

激光与一些理化因子遗传诱变效应的比较研究*

李宝健 张晚兴
刘果昌 邓钧华
(中山大学)**

陆仲康 梁宏 张雪琴
王兰岚 刘福全 周素
(中国科学院遗传研究所)

我国自1973年开展激光育种试验以来,先后育出水稻、小麦、油菜、蓖麻蚕、家蚕、白霉菌等新品种^[4-9],在育种实践上证明激光有一定的作用。在激光遗传效应理论研究方面,观察到激光照射后能引起染色体畸变及细胞亚显微结构的变化,有一定的诱变率^[4,10]。但也有提出并未发现激光具遗传诱变效应的初步报告^[12]。为了更好地确定激光在遗传育种中的应用价值,我们将激光与其他诱变剂进行了对比实验。

一、试验材料与方 法

自1975年后为了重复试验结果,每年早晚二造,曾先后用激光单因子或复合因子处理的水稻品种有:化晚一号、大穗谷、秋二矮、秋二早、桂香7号、黑糯、2150、包广81、惠阳珍珠早、广二矮、包选二号、IR1592—680—3(下称“小傢伙”)、IR24共13个品种,其中遗传性稳定的农家品种有高秆的(如大穗谷)、有早熟的粘稻(如惠阳珍珠早),有糯稻(如黑糯),也有通过杂交育成的早、中、迟熟品种,还有一些从外引进的品种。共进行了七造试验。处理种子每一剂量平均300至400粒,最长达2000粒。

曾先后用中大物理系提供的氩离子激光器、氮分子激光器、CO₂激光器、氮氛激光器,单因子或结合其他因子(γ -射线、快中子、EMS等)进行处理,前三种激光处理的方法与剂量和过去相同^[4],唯N₂激光器处理的时间延长至1小时、2小时、2.5小时;氮氛激光器处理时间8'—10'。

复合处理的剂量。快中子积分通量有 1.1×10^{13} 中子数/厘米²等。 γ 射线总剂量从2万仑到7.5万仑等。一般先用快中子、 γ 射线处理干种子后,即将种子萌动,然

*由李宝健执笔。张晚兴为1976年遗传进修班学员,中大负责激光处理的有金立培等,还有张丽助等也参加了部分研究工作。

后用激光处理露白的种子, M_1 进行一般观察。 M_2 进行突变率的调查, 一般 M_2 代和对照种植株在2000株左右。

为了保证试验材料的纯度, 不受外界条件变化的干扰及测量更大的诱变群体, 避免一些穿透力弱的激光(如: N_2 激光)在照射种子时可能被表皮及外层细胞所吸收, 以及试验更多的激光波段的遗传效应等, 1978年我们与中国科学院遗传所新技术室激光组及一室, 应用Ames试验室的His⁻鼠伤寒沙门杆菌T₉₈、T₁₀₀号菌种为材料, 分别用激光处理后, 观察由上述营养缺陷型回复到原养型的突变频率。由于该菌种具有缺乏修复能力等特点, 现被做为测定物质诱变效应的标准菌株而广泛应用。又由于激光是非电离辐射的物理因子, 而不是化学诱变剂, 故在培养基中未加入大鼠或人的肝匀浆微粒体。

