

激光在生物学中的一些应用

周志康

(重庆光学机械研究所)

十多年前,人们就预示激光技术将为生物学提供先进的研究工具。目前人们已经将激光用于某些临床诊断和外科手术。诊断疾病方面,全息照相和声全息摄影可以对人体病变部位摄影分析,外科手术上有更多成功的例子,如可用激光治疗视网膜脱落、绿内障,可以钻牙。此外,利用激光技术可以作喉管手术、恢复儿童声带、切割机体、迅速控制大量肝出血、治疗癌症和肾结石等。

目前,激光技术在育种、研究细胞精细结构,揭示遗传秘密等其它许多生物学课题上也越来越为人们重视。下面将叙述这些方面的可能应用。

一、激光在育种和除害方面的应用

近年来,由于采用了 γ 射线、 α 射线、X射线及某些化学药物等物理和化学作用的突变育种,使育种工作取得了较大的进展。激光技术出现后,人们很快就想到能否将激光作为一种突变育种的工具。激光育种现已为人们重视,并取得了一定的成效。

现在激光育种有三种办法:

1. 用激光照射种子,以提高出芽率,缩短生长期等。如用激光处理过的水稻、小麦、玉米等缩短生长期7—14天。西红柿和青瓜子的发芽率提高了12—21%;

2. 利用激光的非热效应改变其遗传特性培育新品种。如这样培育出的西红柿成熟较早,含糖和抗坏血酸、胡萝卜素都比一般西红柿多,存放时间长;

3. 用激光处理秧苗。如青瓜秧苗经激光照射后,雌花增加一倍半,维生素的含量增加,糖分也增多。

激光可以作为育种(植物和动物育种)的作用机理至今研究不多。激光的高亮度所造成的光效应、热效应、压力效应(包括光压及激光引起的热变化而出现的压力)、电磁场效应无疑是研究激光育种机理的基础。

虫害是农业生产上的大敌。当前世界上病虫害和杂草对植物的损害是非常大的,由于虫害和微生物而损失的粮食占总产值的1/5,因此灭虫除害是今天农业生产中的重大课题之一。

根据激光的特性,激光具有选择性杀伤病毒和害

虫的能力,利用适当剂量和波长的激光对害虫进行适当的辐射处理,如用波长450—500毫微米的激光可以杀死鳞虫类和蚊虫类,可以破坏害虫的某一个或几个发育时期(卵、幼虫或若虫、蛹、成虫)。在捕杀害虫时,激光波长能根据害虫的表皮色素来选择。激光可做到最有效的杀伤效果,如像在田野里用激光扫描。同时由于昆虫的复眼对各种光波长的鉴别能力很强,因此可调节波长的激光器做成诱捕器,将害虫诱入陷阱,进行捕杀。此外,我们相信,利用适当剂量和波长的激光对害虫进行辐照处理,有可能达到雄虫不育,实现遗传防治。据统计,遗传防治害虫,比化学防治效果高四倍,成本低85%,而且不造成公害和对生物群体的影响及抗药性等问题。

二、激光作为研究光合作用的工具

自然界和人类的一切运动和活动都与能量紧密相连的。今天世界上的主要能源(约占总能量的96%以上):煤、石油、木材、粮食都来自过去和今天的光合作用。提高光合作用效率是人们向太阳争取更多能量的重要方法。现在光合作用效率很低,目前光合作用中总共只利用了栽种地面积上太阳辐射能的0.3—0.5%。据估计,植物干重只有3—10%来源于化学品和肥料,而90%至95%通过光合作用来自空气中的二氧化碳。

人们注意到,从某种意义上讲,太阳能是取之不尽用之不完的。从实验计算知道:太阳每天向地球辐射的能量是相当巨大的,仅500平方公里面积上的太阳能就相当于全世界现在所用能量的1/4。利用太阳能最好的方法就是光合作用。有人已研究成功叶绿素太阳能电池。这种电池就是通过光合作用的研究提出来的。据计算,效率仅为1/10,每10平方米的这种光电池就能发1千瓦电。

激光由于有好的单色性、而且波长、能量和偏振特性都易于控制,利用激光研究光合作用是一个较好的方法。这方面报导也较多。如有人用红宝石激光对光合作用机体色素器官进行了研究。有人用短脉冲激光对各种树木在冬季夜间作短时间照射,得到生长率提

高二至三倍的效果。通过光合作用的深入研究,可能得到以下两个效果:其一,提高植物光合作用的效率,达到增产粮食的目的;其二,可为人类模拟光合作用提供依据,制造植物体的光合作用,使之更有效地利用太阳能,前述的叶绿素电池就是一例。

