鞘黄白条纹的变异。

此外,还表现群体生势较好、整齐,一般有6~7个有效分蘖,结实率高,千粒重30克以上等。

讨 论

利用激光照射水稻种子诱发遗传性变异, 从我们1973年所进行的试验看来, 输出功率0.5~0.8瓦的氩离子激光照射20分钟以上可以达到一定的效果。如照射湿种子20分钟, 萌动种子30、60分钟均可观察到一些性状的变异。这对生产上的应用, 以及遗传理论的研究均具有一定的意义。

激光诱发遗传性变异初步看来有如下的情况:

一、诱发频率较高。1973年用氩激光照射的种子两批不到100粒, 但一、二代出现的变异有熟期提早, 穗型、粒型变异, 剑叶畸形, 黄白条纹叶片出现频率较高, 变异植株约为总植株的1%;

二、氩激光照射在本试验范围内已诱发变异, 而对群体的生长发育没有明显的破坏作用, 甚至在促进生长的情况下仍有变异发生。如照射20、30分钟的植株L₁代生长比对照好, 而L₂代仍出现变异;

三、变异在单株选择下似易趋于稳定。但这仅在湿种子处理20分钟的一株变异后代中观察到, 仍需进一步试验观察;

四、照射光斑太小, 每次照射种子数量不多, 特别是在聚焦情况下每次只能照射1粒, 成本较高, 如光斑放大则功率密度下降。如何探求出照射的有效功率阈值, 以低成本达到最大效应, 是有待今后解决的问题。

五、从图1与图2的熟期提早方面分析, 似乎第1代提早抽穗的30分钟组合, 在第二代不见提早; 而第一代抽穗较迟的60分钟组合, 在第二代反而有所提早(1~7天)。这种现象, 是否可以认为第一代出现的抽穗迟早是生理上的原因, 而第二代则可能是遗传性变异所引起。而且, 从其他变异性状综合来看, 60分钟的后代(L₂)出现变异频率稍高, 30分钟虽亦有其他变异, 但频率较低。

六、不同的激光处理对水稻所产生的作用效应有所不同。氩离子激光处理较低功率密度(0.625~1瓦/厘米²)及聚焦加大功率密度(42瓦/厘米²)的各个处理组合中, 当代均没有发生致死情况且萌发正常, 而CO₂激光处理则产生致死和萌发异常, 这表明CO₂激光处理与氩离子激光处理的效果不同, 从CO₂激光处理8秒种子即被烧焦这一点看来, 可能主要是热效应所引起。

主要参考资料

- [1] 《突变育种手册》 科学出版社 (1972年)
- [2] 《激光》 上海人民出版社 (1972年)
- [3] Saks, N. M., Cell biology by laser, Laser applications in medicine and biology Vol.1, P.67—86. 1971.