

1. 由于热敏电阻制造上的离散性,使精度受到影响,虽经挑选仍不能满意。因此,希望能有经过改进的半导体热敏一次元件生产供应。

2. 预埋热敏电阻所用的导线仍然较多,一幢 400 万斤的仓房,要设 240 个测温点,仍要耗费几千米的导线,这也有待研究改进。

# 激光在农业上的应用

激光科研小组

(吉林农业大学)

现代农业科学技术的发展是和近代物理学的发展密切相关的。激光自六十年代初出现之后,由于它具有高亮度、高方向性和高单色性的特点,立即引起人们的普遍重视,在军事、工农业生产、医药卫生等部门开拓了许多新的应用领域。

在毛主席革命路线的指引下,贯彻以农业为基础的方针,各行各业大力支持农业,各地都十分重视激光在农业上应用的研究。早在 1965 年就开始了探索性试验。1973 年以来,全国大多数地区都开展了研究工作,进展较快,获得了一些初步结果,看到了一些可喜的苗头。

激光在农业上的应用途径是多方面的。例如,在农业机械的制造和修理上,可以用激光进行打孔、切割和焊接;在农田水利建设上可以用激光测距、准直。激光手术刀和治疗器械同样可应用在兽医上。激光全息照相、微束照射、超微量分析和激光光谱学将使农业基础科学研究提高到一个新的水平。激光还能用来治虫除草。本文仅就激光对生物有机体的相互作用关系及其对生长发育的影响,从而在改良品种、提高产量的作用方面,根据国内几年的试验研究资料,作概要的介绍。

## 一、激光对生物有机体的作用

农业研究的对象大多是生物有机体。激光对生物体的作用显然不同于对无生命物质的作用,同时也远比其它物理因素的作用复杂得多。例如 X 射线、 $\gamma$  射线、 $\alpha$  射线、 $\beta$  射线、中子能引起被照射物质的离子化,紫外线能使有机体分子的能量水平提高而发生激变,这些作用在低剂量时可刺激、植物生长,而较高剂量时则引起生物体的遗传性发生变异。激光在本质上虽然也是一种电磁波,但由于它是一种受激跃迁辐射,这一运动形式决定了激光具有亮度高、单色性好、方向性好的特点,其对生物有机体的作用也就不同于一般的射线,除光效应外还伴随着热效应、压力效应、电磁场效应,能引起生物有机体多方面的变化。

## 1. 光效应

一般地说,光和物质的相互作用是个基础。有机体由于吸收了光,而发生分解和电解,发生萤光产生热,这符合一般的光化学反应过程,即只有被吸收了的那部分光,才可能对有机体发生作用。因此,研究激光对有机体的影响时,激光波长的透过率( $T$ )和吸收率( $A$ )就成为重要的因素, $TA$  值大,光效应就强。另外由于激光具有能量密度极高的特点,还可能导致有机体发生多光子吸收的非线性效应,产生较大的突变效果。

各种生物有机体由于其形态、结构和化学组成的不同,对不同波长的激光的反应是不同的,为了获得理想的光效应,需要反复试验,才能确定其有效的作用光谱范围。在用普通的紫外光诱发突变的实验中,已经明确其有效的作用光谱为 2000—3000 Å,而以 2600—2650 Å 为最明显,这和遗传物质去氧核糖核酸(DNA)的吸收光谱相一致。激光的作用光谱大致也与此相符合,一般认为短波段的效果较好。

## 2. 热效应

激光是时空上的相干辐射,它对有机体的热效应十分显著,而且不同于一般的光热效应。如将脉冲振荡的红宝石激光器的激光和玻璃激光器的激光,聚焦于有机体的微小部分,持续几微秒的时间,就能使这部分的温度上升几百度,并且其温度下降的速度,比激光以外的任何方法都要来得慢。遗传学的研究证明,“激温”是诱发突变的一个因素。例如用不同温度处理果蝇,在 14℃ 下突变率为 0.086%; 22℃ 时为 0.191%; 28℃ 时为 0.347%。依此计算,在一定的温度范围内,温度较常温每升高 10℃,突变率可以增加一倍。“激温”能够引起突变的原因,可从量子变化规律来理解。据估算每一基因是由大约 1000 个原子所组成的分子,热运动在代谢过程中经常进行,基因中的原子就可能受到高能的作用而改变位置,变成异构分子,因而引起突变。

### 3. 压力效应

激光聚焦后会产生极大的功率密度,因而会产生很大的辐射压力。例如当功率密度为 $10^8$ 瓦/厘米<sup>2</sup>时,其辐射压力可达 $3.4 \times 10^4$ 达因/厘米<sup>2</sup>。另外由于聚焦激光在有机体组织中产生的局部瞬间热效应,造成组织的膨胀、气化、变形,从而产生所谓的次生冲击波压力。