三、激光在分子生物学中的应用

激光在分子生物学研究中显示了特殊的作用,下面只叙述一些例子。

1. 选择性杀菌

实验表明,不同波长的激光可以杀死不同的细菌和病毒,同时也能加速某些细菌和病毒的生长。在 2500 Å 到 8000 Å 之间适当功率的任何单色光都可以杀死细菌和病毒。2650 Å 附近的光波最易被核酸吸收,因此 2650 Å 附近最有效,比 6000 Å 大约有效 30000 倍。

因为每种不同的细菌和病毒有不同的吸收光谱,因而在两种或两种以上的病毒体系中,可以用一特定波长的激光,选择性地杀死某种细菌而不损伤(有时还可能起到催化作用)要保存的其它菌种。同时实验还表明,对于同一波长由于辐照方式不同,效果也不一样。如用吡啶橙(acridine orange)敏化的样品,用不聚焦的激光照射则催化其生长。在另外一些情况下,不聚焦在抑制生长上比聚焦的效果更好。在相同总辐照能量下,脉冲辐照比连续辐照在抑制细菌生长上有更好的效果。

微生物辐照系统如图 1 所示。

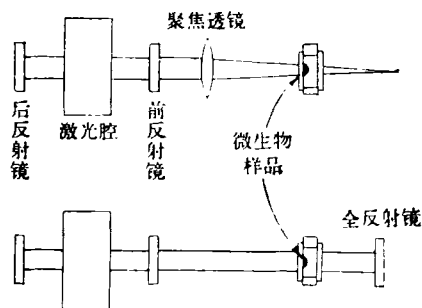


图 1 微生物辐照系统(上面是聚焦装置,下面是非聚焦装置)

2. 细胞、基因激光手术刀

由于激光有很好的单色性、方向性及足够强的能量和功率,因而可以用很简单的光学系统将激光束聚焦成很小的强光点,作为细胞、基因的“外科手术刀”。人的细胞直径大约为 30 微米,而将激光聚焦到 0.25 微米或人的细胞直径的 1/120 是非常容易达到的。使

用这样小的激光束,可以影响有机体上的活细胞,也可以破坏细胞的某些部分而不影响其它部分。利用这种激光还可以加添染色体。这些工作对认识细胞各部分的作用和研究遗传与育种很有益处。这些工作对医治癌症也有帮助。

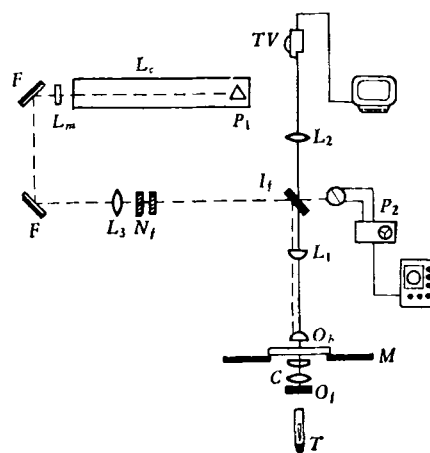


图 2 微束激光系统

L_c ——消振腔; P_1 ——棱镜波长选择器; L_m ——输出膜片; F ——前表面反射镜; L_3 ——透镜(焦距 100 厘米); L_1 ——透镜(焦距 6 厘米); L_2 ——透镜(焦距 10 厘米); N_1 ——定了标的中性滤光片; I_1 ——二向色镜; O_1 ——显微镜物镜; M ——显微镜台; C ——显微镜聚光器; O_1 ——橙色滤光片; P_2 ——光电二极管(与光度计和示波器连结); TV ——电视摄像机(配有监视器); T ——光源; 虚线为氩离子的光束; 实线为样品像。

图 2 为 W. Berns 报导的微束激光系统。其装置可以将激光聚焦到 0.25 微米,使用的激光器为峰值功率 35 瓦的氩离子激光器。当样品像调在作为监视用的电视屏的叉丝上时,就可以进行辐照。当只为了破坏 DNA(脱氧核糖核酸)时,对细胞染以低浓度的吡啶橙,然后辐照 10 到 15 微焦耳的激光。人们可以单独去除蛋白质或 DNA,或同时去除二者来改变细胞的遗传特性。

3. 激光作为观察细胞或生物其它微小组织的工具

全息摄影和激光扫描显微镜都是观察和研究细胞结构或生物机体微小组织的新的有力工具。全息摄影和声全息摄影已用于临床,如像检查心脏病和癌。全息摄影报导很多,这里不再叙述。

由于显微镜的固有缺陷,使它不能观察埋在不太透明或较厚度中的物体。因而,经过了 100 多年的努力,很多脊椎动物的基本神经细胞结构仍不很清楚。激光扫描显微镜是为了观察埋在不太透明或半透明介质中的物体(例如观察完整无损的脑神经细胞)而设计