激光处理的种类及方法如下: 北京作物所CO₂激光器(Cj—2CO₂育种机), 工作电压10KV, 电流12mA, 辐照功率密度7瓦/厘米², 处理时间3'、6', N_2 激光器(DJ—1型), 工作气体纯 N_2 , 单脉冲能量低于1毫焦, 脉冲重复频率2次/秒, 处理时间30'。清华大学的 N_2 激光器与上相同, 但仪器单脉冲能量0.6毫焦。北京工业大学氦镉激光器(CD—10A型), 输出波长4416 Å、3250 Å, 工作电流70毫瓦, 处理时间20'、40'。中国科学院物理所脉冲式CO₂激光器, 单脉冲能量600毫焦耳, 脉宽100毫微秒, 光斑直径1厘米²左右, 处理脉冲数20次、40次; 钕铝石榴石(YAG)激光器, 输出波长1.06μ, 功率密度30兆瓦, 脉宽10毫微秒, 光斑直径8毫米², 处理脉冲数10次、20次。中国科学院电子所氩离子激光器, 输出波长4880 Å, 工作电流0.4—1瓦, 处理时间1.5'—10'; 准分子激光器, 工作气体氟化氪, 输出波长2484 Å, 能量兆瓦级脉宽10毫微秒。北京市光电所红宝石激光器, 输出波长单脉冲能量5.5焦耳/脉冲, 工作电压10400, 光斑约1cm, 处理脉冲数8次、16次。 N_2 激光器, 工作气体纯氮, 单脉冲能量0.4毫焦耳, 脉宽10次/秒, 处理时间20分、30分。紫外光处理用中科院遗传所20瓦杀菌紫外光管, 距光源32cm处, 照射时间6"、10"、30"、45"。

激光对微生物诱变的遗传效应研究方法如下: 将上述菌种在相适应的完全培养基中, 于37°C的摇床上振荡培养14—16小时, 离心(4000转/分, 10')沉淀菌体, 再用基本培养基洗净一次, 菌体分悬于20毫升基本培养基中, 再按均匀的浓度将上述菌种分装入小试管中(每管2毫升)密封, 分别做为对照及激光处理的材料。处理时, 让各种激光光束透用过酒精灯火屏蔽的试管开口, 让各种激光直接照入培养液中, 并不断均匀摇动试管, 使激光均匀照射菌种。处理完毕后, 连同对照一齐稀释至一定程度(10^{-3} — 10^{-7}), 分别接种于完全培养基以测定单位体积中菌液内的细菌总数。另外, 各取0.2ml的稀释菌液接入含15毫升固体基本培养基, 均匀涂布于培养皿的表面, 在37°C下经48小时培养后计算回复突变为原养型的菌落数, 上述各试验组合及其对照, 各统计10个皿的数字, 加上重复试验等, 共测定了超过1000皿左右。

突变率的计算按下列公式：①自发突变数/对照活菌数 = 自发突变率，②处理后的突变数/处理后活菌数 = 激光诱变及自发突变率总和，激光诱变率 = ② - ①。

二、试验结果

(一) 激光、快中子、 γ 射线单因子处理引起水稻 M_2 代突变率的比较

从表一可见，以小傢伙、二白矮、广二选三三种水稻品种做实验材料，在一些经过 N_2 和 CO_2 激光器处理的 M_2 代中可发现能诱发出一定数量的叶绿素突变，并具有一定的重复性，但不是十分稳定的，可随不同的品种和处理情况而有所差别，有的组合 M_2 代也未发现叶绿素突变，上述水稻品种经快中子、 γ 射线、EMS诱变处理的突变率较高，且诱变的效果也较稳定。

表一 激光、快中子、 γ 射线、EMS单因子处理引起水稻 M_2 代叶绿素突变对比

调查年份	实验品种	处理方法与剂量	调查总数	突变数	突变率 %	突变类型	
1978年 早造	小傢伙	对照	2500	0	0	—	
		N_2 激光器, 10分钟	2016	0	0	—	
		扩散 CO_2 激光器, 1分钟	1398	5	0.35	浅绿	
		扩散 CO_2 激光器, 30秒	2082	0	0	—	
		EMS	2434	129	5.3	白化、浅绿、间斑	
		快中子 1.1×10^{13} 中子数/厘米 ²	745	5	0.66	浅绿	
	科激29号	对照	2004	0	0	—	
		N_2 激光器, 15分钟	662	0	0	—	
	1978年 晚造	福包矮	对照	3656	0	0	—
			N_2 激光器, 15分钟	2874	0	0	—
扩散 CO_2 激光器, 45秒			2529	0	0	—	
γ 射线2.5万伦			1373	57	4.15	白化	
二白矮		对照	1982	0	0	—	
	N_2 激光器, 15分钟	1478	8	0.54	白化		

