

激光对大豆生物效应的研究

Abstract: Dry seeds of cultivated soybean "Mancangjin" and "Fengshou 11" were treated with N_2 , Nd glass and He-Ne lasers. In the M_1 generation, some of the plants showed significant morphological and physiological damage, and chromosome aberration was observed in root tips mitosis and PMCS meiosis from seeds treated with N_2 and Nd glass lasers. In the M_2 generation, stable dwarf mutants were produced from seeds treated with Nd glass and He-Ne lasers. Dwarf mutants showed erect habit, increased number of pods and seeds/plant compared with a control.

一、前言

研究激光的生物效应,对激光技术的应用及激光辐射的安全防护具有重要意义。关于激光对生物体的损伤^[1,2]和激光对生物细胞的作用^[3]已有某些报道。本文的目的是通过激光对大豆形态生理、细胞和遗传的作用,研究激光生物效应的特点,为激光技术在农业和医学上的应用提供参考。

二、材料与方 法

应用 N_2 、钕玻璃和 He-Ne 激光,以不同剂量处理大豆品种满仓金和丰收 11 的干种子(表 1)。 N_2 激光的处理由长春应用化学研究所照射,钕玻璃和 He-Ne 激光处理由哈尔滨激光研究所照射。照射部位为种子脐部,种子处理后于哈尔滨师范大学生物系农园种植。自 1975 年到 1978 年,连续观察 4 代。

表 1 应用的激光种类和处理品种

激光种类	功率密度	处理时间	处理品种	处理种子数	播种种子数	成活株数
N_2	100 焦耳/厘米 ²	5 秒	满仓金	50	50	36
			丰收 11	50	50	32
		10 秒	满仓金	50	50	24
			丰收 11	50	50	22
钕玻璃	60 焦耳/厘米 ²	脉冲 5 次	满仓金	60*	50	31
			丰收 11	50	50	26
		脉冲 10 次	满仓金	60*	50	25
			丰收 11	50	50	21
He-Ne	7 毫瓦/厘米 ²	5 分	满仓金	50	50	40
			丰收 11	50	50	35
		10 分	满仓金	50	50	37
			丰收 11	50	50	29
对 照			满仓金		50	43
			丰收 11		50	38

* 其中 10 粒种子作根尖细胞学观察。

表2 处理当代植株形态和生理的变异

品 种	激光种类	处理时间	成活株数	植株形态和生理的变异				变异植株	
				双主茎	畸形叶	矮化株*	晚熟株**	总数	频率%
满仓金	N ₂	5秒	36						
		10秒	24	1	2		3	12.50	
	钹玻璃	脉冲5次	31						
		脉冲10次	25	2	2	1	5	20.00	
	He-Ne	5分	40						
		10分	37						
	对照		43						
丰收11	N ₂	5秒	32						
		10秒	22		1		1	2	9.09
	钹玻璃	脉冲5次	26						
		脉冲10次	21		1	1	1	3	14.29
	He-Ne	5分	35						
		10分	29						
	对照		38						

* 矮化株的株高30~40厘米(对照株高90~110厘米)。

** 晚熟株比对照晚熟10~15天(对照生育期为90~100天)。

处理当代(M₁),按随机排列的田间小区种植。行距70厘米,一粒点播,株距10厘米。处理二代(M₂),将M₁代单株收获的种子进行株行播种,按小区种植。处理三代(M₃),将M₂代按小区混合脱粒,随机选择播种,取样观察。

细胞学观察,选择合适的M₁代根尖和花芽,经8-羟基喹啉前处理,固定于酒精醋酸(3:1)液中,用醋酸洋红和铁矾苏木精染色,制成临时或永久压片。操作过程参照文献[4]的方法。

三、结果与讨论

1. M₁植株的形态和生理效应

经激光处理的大豆种子,在处理当代(M₁)的植株中出现各种各样的形态变异和生理异常,其主要类型如表2。畸形叶(图1)通常是第一、第二片复叶,而第三片复叶即恢复为正常叶。双主茎(图1)、矮化株(图2)和晚熟株只表现在M₁代。

Johnson^[5]指出,在大豆的成熟胚胎中,1~3节的叶原基已经形成。激光处理种子后使成熟胚胎中的某些组织受到损伤,伤在主茎生长点时产生双主茎,伤在叶原基部分的产生畸形叶。这个结果表明,



图1 双主茎叶及畸形叶株(箭头示畸形叶)



图2 矮化株及畸形叶(箭头示畸形叶)