压力效应可以引起有机体结构和组成的改变,从而引起性状的变异。

### 4. 电磁场效应

激光是一种高能量的电磁波,伴随着激光的强光必然也会产生一个强的电磁场。例如当激光的功率密度达到 $5 \times 10^{14}$ 瓦/厘米<sup>2</sup>时,就可产生 $4 \times 10^8$ 伏特/厘米的强大电场,从而可使有机体组织的分子、原子离化以及产生自由基等。这些变化可以引起DNA分子中氢键的断裂和碱基的替换,即使基因物质发生了改变,改变了的基因再复制其自身时就能产生突变。

总之,激光可能通过光、热、压力和电磁场等效应对生物有机体发生多种作用。由于作用强度的不同,会使有机体表现出刺激或抑制的效果。从理论上分析,激光的作用可能强于其它射线。关键是要通过实验,针对不同类型的生物体,选择适宜的波长和剂量。

## 二、利用激光诱发突变,为育种工作提供新途径

突变是指生物体的遗传物质在一定的外界条件作用之下所发生的变化过程,它是自然界生物变异的主要来源,在生物进化和动植物育种工作中有着极其重要的作用。在自然条件下,生物体由于受到不正常的光、温、压力以及宇宙射线的作用,可以产生突变,称为自然突变;而用人工方法引起的突变则称为诱发突变。自然突变和诱发突变并没有本质上的差别,但自然突变的频率远比诱发突变低,两者相差千百倍。对突变要一分为二,很多变异个体往往是畸形的无用的,而有一些变异性状(如农作物的早熟性、抗病性、矮秆等)在生产上是有利的,突变育种就是用人工诱变的方法,通过选择,培育出动植物的新品种。

能够引起突变的因素很多,其中诱变效应较大的有射线、化学药品等。激光能对生物有机体发生多种作用,因此也能够诱发突变,产生遗传变异,这对育种实践和遗传理论的研究都有一定意义。

试验证明,激光能够引起植物细胞的异常分裂和染色体畸变。我们用二氧化碳激光处理的小麦植株,对花粉母细胞减数分裂过程进行了观察,发现经激光处理后,细胞减数分裂过程发生异常现象,如出现落后

染色体、染色体桥、染色体胶连、多极分裂、不等分裂等,畸变率达到5.85%,而对照植株则基本正常。复旦大学用氮分子、氮-铜、无机液体和二氧化碳四种激光处理大麦种子,对根尖细胞的有丝分裂过程作了观察,发现经激光处理后,出现双核、三核、四核的细胞增多,细胞分裂异常并导致植株花粉败育。中山大学、南开大学、哈尔滨师范学院等单位也都得到了类似的试验结果。大家都知道,染色体是生物体内主要的遗传物质,它控制着性状的发育,染色体畸变率常被用作辐射遗传效应的重要指标。激光既然能引起细胞的异常分裂和染色体畸变,就为诱变育种提供了依据。

水稻、小麦、谷子、玉米、大豆等作物经激光处理后,其后代在生育期、株型、穗形等方面的性状都可以产生遗传性变异。在生育期变异方面,可以看到明显的早熟突变。中山大学用氩离子和二氧化碳激光照射水稻种子,后代大多表现早熟,其中有一个品系比对照提早成熟二十天。吉林省白城地区农科所用二氧化碳激光处理谷子,品种为晚熟的“60日”,在当地霜前仅能成熟50—60%,经激光处理后,选出了比对照提前二十多天成熟的材料。我们用二氧化碳激光照射的小麦后代中,也获得了早熟7—10天的株系,早熟性到第三代已基本稳定。早熟的突变率,据浙江农科院统计,水稻约为千分之一到二。在株型变异方面,水稻、小麦经激光处理后,出现了矮秆突变类型,这有利于在肥水充足的条件下进行密植栽培。哈尔滨师范学院用氮-氩激光照射大豆种子(品种“满仓金”),发现结荚习性由原来的无限结荚变为有限结荚的矮生的突变类型。

激光对蚕的诱变作用更为明显。西南农学院用钹玻璃和氮-氩激光照射桑蚕蛹第五腹节背面中间,发生的蚕儿斑纹的变异及环节的畸形百分率比 $\gamma$ 射线处理的高得多,激光处理的高达5.91%,而 $\gamma$ 射线处理的仅千分之几。并观察到已知文献中未曾见到过的半月纹横转和半边星纹变异以及尾部扭转和尾翅畸形变异,蚕茧的经济性状也有所改进。广东农林学院用氩离子激光照射蓖麻蚕卵,从照射当代的变异个体中选出了一个蛾体斑纹色泽与亲本有明显区别、经济性状表现较好(茧形较大,茧层量较高)、遗传性稳定的新品系。

## 三、用激光刺激生长,控制发育,促进增产

用激光照射蚕卵、蚕蛹,是增产增丝的有效方法。据广东、吉林、四川等地试验,用适宜波长、适当剂量的激光处理后,其中桑蚕的茧层量平均较对照增加2—3%,最高的增加13—19%;蓖麻蚕的茧层量较对照一般增加5—7%,最高的增加14.3%。柞蚕的收蚁结茧率也有提高到20%左右的例子。