1978 年 晚 造	二 白 矮	扩散CO ₂ 激光器, 2分钟	1465	3	0.20	白化、间斑
		N ₂ 激光器, 10分钟	1713	1	0.05	白化
	2150 ×	对 照	2012	0	0	
		N ₂ 激光器, 15分钟	1979	5	0.25	浅绿
	IR24	γ射线2万仑	1684	23	1.36	白化
		对 照	2582	0	0	
	广	N ₂ 激光器, 5分钟	3273	0	0	
		N ₂ 激光器, 10分钟	3462	0	0	
		CO ₂ 激光器, 0.5秒	2723	1	0.037	白化
	二	扩散CO ₂ 激光器, 1分钟	2260	0	0	
		扩散CO ₂ 激光器, 2分钟	2153	0	0	
	选	扩散CO ₂ 激光器, 4分钟	2965	0	0	
		γ射线4.5万仑	3087	19	0.61	白化、间斑
		γ射线6.5万仑	1428	86	6.03	浅绿
	三	EMS	2795	71	2.54	白化、浅绿

以激光及其他理化单因子对水稻一些性状(株叶形态、生育期—以抽穗期表示、株高等)的诱变效应作为参考, 从表二可见其诱变率的大小顺序为: 快中子>γ射线>EMS>N₂激光器>CO₂激光器。

表二 激光及其他单因子对水稻其他性状诱变效应

品种及处理方法	株叶型 突变 (%)	生育期突变		株高突变		以上性状 总突变率
		早熟	迟熟	矮	高	
小家伙 对照	0	0	0	0	0	0
小家伙 N ₂ 10'	0.52	0.13	0.20	1.95	0	2.80%
小家伙 CO ₂ 1"	0.12	0	0	1.42	0	1.54%
小家伙 扩散CO ₂ 30"	0.46	0	0.64	0	0	1.10%
小家伙 γ射线5.5万仑	2.20	5.88	0.73	1.42	0	10.23%
小家伙 γ射线7.5万仑	6.29	1.14	1.14	2.98	0	11.55%
小家伙 快中子1.1×10 ¹³	0.40	12.76	0.81	1.45	0	15.40%
小家伙 EMS	2.06	0.37	1.62	3.12	0	8.17%

(二) 复合因子诱变的一些效果

应用激光与 γ 射线、快中子复合处理, 其 M_2 代叶绿素突变率有所改变, 其变化情况见表三。

表三 复合因子诱变处理 M_2 代叶绿素突变与单因子诱变比较

调查年份	实验品种	处理方法与剂量	调查总数	突变数	突变率 %	与单因子对比
1977年	小傢伙	快中子 1.1×10^{13}	1326	13	0.98	
		快中子 $1.1 \times 10^{13} + N_2$ 8'	901	1	2.08	+1.18
		快中子 $1.1 \times 10^{13} + He-Ne$	1197	25	0.11	-0.87
	IR24	γ 射线4.5万仑	2929	14	0.47	
		γ 射线4.5万仑 + N_2 15'	1195	36	3.01	+2.54
		γ 射线4.5万仑 + $He-Ne$ 8'	3509	13	0.37	-0.10
		γ 射线4.5万仑 + CO_2 1''	1572	0	0	-0.47
1978年	二白矮	N_2 15'	1478	8	0.54	
		N_2 15' + γ 射线2.5万仑	1667	17	1.01	+0.47
		扩散 CO_2 2'	1465	3	0.20	
		扩散 CO_2 2' + γ 射线2.5万仑	2767	0	0	-0.20
	2150 × IR24	γ 射线2万仑	1684	23	1.36	
		γ 射线2万仑 + N_2 15'	2290	58	2.53	+1.17
		γ 射线2万仑 + 扩散 CO_2 1'	2555	8	0.31	-1.05