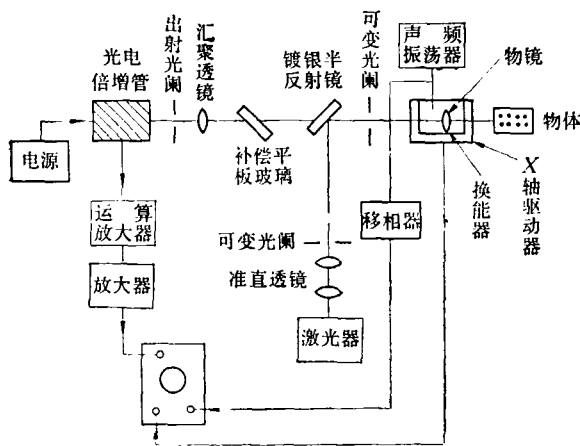


图3 激光扫描显微镜方框图

的。原理结构图如图3所示。激光器发出的激光经半透明镀银反射镜射到显微镜物镜，通过物镜的扫描移动，将光点聚焦到所需观察的位置。只有位于焦点上的小点反射的和物镜主轴平行的光才能经过物镜、汇聚透镜进入光电倍增管。显微镜物镜和汇聚透镜主轴平行。光电倍增管的光电信号经调制后输入示波器，示波器的扫描和透镜的扫描同步。这样，示波屏上可以观察到生物样品的放大像。

4. 激光作为分析和测量的工具

生物有机体中的一部分存在着一些特定的微量元素。如酶里有锌，维生素A中有锰，维生素E中有硒。分析这些微量元素，对了解生命过程很有益处。激光光点可以聚焦得很小，能量也便于控制，因此可以利用聚焦的激光光点汽化所需分析的物质，进行微量分析。这种微量分析方法，不仅比其它方法精确，而且可以聚焦到要分析的很小部位。

当光照到样品后，可以反射、吸收、散射、透射，并可使样品发荧光。单色强光源出现后，利用这些光和物质的相互作用来研究物质特性的技术获得了新的生

命力。喇曼散射光谱在激光出现后，在生物学中得到了很多新的应用。

酶是由生物体所产生的催化剂，生命过程中发生的化学反应几乎全部都是在酶的催化下发生的。酶的特点是不仅选择性强，而且催化效率高。对酶的研究不仅有重大的理论意义，也有实际意义。激光技术所产生的微微秒超短时间技术，对分析和认识酶与它的作用物的结合和变化过程也许有一定意义。

四、生物学对激光技术的要求

激光技术促进了生物学的发展，生物学反过来对激光技术提出了新的要求。从现有报导的情况看，目前生物学中采用的激光器件主要有以下几种：氦氖激光器、红宝石激光器、氩离子激光器、二氧化碳激光器、钕玻璃激光器和染料激光器等。目前激光器件的功率和能量已基本满足要求，但谱线数量太少，特别是 2500 \AA — 8000 \AA 之间需要更多的谱线。在研究各种波长对生物体的选择性作用时，可调谐激光器是一个很重要的器件。我们相信，随着激光技术的不断发展，一定能为生物学研究提供越来越多的激光器件和仪器。

参 考 文 献

- [1] Patrick K. Takahashi, *Bacteria's friend and foe Laser focus*, 8-6 (1972).
- [2] Michael W. Berns, *The Laser in genetics, Laser focus*, 7-7 (1971).
- [3] P. Davidovits and M. D. Egger *Scanning Laser Microscope for Biological Investigations, Appl. Opt.*, 10-7 (1971).
- [4] D. Franz, *The Laser in biomedicine Laboratory Management*, 10-2 (1972).
- [5] M. 埃列拉等,《放射生物学机制》,科学出版社,(1965).
- [6] 中国科学院遗传研究所《突变育种》手册翻译小组,《突变育种手册》,科学出版社,(1972年).

(上接第20页)

上供应的电路有关,最佳工作电压和工作频率,往往要经多次调试才能确定。目前生产液晶显示屏的单位,已对产品使用的工作电压和工作频率提供了良好的数据。

四、光源设计

液晶本身是不发光的,它的电光效应就是电场的变化引起它对光透射或散射的变化,因此液晶显示屏只有在一定光亮下才能显示,它用自然光也能很好工

作,但有条件的地方可以外加光源提高显示器的显示效果。光源设计的好坏对液晶显示器的效果影响很大。它要求照在显示屏上的强度大,背景要暗,在观察液晶显示屏时观察者不能看到光源,这样效果很好。我厂的显示器里安装三盏日光灯(见图8)。日光灯安装在可调节角度的百页窗上,通过螺栓调节,可调到理想位置。箱内涂有黑色无光漆,以提供黑的背景,使显示屏的对比度改善。日光灯表面有有色的透明塑料薄膜,使显示出来的字形着上颜色。

液晶显示是一种新型的显示元件,它的基本原理和显示工艺还须进一步进行探讨。