用适宜的低剂量激光照射水稻、小麦、玉米、谷子、

大豆和蔬菜种子,能提高种子的发芽势和发芽率,提早出苗,长势旺盛,产量构成因素有所提高,因而有一定的增产作用。如水稻表现出穗大,粒多,千粒重增加;大豆的分枝和荚数增加;玉米果穗增大,粒重提高,并能提早抽穗,提前成熟。

经激光照射的种子所以能促进发芽和生长,主要是由于提高了种皮和内部细胞的透性,因而水解酶的活性增强,加速了种子萌发过程的内部生理生化变化,刺激了细胞的活跃生长。我们曾对不同剂量的二氧化碳激光处理的小麦种子的淀粉酶活性进行过测定,证明经低剂量激光照射的小麦种子在萌发时其淀粉酶的活性显著高于未照射的种子。

用激光照射种子虽有刺激生长促进增产的趋势,但由于激光的光斑小,照射的种子量有限,因此必须积极研制适于农业的激光设备,才有可能扩大试验,得出实际的结果。

在作物生长期用激光进行照射能获得更好的效

果。试验证明,在冬季的夜间,对树木用短脉冲激光进行照射,可以使生长加快一倍到两倍。对光周期反应不同的植物,用激光来控制其生长发育,是一个有效的方法。对一些长日照植物如大麦、小麦等植株,在早期生长阶段,用激光照射的办法延长光照时间,能显著的促进其开花和结实。而对一些短日照植物,如甘蔗等植株,用激光照射的办法中断暗期,使开花速度降低,从而使营养生长期延长,就可以提高茎秆的产量。为了实现在生长期照射的可能性,必须研制出适于田间照射的激光设备。

激光在农业上应用当前尚处在初期研究阶段,我们对它还缺乏规律性的认识,有很多问题要解决。我们相信,遵照伟大领袖毛主席关于“我们必须打破常规,尽量采用先进技术,在一个不太长的历史时期内,把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国”的教导,各行各业协同作战,一定能使激光技术早日应用到农业上来,为实现我国的农业现代化作出应有的贡献。

## 激光田间扫描育苗效果良好

河北大学物理系激光组

激光是近十多年来发展起来的一门新技术。它具有方向性好、单色性好、能量密度高等特点。目前,激光除广泛应用在工业生产、国防建设、医疗卫生和科学研究等方面外,在农业上的应用也引起了人们的普遍重视。

激光在农业上的应用首先是从辐射育种开始的。近几年来,我国已有许多省、市自治区的不少单位对粮食作物、经济作物、蔬菜、果树、蚕茧等品种开展了激光育种实验,对于提高种子的发芽率、发芽势,刺激作物生长,使作物提早成熟和增强抗病能力,产生遗传变异,增加产量等方面都取得了良好效果。有些单位对于植物品种经激光照射后产生的后代变异演变的观察已达五代至十几代,发现在照射当代中选出的较好的变异个体能比较稳定地遗传下来,这在育种实践上具有一定的应用价值。

在作物生长阶段用激光对作物植株进行照射处理,同样可以获得刺激作物生长、增加产量、提早成熟等方面的良好效果。

近二年来,我们采用  $\text{CO}_2$  激光器对处于生长阶段的玉米、棉花、河南架豆、黄瓜分别在温室和田间进行了扫描照射处理,都获得了预期的效果。

为了观察激光对处于生长阶段的田间植株的影响,我们利用  $\text{CO}_2$  激光器(波长 10.6 微米)在阴天或

午夜对温室生长的玉米、棉花幼苗的三叶期进行了照射处理。所采用的装置是将激光光束(与地面平行)射到距激光器一定距离(距离可根据照射的需要调节)且与地面成  $45^\circ$  角的镀金膜的平面全反射镜上。光束经反射镜反射到一个凹面转镜上,该镜置于 3.5 米高处,由马达带动,转镜和地面成一定角度(角度可根据照射面积、部位和功率密度调节),它每秒作偏转转动二次(偏转角度为  $80^\circ$  左右)。这样,由激光器发射的光束经平面反射镜反射到凹面全反射转镜后,就发散照射到田间植株上(见图 1)。

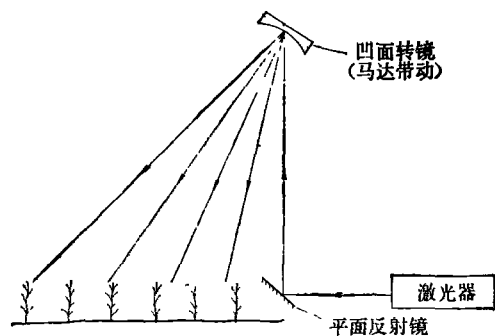


图 1 温室中观察激光对田间植株生长影响的装置

利用上述装置,以 10 毫瓦/厘米<sup>2</sup>的功率密度照射