表四 IR24经单因子和复合因子诱变水稻一些性状突变率的比较

突变性状		处理方法		
		γ 射线4.5万仑	γ 射线4.5万仑 + N_2 15'	γ 射线4.5万仑 + CO_2 1''
株叶形态突变	调查株数	1680	1008	1375
	突变数	22	24	2
	突变率	1.30	2.38	0.14
	突变类型	I、V、VI、K	I、I、V、VI、VII	I

生育期	调查株数	1049	970	1012
	突变数	5	20	15
突变	突变率	0.5	2.0	1.4
	突变数型	迟熟	早熟、迟熟	早熟、迟熟
株高突变	调查株数	1030	888	916
	突变数	8	28	0
	突变率	0.8	3.1	0
	突变类型	矮秆, 高秆	矮秆、高秆	—
不育株	调查株数	1030	888	916
	突变数	43	27	1
突变	突变率	4.2	3.0	0.1
	突变类型	高不育、半不育	高不育、半不育	高不育、半不育
穗粒	调查株数	1030	888	916
	突变数	19	119	8
突变	突变率	1.8	13.4	0.3
	突变类型	I、IV、VI、VII	I、II、III、IV、V、VI、VII	I、II、IV、
上述突变率合计		9.07%	23.89%	1.94%

从上可见, 在大多数的情况下, 对于多数的品种, N_2 激光与快中子, γ 射线复合处理可使 M_2 代叶绿素突变率不同程度地增加, 有的增加五、六倍之多(如IR~24, 用 γ 射线4.5万仑处理突变率为0.47, 而加上 N_2 激光处理15分钟后突变率为3.01)。但个别的突变率可减少(如 γ 射线2.5万仑 + N_2 15' 处理辐包矮的实验结果)。 γ 射线与 CO_2 激光复合处理, 在大多数的情况下 M_2 代叶绿素突变率不同程度地减少, 有二个组合经 CO_2 激光复合处理后突变率降为0(见表三IR24及二白矮栏), 似表现有辐射损伤的修复作用。

从表四可见, 有的品种(如IR-24)经过复合处理也可改变株叶形态、生育期、株高、不育性及穗粒性状的突变率。经 γ 射线与 N_2 激光复合处理不仅突变率明显增加且变异类型也增多。但 CO_2 激光复合处理却可减少突变率与突变类型。但在以后重复试验中并非完全能重复上述的结果, 说明情况是比较复杂的。

(三) 激光及紫外光对微生物诱变效果对比结果

从大量实验资料中, 选出各组数字齐全的按上述公式计算, 其诱变率如表五。对 T_{66} 菌种经紫外光6秒处理的诱变率为 2.1×10^{-6} , 45秒处理的诱变率为 4.8×10^{-6} ;

对 T_{100} 菌种1分钟紫外光处理诱变率为 5.42×10^{-6} 。在表五中仅有上述几个数据是 10^{-6} 范围的。紫外光的诱变效应超过以下各种激光处理的,如北京市光电所的 N_2 激光器对 T_{98} 、 T_{100} 菌种处理均有正的诱变效应,诱变率为 $0.4-3.6 \times 10^{-7}$;其中处理总剂量大一些的,诱变效果一般也偏高。北京市作物所的 N_2 激光器单脉冲能量及脉宽均较低,诱变率表现为负反应。清华大学的 N_2 激光器的剂量强度介于上两者之间,有弱的正诱变效应。应用 CO_2 激光器,除处理 T_{100} 菌种6分钟的诱变率为 2.0×10^{-7} 外,其余的均为负诱变反应。高频 CO_2 激光器处理 T_{98} 菌种的诱变率很低,仅有 $0.29-0.33 \times 10^{-7}$,而处理 T_{100} 菌种甚至有负诱变作用。以YAG激光器处理的其正负诱变效应均很微小(诱变率为 $0.09-0.93 \times 10^{-7}$)。红宝石激光器有低的诱变率,如对 T_{100} 菌种处理16次的诱变率为 1.2×10^{-7} ,对 T_{98} 菌种的诱变效应更偏低一些。准分子激光器仅在12次/2时有弱的正诱导效应。氩离子激光器处理时未发现正的诱变效应。但准分子试验次数太少,且又无水稻试验对比,似不宜过早下结论。

