

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

西北水土保持生物土壤研究所同位素组

激光是六十年代兴起的一门新的科学技术，近年来国内外不少单位开始在农业上试验激光技术，探索为农业增产服务的新途径。我国曾有人用激光处理大豆、玉米、水稻、小麦、谷子和蔬菜等作物的干种子，发现激光能够促使种子提前发芽，提早成熟，增加产量，并有一定的抗病作用。美国和加拿大曾报导蚕豆、萝卜、紫花苜蓿和南瓜种子经红宝石激光处理后，生长加快。苏联曾有人用氮-氟和红宝石激光处理番茄和黄瓜种子，不仅发芽率提高，作物发育较快，而且开花结实数多，果实中维生素C和胡萝卜素含量增加。澳大利亚用氮-氟激光处理莴苣种子能显著提高发芽率。这些试验为激光在农业上的应用展现了广阔的前景。激光对细胞学的作用也积累了不少材料。激光能引起大豆、小麦、洋葱细胞染色体畸变，产生染色体粘连、染色体断片、染色体桥等变化类型。有人指出，激光能使细胞器发生变化，并能产生遗传变异，是物理诱变的一种新手段。

电离辐射在农业育种方面应用已取得了显著成果。但在应用过程中，由于辐射损伤问题而限制了诱变效率的提高。因此，是否能通过激光和钴⁶⁰ γ 射线复合处理来减轻辐射损伤，促进恢复，提高电离辐射的遗传效应，是辐射育种的重要问题之一。有人用激光处理钴⁶⁰ γ 射线照射过的大豆种子，使辐射损伤减轻。苏联曾用激光在 X 射线照前或照后，处理洋葱幼苗细胞，结果证明，用激光处理，不能提高 X 射线的辐射效果。本文的目的，是观测氮分子激光和氮-氟激光对小麦根尖细胞染色体畸变的影响，探索激光能否减轻 γ 射线的损伤效应，并提高诱变效率。为辐射育种工作摸索新的途径。

材 料 和 方 法

试验的材料为普通小麦品种丰产三号干种子。用氮分子激光和氮-氟激光分别照射干种子。氮分子激光器发出的激光波长为 3371 埃，其功率为一个脉冲等于 1 毫焦耳。处理剂量分别为 10、20、40 个脉冲。氮-氟激光器发出的激光波长为 6328 埃，管子的输出功率是 2 毫瓦。处理时间 20 分钟，光点直径 0.4 厘米。管子出光口与处理种子的距离为 40 厘米，激光束照射到种子胚部。钴⁶⁰ γ 射线照射系用本所钴源，剂量率为 100 伦/分，照射剂量为 3 万伦。经钴⁶⁰ γ 射线处理后的种子再用氮分子激光器和氮-氟激光器按上述条件分别进行处理。并以未处理的种子作为对照。

将处理过的种子浸种 12 小时，播种在具有吸水纸的培养皿中。置于 25°C 的恒温箱内进

行培养, 经 36 小时, 取根尖, 用卡诺尔液固定, 进行孚尔根 (Feulgen) 核反应染色。压片后, 统计细胞有丝分裂指数、细胞畸变、染色体畸变率。

结果与讨论

1. 对根尖细胞有丝分裂的影响

小麦种子经氮分子激光、氮-氦激光处理后, 对细胞有丝分裂均有促进作用(见表 1)。氮分子激光器三种不同的剂量, 均表现出提高细胞有丝分裂的作用。并随着剂量的增高, 细胞有丝分裂指数也相应提高。氮-氦激光器照射 20 分钟, 对细胞分裂指数的提高尤为明显, 几乎为对照的 2 倍。经统计学分析, 氮分子激光和氮-氦激光处理组与对照组相比有显著性差异 ($p < 0.01$)。

