

激光对水稻的诱变试验

中山大学 生物系植生遗传学教研室
物理系光学教研室

激光在遗传育种上的应用尚在实验阶段。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”（生物系农民教师从“科六”系统选育）、“珍珠矮11号”（74年增加的试验材料）。

激光器：氩离子及CO₂激光器。1973年仅用氩激光器的蓝绿光，波长4880埃及5145埃，输出功率0.5~0.8瓦，距光源1米光斑直径1厘米，辐照功率密度0.625~1瓦/厘米²。74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微米，光斑（半径）0.5厘米，辐照功率密度为20瓦/厘米²。

照射方法：种子先经消毒，分别用浸种后24、48、72小时的湿种子及催芽至刚露白的种子进行照射。氩离子激光照射时，用直径0.5厘米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；74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、3、4、5秒（6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）。74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。

试验初步结果

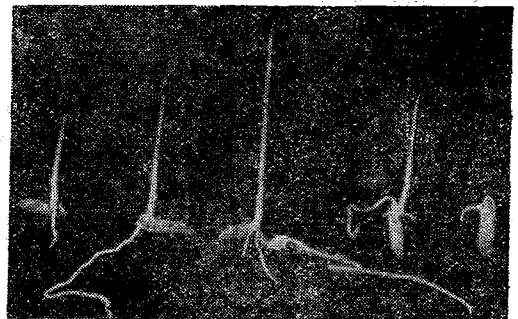
致死效应与辐射损伤：氩离子激光处理多批种子，均未见致死现象，而以CO₂激光处理则有显著的致死作用，同时随着照射时间的增加而致死率相应提高，并在一些组合中出现有萌发异常情况（见下表）。

各种激光与剂量处理水稻种子后的生长发育情况

激光器类型	照射剂量		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
	功率密度(瓦/厘米 ²)	时间					粒数	%	有根无芽	有芽无根	多根	
CO ₂ 激光	20	1.5秒	科外选	湿种子	32	32	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
		2.5 "	"	"	42	37	5	11.9	0	0	0	2月28日至3月20日
		3 "	"	"	72	57	15	20.8	4	7	9	2月28日至3月13日
		4 "	"	"	29	7	22	75.9	0	0	0	2月28日至3月7日
		5 "	"	"	45	7	38	84.4	1	1	0	2月28日至3月7日
		对照	"	"	50	50	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
		1.5秒	珍珠矮	湿种子	217	167	50	23.0	1	5	69	2月28日至3月14日
		2.5 "	"	"	115	57	58	50.4	0	0	35	2月28日至3月7日
		3 "	"	"	38	18	20	52.6	0	4	7	2月28日至3月7日
		对照	"	"	50	50	0	0	0	0	0	2月28日至3月7日
氩离子激光	42	30分	珍珠矮	湿种子	6	6	0	0	0	0	0	3月6日至3月12日
		对照	"	—	30	30	0	0	0	0	0	同上
		30分	科外选	湿种子	5	5	0	0	0	0	0	同上
		" "	"	露白种子	5	5	0	0	0	0	0	同上
		对照	"	—	30	30	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1厘米以上尚无胚芽长出;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0.5厘米以上,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。这些情况均为CO₂激光处理所引起的异常现象。

生长发育影响: 以氩激光照射湿种子及露白种子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,尤其是抽穗较早;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。



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)