激光对生物体具有直接损伤效应,而初生分生组织对激光的损伤尤为敏感。矮化株和晚熟株是生理功能异常的表现。矮化株的株高只有30~40厘米,约为对照株高的1/3。晚熟株比对照晚熟10~15天,直至晚秋绿叶仍不脱落,它们只结少量种子。这些生理上的异常是激光对生物体代谢产生的影响,生长发育出现障碍,也是激光对生物体损伤的结果。

2. M_1 代的细胞学效应

为了研究激光对生物体的细胞作用,对钨玻璃激光处理的满仓金种子 M_1 代进行了细胞学观察。在根尖有丝分裂和花粉母细胞减数分裂中,发现各种染色体畸变(表3)。根尖有丝分裂中染色体的畸变率为5.00%。花粉母细胞减数分裂染色畸变率为2.66%。其中染色体粘连(图3, B; 图4, B)的畸变率较高(3.67%),其次是染色体落后(图3, C)、染色体桥(图3, D)和染色体不分离(图4, C)。参考文献[6]的研究指出,激光能使染色体产生畸变,粘连现象特别明显,这和本文的观察结果是一致的。说明激光能使染色体产生断裂。在染色体复制中,断裂点进行复合,因而导致染色体的畸变和功能上的异常。

3. 遗传效应

在激光处理二代(M_2)中,分离出各种突变株,其中比较明显的列于表4。突变型矮株,除了株高(40~50厘米)低于对照(株高90~110厘米)外,其它性状和对照相似,生长正常。这和 M_1 异常矮化株是不同的。

为了研究遗传效应,对处理三代(M_3)和处理四代(M_4)进行了观察。在 M_2 代中出现的不同类型的

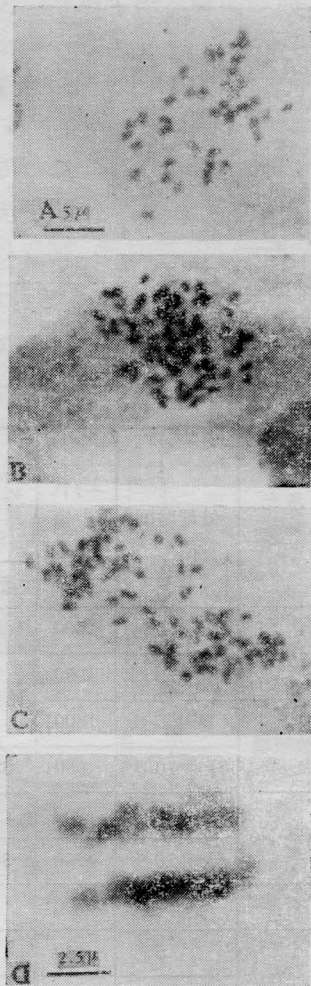


图3 根尖有丝分裂的染色体
A—中期,对照; B—中期粘连;
C—后期,落后; D—末期,桥

表3 处理当代根尖有丝分裂和PMC减数分裂的染色体畸变

细胞种类	细胞分裂时期	观察的细胞数	染色体畸变的细胞数及其频率								染色体畸变细胞的总数	染色体畸变细胞的频率 %
			染色体粘连		染色体落后		染色体桥		染色体不分离			
			数	%	数	%	数	%	数	%		
根尖细胞有丝分裂	对照	300										
	中期	100	4	4.00							4	4.00
	后期	100	2	2.00	5	5.00			3	3.00	10	10.00
	末期	100					1	1.00			1	1.00
	合计	300	6	2.00	5	1.67	1	0.33	3	1.00	15	5.00
花粉母细胞(PMC)减数分裂	对照	300										
	中期 I	100	5	5.00							5	5.00
	后期 I	100			1	1.00			1	1.00	2	2.00
	末期 I	100					1	1.00			1	1.00
	合计	300	5	1.67	1	0.33	1	0.33	1	0.33	8	2.66



图4 PMC减数分裂染色体

A—中期 I, 对照; B—中期 I, 粘连; C—后期 I, 不分离

表4 处理二代的突变型及突变率

品 种	激光种类	处理时间	M_2 代观察株数	M_2 代突变型株数								总的突变株数	总的突变率 %	
				矮株 (40~50厘米, 对照 90~110)		紫花 (对照白花)		棕毛 (对照褐毛)		黑种脐 (对照褐种脐)				
				数	%	数	%	数	%	数	%			
满仓金	N ₂	5秒	1600											
		10秒	1050											
	钨玻璃	脉冲5次	1300							5	0.38	5	0.38	
		脉冲10次	950	62	6.53	31	3.26					93	9.79	
	He-Ne	5分	1900											
		10分	1700	35	2.05	23	1.35	6	0.35	4	0.24	68	4.00	
	对照		2150											
丰收 11	N ₂	5秒	840											
		10秒	630											
	钨玻璃	脉冲5次	720							2	0.03	2	0.03	
		脉冲10次	480	8	0.17							8	0.17	
	He-Ne	5分	990											
		10分	810					3	0.04			3	0.04	
	对照		1140											