种子经 3 万伦 γ 射线照射后, 由于辐射损伤, 其细胞分裂指数仅为对照的 64.6%。若再经三种不同剂量的氮分子激光处理, 则能减轻其辐射损伤, 有促进恢复细胞分裂的作用。经统计分析, 差异显著 ($p < 0.01$)。以 40 脉冲处理的更加明显。用氮-氦激光器处理用 γ 射线照射过的种子, 使种子的细胞分裂能力不但恢复, 而且还比未处理的对照组细胞分裂能力提高将近一倍。经统计分析, 差异显著 ($p < 0.01$)。

表 1 氮分子激光、氮-氦激光和 γ 射线对小麦根尖细胞有丝分裂的影响

钴 ⁶⁰ γ 射线	处 理 方 式	观察细胞	分 裂	分裂细胞	与 对 照 相 比 (%)
	激 光	总 数	细胞数	百分比 (%)	
不 处 理	对 照	5000	314	6.5	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	5000	339	7.8	120.0
	氮分子激光 20 脉冲	5000	523	10.5	161.5
	氮分子激光 40 脉冲	5000	527	10.6	163.1
	氮-氦激光 20 分钟	5000	584	11.7	180.0
三 万 伦	对 照	5000	208	4.2	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	5000	330	6.6	157.1
	氮分子激光 20 脉冲	5000	300	6.0	142.9
	氮分子激光 40 脉冲	5000	440	8.8	209.5
	氮-氦激光 20 分钟	5000	550	11.0	261.9

2. 对小麦根尖间期细胞变异的影响

丰产三号的干种子经氮分子激光和氮-氦激光处理后间期细胞产生了变异。细胞的变异类型有: 在细胞质内出现染色体断片、核出芽、细胞核出现空化等现象。从表 2 可以看出, 氮分子激光和氮-氦激光都能促使根尖细胞产生变异。但它与 γ 射线相比, 引起细胞的变异率要小得多。当以氮分子激光与 γ 射线复合处理小麦干种子时, 能在 γ 射线很高的诱变作用的基础上, 进一步提高细胞的变异率达 20~50%。而氮-氦激光与 γ 射线的复合作用则不明显。

表2 氮分子激光、氦-氖激光和 γ 射线对小麦根尖细胞的变异影响

处 理 方 式		观察细胞 总 数	畸变细胞 数 目	细胞畸变 率 (%)	与 对 照 相 比 (%)
钴 ⁶⁰ γ 射线	激 光				
不 处 理	对 照	5000	4	0.1	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	5000	17	0.3	300.0
	氮分子激光 20 脉冲	5000	8	0.2	200.0
	氮分子激光 40 脉冲	5000	92	1.8	1800.0
	氦-氖激光 20 分钟	5000	42	1.3	1300.0
三 万 伦	对 照	5000	1911	38.2	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	5000	2319	46.6	122.0
	氮分子激光 20 脉冲	5000	2857	57.1	149.5
	氮分子激光 40 脉冲	5000	2593	51.9	135.9
	氦-氖激光 20 分钟	5000	1966	39.3	102.9

3. 对根尖细胞染色体畸变的影响

干种子在氮分子激光和氦-氖激光作用下, 根尖细胞染色体畸变类型如下: 有丝分裂前期在细胞质中出现染色体断片。在中期, 发现染色体断片、染色体断裂、染色体粘连等现象。在后末期, 出现染色体桥(单桥、多桥)、染色体断片、染色体桥和染色体断片、落后染色体等类型。在统计染色体畸变时, 以有丝分裂各期畸变细胞数为单位进行统计。 γ 射线引起细胞变异类型和激光基本相似, 只是在细胞有丝分裂各期染色体断片出现的较多, 还出现小核和染色体环等类型。激光和 γ 射线复合作用所出现的变异类型也基本相同。