以激光与紫外线复合处理的。以 CO_2 激光复合处理均有减少诱变率的作用。如对 T_{98} 菌种,u.v.6"的诱变率为 2.1×10^{-6} ,u.v.6" + CO_2 为 0.7×10^{-6} ,u.v.45"诱变率为 4.8×10^{-6} ,u.v.45" + CO_2 为 1.3×10^{-6} ,但以 N_2 激光复合处理的,则较u.v.单因子处理的突变率有时增加,而有时又减少。如对 T_{98} 菌种,u.v.30"的诱变率为 2.64×10^{-6} ,u.v.30" + N_2 30'为 4.43×10^{-6} ,更远比 N_2 30'的诱变率高,但对 T_{98} 菌种u.v.10"的诱变率为 2.23×10^{-6} ,但u.v.10" + N_2 30'的诱变率则仅为 1.33×10^{-6} ,则又减少了。

表五 单因子对 Ames-His⁻菌种诱变的实验结果

菌种	诱变剂种类及剂量*	诱变率	处理地点
T_{98}	u. v. 6"	2.1×10^{-6}	中国科学院遗传所
T_{98}	u. v. 10"	2.23×10^{-6}	同上
T_{98}	u. v. 30"	2.64×10^{-6}	同上
T_{98}	u. v. 45"	4.8×10^{-6}	同上
T_{100}	u. v. 45"	5.42×10^{-6}	同上
T_{98}	N_2 激光器30'	-0.1×10^{-7}	北京市作物所
T_{98}	N_2 激光器15'	0.26×10^{-7}	清华大学
T_{98}	N_2 激光器30'	0.76×10^{-7}	同上
T_{98}	N_2 激光器20'	2.0×10^{-7}	北京市光电所
T_{98}	N_2 激光器30'	2.2×10^{-7}	同上

T ₁₀₀	N ₂ 激光器20'	0.4×10^{-7}	北京市光电所
T ₁₀₀	N ₂ 激光器30'	3.6×10^{-7}	同上
T ₉₈	CO ₂ 激光器3'	-1.8×10^{-7}	北京市作物所
T ₉₈	CO ₂ 激光器6'	-1.5×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	CO ₂ 激光器3'	-0.2×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	CO ₂ 激光器6'	2.0×10^{-7}	同上
T ₉₈	高频CO ₂ 激光器20次	0.29×10^{-7}	中国科学院物理所
T ₉₈	高频CO ₂ 激光器40次	0.33×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	高频CO ₂ 激光器30次	-2.4×10^{-7}	同上
T ₉₈	YAG激光器10次	-0.72×10^{-7}	同上
T ₉₈	YAG激光器20次	-0.93×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	YAG激光器10次	0.21×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	YAG激光器20次	0.09×10^{-7}	同上
T ₉₈	红宝石激光器8次	-0.6×10^{-7}	北京市光电所
T ₉₈	红宝石激光器16次	0.75×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	红宝石激光器8次	1.0×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	红宝石激光器16次	1.2×10^{-7}	同上
T ₉₈	准分子激光器3次	-0.62×10^{-7}	中国科学院电子所
T ₉₈	准分子激光器6次	-1.2×10^{-7}	同上
T ₉₈	准分子激光器12次/2	0.5×10^{-7}	同上
T ₁₀₀	Ar ⁺ 激光器400毫瓦,5'	0.8×10^{-6}	同上

◆其具体激光波段、剂量及处理方法详见本文第一部分试验材料与方

三、讨论与结论

1、关于激光的遗传诱变效应及其大小问题

自Уманов等(1969)报导红宝石激光器对拟南芥菜的遗传诱变效应⁽¹⁾,Щахов等(1971)应用激光照射蕃茄种子育出新的品系⁽²⁾,后Тарасенко和Кирин(1976)应用氩离子激光器认为没有诱变效应。但我们认为,Тарасенко等的工作尚不完善,因激光波段单一、没有重复,且诱变后代数量太小。