突变型或单株, 到 M_3 代有的已趋向稳定, 有的继续分离。其中矮株突变型比较稳定。在 M_3 代和 M_4 代中, 矮株突变型的后代全部为矮株, 基本上未发现分离(图 5)。关于大豆遗传学的研究结果^[7,8]表明, 矮株大豆对正常型为隐性。根据本试验的观察, 矮株突变型一经产生, 就能稳定地遗传, 不再发生分离。这说明“矮株”性状是由隐性基因控制的。这种隐性基因一旦纯合, 就能真实地表现和遗传下去。这些观察的结果表明, 激光处理种子后, 使生物体的

遗传物质发生了结构或功能上的变异, 因而产生各种各样的突变类型。

矮株突变型, 有些性状对大豆育种是有意义的。现将某些突变品系, 每个组合随机选择 10 株进行考种, 其平均值及标准差如表 5。就本试验范围和观察结果而言, 激光技术可以作为生物体诱变的一种方法, 而且激光对植物的矮化作用, 比其它理化因素和常规育种的方法更为有效。

本文承蒙李集临副教授予以审阅, 史新柏副教

表5 处理三代突变品系性状的比较(平均值及标准差)

品 种	处理方法	突变品系	株高(厘米)	主茎节数	单株荚数	单株粒数	单株种子重量(克)
满仓金	He-Ne, 10分	75-2-1	47±2.80	18±0.47	128±8.59	205±11.44	22±1.11
满仓金	钹玻璃 10次	75-4-3	51±3.46	19±0.59	124±5.20	203±10.44	21±1.06
满仓金	对 照		104±1.99	21±0.66	92±7.48	175±15.84	20±2.31



图5 满仓金 M_3 矮株突变型和对照的比较

授对本文的照片给予热心的指导和帮助。本系毕业生任占林、刘建华等参加实验的部分工作, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 梁宏等;《激光》, 1981, 8, No. 7, 43.
- [2] 关崇文;《激光》, 1982, 9, No. 11, 739.
- [3] 中山大学生物系遗传教研室;《激光》, 1978, 5, No. 4, 30.
- [4] G. R. Palmer *et al.*; *Crop Sci.*, 1973, 17, 389.
- [5] H. W. Johnson *et al.*; *Bot. Gaz.*, 1960, 122, 77.
- [6] 中山大学生物系植生遗传学教研室;《中山大学学报》, 1975, 4, 8.
- [7] 王金陵;“大豆的遗传与育种”, 科学出版社, 1958, p. 27.

(哈尔滨师范大学生物系 严国忠
1984年1月9日收稿)

激光生物加热定量分析

Abstract: This paper gives a quantitative analysis on the vaporization of tumors by pulsed CO_2 laser, skin cutting by CW CO_2 laser, tissue coagulation by argon laser, thermal killing of tumor cells by He-Ne laser and hot compression by CO_2 laser. Although the calculations are based on a simplified skin model, it may be useful in clinical treatment.

激光对生物体有热作用、压强作用、光化作用、电磁场作用和生物刺激作用^[1], 其中用得最广泛的是热作用。热作用的具体表现是气化、切开和热凝组织、热杀细胞和局部热敷。具体表现为哪一种形式, 则决定于激光波长、照射时间以及在照射面上的功率密度, 还取决于生物组织的反射、折射、吸收、散射、透射、密度、比热、热导率、热扩散率、热传递系数、色素类型、分布和密度、血管分布、血速和血氧合以及诸层状结构、细胞的分裂程度、分裂速率和代谢状态等。

影响热作用的因素诚然很多, 但因素有主有次, 下面根据能量关系作定量分析。

一、脉冲 CO_2 激光气化肿瘤

肿瘤吸收 CO_2 激光变为热, 使自身温度上升, 在上升到 100°C 以前, 热引起组织变性。到 100°C 以上体液就沸腾。因相变迅速, 蒸气的巨大压力将冲破皮肤逸出, 并喷射一些组织碎片。激光就是这样气化肿瘤的。

设 CO_2 激光的输出功率为 P 瓦, 能量分布是高斯型, 照射时间为 t 秒, 光束和肿瘤半径都是 r 厘米,