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

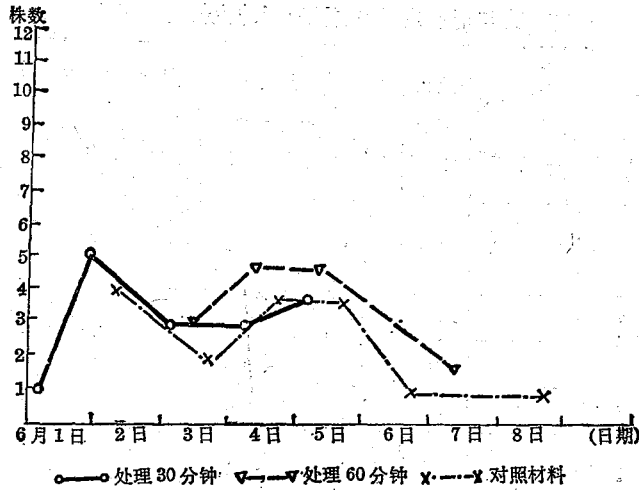


图1 氩激光处理水稻种子 L_1 的抽穗期比较

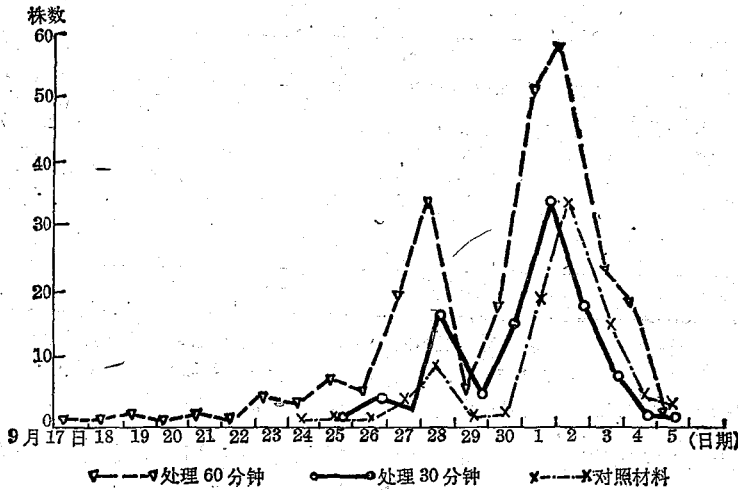


图2 氩激光处理水稻种子 L_2 的抽穗期比较

差之 t 值公式: $t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ 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 $t=3.40$ 。 ρ 值均小于 5%。说明在 L_2 中这些小区主穗长度与穗粒数的变异是显著的。

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 L_1 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 L_2 群体熟期进一步提早而且穗的每一株梗顶端第一、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 分钟的 L_2 中, 出现有剑叶缩短与皱卷的畸型, 并有全株或个别分蘖出现叶、叶鞘黄白条纹的变异。

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



照片2 氩激光照射20分钟的 L_1 (右)及 L_2 (中)的粒型及小枝梗顶端谷粒近于重迭的现象。左为“科外选”对照。

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,露白种子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等,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 L_1 代生长比对照好,而 L_2 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果,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(L_2)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。用较低功率密度(0.625~1瓦/

厘米²)及聚焦加大功率密度(42瓦/厘米²)的氩离子激光处理的各个组合中,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现象,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6秒种子即被烧焦这一点看来,可能主要是热效应所引起。

七、现在,我们正进行第五代L₅育种工作,从74年晚造结果来看,第四代仍然有激光这诱变的现象,样对遗传和育种有一定的意义。第四代的资料及进一步的实验正在进行。

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.

《激光》杂志征稿简则

一、《激光》杂志是报导我国激光研究的进展和成果、普及与提高相结合的专业性刊物。它以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导,坚持理论联系实际,遵照“百花齐放、百家争鸣”的方针,通过学术经验的交流和讨论,促进激光研究成果的推广和激光技术的发展,为我国社会主义革命和社会主义建设服务。

二、本刊主要登载下列内容的文章:

- (1) 在激光研究中,学习和运用马克思列宁主义、毛泽东思想的心得体会;宣传唯物辩证法、批判唯心论和形而上学的心得体会;
- (2) 我国激光研究与应用的进展与成果(包括实验研究、技术革新、理论探索等);
- (3) 关于激光研究新成就、新发展、新动向的评述以及不同学术观点的讨论;
- (4) 关于国内激光重要学术活动的报导。

三、来稿注意事项:

- (1) 文稿要观点明确,数据可靠,内容力求言简意明,做到清稿定稿。文前附本文提要。
- (2) 文中引用马克思、恩格斯、列宁、斯大林和毛主席的语录,请注明出处,以便核对。
- (3) 文稿务必用钢笔(切勿用圆珠笔、复写或油印)在稿纸上缮写清楚,切勿潦草,标点符号置于行内,亦占一格。简体字只限于采用已公布者,切勿自造或误用。稿中外文字母、符号须分清大、小写,正、斜体,希腊字母或拉丁字母;用作上标或下标的字母、数码或符号,其位置高低须区别明显;如要用黑体字请于字下加波线。文中容易混淆的外文字母、符号,在第一次出现时,请用铅笔在稿纸旁边注释。
- (4) 文中插图,须用黑墨按工程图标准精绘在洁白绘图纸或描图纸上,要求墨浓黑、线条光洁均匀,图中文字一律用软铅笔书写清晰,以便贴印刷字体后制版。图的大小一般在14×20厘米与8×10厘米之间为宜。文中插图的文字说明,请于稿纸上插图所在位置注明。照片务求黑白分明,层次清晰。
- (5) 参考资材与注释各用数字标明次序。注释写在加注处同页下端。参考资材目录尽量用打字;如果手写,必须仿印刷体书写,集中附列于文末,尚未正式公开发表的资材请勿引用和列入。资材目录写法为:作者,书刊名称,年份,卷数,期别,页数。
- (6) 作者须自留底稿。来稿经审阅后,如有必要得请作者修改。
- (7) 本刊不登之稿当妥为退还。
- (8) 来稿请注明作者真实姓名、服务机关及详细通讯地址。
- (9) 来稿请寄:上海市8211邮政信箱《激光》杂志编辑部。