自1973年以来,国内许多兄弟单位认为激光诱变有遗传育种效应,并报导育出了不少品种^[5-9],但对其遗传效应的大小与规律研究较少,仅个别单位报导激光处理后代具一定的不高的诱变率,但也有提出激光诱变没有遗传上的效应^[12]。过去,中山大学遗传组激光实验组^[4]报导了激光对后代有遗传诱变效应,但由于当时没有用稳定的纯材料处理,且测定的各种变异性状多为数量性状,故其中的有些看法不一定是恰当的。

为了获得对激光遗传效应的认识,我们自1975年起注意了上述问题,选用了各种类型的水稻品种,特别是一些老的农家品种,如:大穗谷、2150、惠阳珍珠早等,注意它们的种性要纯且要求很少分离,每次实验并设一些数量的对照。先后主要应用四种激光器进行处理。使用激光波段有:近紫外、可见光、红外等多种,处理的剂量与时间也有不同,如CO₂激光有达当代半致死剂量,也有用扩散光斑致死效果很小的等。N₂激光处理有从10分钟直至2.5小时的,这样先后反复地进行了七造的实验。每一造每一种激光器每一剂量处理的种子300—400粒, M₂代的测定一般争取在1000—2000株,最多的达3000株以上。

国内外目前仍应用叶绿素突变的大小做为对植物诱变效应的可靠指标^[13-14],因而,我们特别在77年、78年的工作中注意了这一问题,

从表一及试验结果(一)可见,与常用的理化诱变剂(快中子、EMS、 γ 射线)相对比,快中子、EMS及 γ 射线适当剂量每次处理后,在M₂代中都重复地出现一定数量的叶绿素突变,而在对照中没有出现过这种突变;在经激光处理的M₂代中有时出现叶绿素突变,有时却没有出现叶绿素突变。这表明: N₂激光, CO₂激光具有一定的诱发遗传变异的作用,因为不仅一次,而且是二次、三次表现有诱变效应,且有的诱变率达0.54%,而对照为0%,故此很难认为是误差所致。另外,不同品种对激光诱变的效果也确有差别,如同样用N₂激光处理15分钟,在二白矮可引起突变,但在辐包矮却未发现叶绿素突变。虽然如此,对相应的每一个品种来说,经快中子、EMS或 γ 射线处理的其M₂的突变率均大大地超过了应用激光处理的,如在广二选三的组合,其突变率可相差几十倍以上。另外,从激光与其他理化因子所诱发的水稻其他一些性状的诱变效应相对比(表二),也可见到激光虽有诱变效应,但的确是较低的。以上的这些性状虽是经济性状,属于数量性状遗传的范畴,因而易受环境影响而可能造成分析上的误差,但我们对确定它是否突变体的要求是比较严格的。此外,在生产上育出的一些品种是否也可说明激光确实具有诱变效应^[4-9]。

影响上述试验结果不很稳定的原因估计是很多的,如激光的照射剂量(处理时缺乏经常的剂量监视)、种子的结构和处理方法^[11]、种子的生理状态等。但看来其根本的原因很可能是与所应用的激光本身的遗传诱变的效应有关。

为了对激光的遗传诱变效应获得更准确的想法,我们与中国科学院遗传所合作并得到中国科学院物理所、电子所、清华大学、北京市农科所、光电所等单位的大力支持与帮助,应用了多种波段及功率密度且又有剂量监视的激光器,对通常认为

是鉴定突变效果是准确的Ames实验菌株进行了实验,这样保证了实验群体较大,每次实验并设10个重复,使实验后代群体数比水稻的超过了许多倍,以此使实验结果有可能更加符合客观的实际。在处理方法上采用将激光束直接照入含菌种的液体培养基中,以避免有的激光穿透力不强的缺点。