表3 氮分子激光、氦-氖激光和 γ 射线对小麦根尖细胞前、中、后末期染色体畸变的影响

处 理 方 式		观察细胞 总 数	畸变细胞 数 目	细胞畸变 率 (%)	与 对 照 相 比 (%)
钴 ⁶⁰ γ 射线	激 光				
不 处 理	对 照	700	6	0.9	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	666	33	5.0	555.6
	氮分子激光 20 脉冲	734	29	4.0	444.4
	氮分子激光 40 脉冲	805	71	8.8	977.8
	氦-氖激光 20 分钟	709	106	14.9	1655.6
三 万 伦	对 照	657	319	48.5	100.0
	氮分子激光 10 脉冲	706	359	50.8	104.7
	氮分子激光 20 脉冲	738	430	58.3	120.2
	氮分子激光 40 脉冲	701	434	61.9	127.6
	氦-氖激光 20 分钟	700	336	48.0	99.0

从表3看出,氮分子激光能使染色体产生畸变,并随着激光剂量的增加,染色体畸变率也增高。经统计分析,差异性显著($p < 0.01$)。在40脉冲作用下,染色体畸变更加显著。氮-氩激光同样可以提高细胞的染色体畸变率。

干种子经3万伦 γ 射线作用后,细胞染色体畸变率成几十倍增高。若再经氮分子激光处理,仍能提高染色体的畸变率,达20~30%。而且随着激光剂量的增加,这种作用更加明显。经统计学分析,有明显差异($p < 0.01$)。氮-氩激光器则看不出这种迭加作用。

染色体是遗传物质的载体,点突变和染色体突变可以从 M_1 代传递到下一代。在我们的试验中,氮分子激光器和氮-氩激光器都能使染色体产生畸变,从而动摇小麦的遗传性。因此激光完全可以作为一种新的物理诱变因素来为农作物育种服务。

目前在辐射育种工作中,染色体畸变随着剂量的增加而增加,相应的辐射损伤也加大。所以在高剂量作用下,染色体畸变虽然比较高,但在比较恶劣的环境下出苗率降低,甚至不能出苗,有的虽然勉强出了苗,但经济性状变坏,有的产生不孕等现象。这就限制了高剂量辐射潜力的发挥。 γ 射线照射过的种子,再经氮分子激光处理,不但可以减轻辐射损伤,促进恢复,而且可以提高诱变效率。这样就更有利于辐射育种工作。氮-氩激光器能减轻辐射损伤,促进恢复,但对提高辐射的诱变效率却不明显。仅从它能减轻辐射损伤这一特点,对今后生产实践仍有应用价值。这两种激光器生物效应不同的原因,是由于激光器发出的激光波长不同所致。波长愈短,能量愈大,对生物作用产生的效应也愈大,因而在生产实践中,紫外线激光更应引起人们的重视。

关于激光对生物体作用的机制,已有不少报导,一般认为有光效应、电磁效应、热效应、压力效应。主要是通过生物体内的分子吸收与其本身相应的光谱,使有机体的分子、原子产生电离或激发,形成自由基。这些变化可以导致脱氧核糖核酸(DNA)分子中的氢键断裂和硷基的替换,改变了基因,引起突变。由于脱氧核糖核酸性质的改变,也可以导致染色体的畸变,这些主要是光效应和电磁效应所致。

至于激光能提高种子的发芽率,刺激生长和促进细胞分裂的原因,有人认为主要是由于种皮和内部细胞的通透性增加,因而水解酶的活性增高,从而促进了种子萌发过程的内部的生理生化变化,刺激了细胞的活跃生长。在我们的实验中,激光能促进细胞分裂,其原因可能与这种机制有关。这仅仅是我们的一些很肤浅的认识,这些认识还有待于今后生产实践的检验。

波带板激光准直系统

武汉测绘学院 湖北综合勘察院

一、引言

长距离高精度的准直测量,即在几公里的距离上定一条直线,要求偏离误差不超过百万分之一(即 10^{-6})。从一九七四年八月份起,由武汉测绘学院和湖北综合勘察院协作,组成科研组,研究精密准直测量仪器。目前已初步研制成波带板激光准直系统,并采用了自己制作的铜