从试验结果(三)及表五可见, N_2 激光有一定的诱变效果,无论用 T_{98} 或 T_{100} 菌种,其诱变效果是比较具重复性的,在北京市作物所 N_2 激光处理的,由于单脉冲能量及脉冲重复频率较低,而不具正的诱变效应,这可能是与用低剂量的处理可刺激菌体的分裂使总菌数有所增加,而自然回复突变数却又是一定的,故最后的结果可表现为负的诱变作用(以下的负诱变效应的原因看来与此相同),但即使是 N_2 激光最高的诱变率(3.6×10^{-7})仍大大低于uv45"处理的(诱变率为 5.42×10^{-6})。其次红宝石激光有一定的诱变效应,但比 N_2 激光器要更低。适量的 CO_2 激光也可有正诱变效应,但重复性不很强。高频 CO_2 及YAG激光器处理的,其诱变正效应在 $0.9 - 3.3 \times 10^{-6}$ 的突变率范围内变动,有的还有负作用,这种的诱变效应几乎可以忽略不计。 Ar^+ 激光亦无遗传诱变效应。过去我们曾报导过激光的诱变效应可比自然突变率高4—11倍^[12],当时我们认为:这样的诱变效应也应设法探索有无办法(如有无更有效的波段及处理方法等)加以提高,因为已证明一些常用的诱变剂可使突变率成百倍或几百倍地提高。

2、关于激光诱变机理的讨论

激光能诱发染色体产生复杂的畸变,这已为多个研究报告所证实^[10,20等]。我们随时可重复这一结果,这可能是激光诱变的机理之一。但是染色体的畸变率大小往往与突变率的高低并非一定是正相关的关系,究其原因可能是多种的。

从诱发的激光有效波段来看,也以 N_2 激光诱变的重复性要好些,诱导的突变率也高一些,可能与3370 Å波段与DNA分子的最高吸收波段2650 Å比较接近有关,但由于这一波段已接近DNA分子吸收波段边缘的低限,故诱变效果较低。这看来是激光遗传效应研究应继续探讨注意的方向。现在有的单位应用四倍频钕玻璃激光(2650 Å波段)处理种子诱变效果仍不理想。是否与剂量过低及未解决紫外激光的穿透力低两因素有关。

激光对生物体的影响一般认为可有光效应、热效应、压力效应、电磁场效应^[16, 18,19],但由于激光本身是一种特殊的光源,激光对生物有关的大分子的光效应就自然显得引人注目。根据近代物理化学的研究,认为激光光化学反应的最显著特点是选择性反应,即利用激光特有的波长的单一性,以形成反应的专一性和形成此反应的能量的共振跃迁。通过上述研究可以看出,由于遗传的物质基础是DNA分子,所以,只有能直接或间接被DNA分子选择吸收及对DNA分子产生作用的光波波谱才能比较有效的引起遗传的变异^[17]。与普通光相似,激光的生物学作用和遗传学效应也基本上离不开上述的原理。关于鲁宾(1973)提出的激光生物学多光子效应^[18],看来也只能从这一角度上加以理解。如本实验中应用单脉冲能量600mJ的高

功率的CO₂激光器诱变处理,与用功率密度仅7瓦/厘米²激光照射同一材料(T₈₈、T₁₀₀菌种),其遗传学的效果并无相应激增的情况,由此可以说明激光的遗传学效应可能首先与选择性作用有关。至于今后激光在细胞遗传学上应用的方向,除了通常认为的以微束激光给细胞与染色体进行手术等有意义的工作之外,复合诱变处理的遗传效应仍应值得继续试验⁽²¹⁾。

看来,今后应用激光诱发遗传变异效果进一步提高的可能性,取决于能否找到为DNA分子所选择吸收或能专一引起DNA分子有效变化并具有一定剂量强度的激光波段,以及照射处理时能直接使影响后代的遗传性的细胞发生变化的处理方法,这就需要进行更多的基础理论研究来进一步探讨解决上述问题的途径,而激光与其他因子复合诱变效果的应用价值似仍值得进一步地加以探讨。

参 考 文 献

- [1] П. Д. усманов, Г. А. Старцев, В. В. Шабапов, Ю. С. Насыров, Лазерное излучение — новый мутагенный фактор, Докл. АНТАДж. СССР, 12 (1969), 7, 55.
- [2] А. А. Шахов, Г. Д. Немцов, Х. С. Байда, Светоимпульсное облучение семян томатов как новый метод экспериментального мутагенеза, В. сб. Светоимпульсная стимуляция растений, М., Наука, 1971, 305.
- [3] Н. Д. Тарасенко, Ю. М. Кирип, Изучение генетического эффекта лазерного облучения, Генетика, 12 (1976), 6, 155-157.
- [4] 中山大学植生遗传学教研室、物理系光学教研室, 激光对水稻的诱变试验, 激光, 2(1975), 1, 46-50.
- [5] 四川大学生物学系植物遗传育种教研组, 激光用于油菜育种的初步结果, 激光, 2(1975), 3, 7-8.
- [6] 李信伟, 激光育种试验的新进展, 激光, 3 (1976), 2, 32-33.
- [7] 重庆市家蚕激光育种协作组, 激光家蚕育种, 激光, 3(1976), 6, 5.
- [8] 上海嘉定县华亭良种场、中国科学院上海光机所, 早稻激光育种, 激光, 4(1977), 2, 4-8.
- [9] 广东省科技局, 激光育种在广东的发展, 激光, 4(1977), 3, 2-4.
- [10] 中山大学生物学系植生遗传学教研室, 激光对细胞染色体作用的初步研究, 激光, 3(1976), 2, 26-31.
- [11] 林月婵, 激光对细胞亚显微结构的作用, 中山大学学报(自然科学版), 1978, 2, 34-40.
- [12] 王炎麟等, 关于激光诱变作用的试验(兼与中山大学遗传教研组商榷), 遗传与育种, 1978, 6, 19-21.
- [13] Rice breeding with induce mutations, A. Anoo, P. Ganasban and others, 1968.

- [14] Induce mutation in plants, International atomic energy agency, Vienna, 1973.
- [15] 吉林农大激光科研小组, 激光在农业上的应用, 物理, 5(1976), 2, 89—91.
- [16] 王联照、曾传相, 激光的物理特性及其在农业上的一些应用, 科学通报, 1977, 2, 68—72.
- [17] 楊香春等, 2660埃激光的产生和应用, 激光, 5(1978), 2, 3—6.
- [18] Л. Б. Рубин, Об использовании лазеров в биологических исследованиях, Успех. Современ биол., 67(1969), 2, 222—234.
- [19] Applications of the laser, Leon Goldman, M. D. CRC Press Inc., 1973.
- [20] 西北水土保持生物土壤研究所同位素组, 激光与钴⁶⁰ γ射线复合处理小麦干种子对根尖细胞的影响, 激光, 3(1976), 4, 8—10.

The Comparative Study of the Mutagenic Effects of Laser and Some Other Physical and Chemical Factors

Li Baojian Zhang Wanxing Liu Guochang Deng Junhua
(Sun Yatsen University)

Lu Zhongkang Liang Hong Zhang Xueqin Wang Lanlan
Liu Fuquan Zhou Su
(Institute of Genetics, Academia Sinica)

Abstract

Since 1975, by applying N_2 , CO_2 , Ar^+ , He-Ne lasers and comparatively using the mutagens such as neutron, γ -ray and EMS we have studied the mutation effects in many varieties of *O. sativa*, and then, from 1978 in cooperation with Institute of Genetics, Academia Sinica of China, we have studied the mutation effects of series of series of lasers in the His⁻T₈₈, T₁₀₀ mutant of salmonella typhimurium from Ames laboratory.

Our experiments indicated: by using the above mentioned lasers, irradiation dosages and methods, some of the lasers did induce mutation effects; and others could not. The mutation effects of lasers seems to be based on the selective capacity by the DNA molecule of the cells. Up to now, the mutation rate of lasers we used is still lower than the mutagens usually used. Farthermore, we have discussed the compound mutation effect of lasers with other mutagens.