

$$\tilde{p}(I) = \begin{cases} \frac{2}{\mu} I_0 \left(2\sqrt{\frac{I_0}{\mu}}\right) K_0 \left(2\sqrt{\frac{I}{\mu}}\right) & I_0 < I \\ \frac{2}{\mu} K_0 \left(2\sqrt{\frac{I_0}{\mu}}\right) I_0 \left(2\sqrt{\frac{I}{\mu}}\right) & I < I_0 \end{cases} \quad (19)$$

和饱和湍流起伏区闪烁概率密度函数(有限接收孔径及圆对称高斯分布)

$$\tilde{p}(I) = \frac{2}{\Gamma(\alpha)} \left(\frac{\alpha}{\mu}\right)^{\frac{\alpha+1}{2}} I^{\frac{\alpha-1}{2}} K_{\alpha-1} \left(2\sqrt{\frac{I\alpha}{\mu}}\right) \quad (20)$$

由湍流冻结假设, 上面我们所得到的有限检测孔径的积分光强统计分布规律也可用以描述点孔接收时时间累积光强起伏统计分布规律, 而且按照激光被粗糙表面散射后光斑的统计特性和孔径检测干扰的特点, 本文所得结论同样适用描述粗糙表面散射激光积分光强的统计分布规律。

### 参 考 文 献

- 1 E. B. Rockower, *J. Opt. Soc. Am. A.*, **5**, 730 (1988)
- 2 R. Barakat, *J. Opt. Soc. Am. A*, **5**, 1248 (1988)
- 3 N. Ben-Yosef and E. Goldner, *J. Opt. Soc. Am. A*, **5**, 126 (1988)
- 4 J. W. Strohbehn, *Laser Beam Propagation in the Atmosphere*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. New York, 1978, 45
- 5 G. D. Costa, G. Guerri, *J. Opt. Soc. Am.*, **68**, 866 (1978)
- 6 R. Barakat, *J. Opt. Soc. Am. A.*, **5**, 1244 (1988)
- 7 J. W. Goodman, in *Laser Speckle and Related Phenomena*, ed. by J. C. Dainty, Springer-Verlag, New York, 1975, 9~75
- 8 J. H. Churnside and S. F. Clifford, *J. Opt. Soc. Am. A*, **4**, 1923 (1987)

(收稿日期: 1989年3月20日)

## 利用果蝇研究 CO<sub>2</sub> 激光的遗传效应

贾振宇 朱定良 庚镇城 郑启克 杨永炎

(复旦大学遗传学研究所, 200433)

(复旦大学激光化学研究室, 200433)

### Study on genetic effects of drosophila melanogaster by CO<sub>2</sub> laser irradiation

Jia Zhenyu, Zhu Dingliang, Geng Zhengcheng

(Institute of Genetics, Fudan University, Shanghai)

Zheng Qike, Yang Yongjian

(Laser Chemistry Laboratory, Fudan University, Shanghai)

**Abstract:** The genetic effect of two stocks of *D. melanogaster*, C. S., Base. were studied with irradiation from CO<sub>2</sub> laser. Experimental result shows that when the radiation dosage of CO<sub>2</sub> laser amounted to 69.5 J/cm<sup>2</sup>, the genetic effects of recessive lethal mutation is distinctly

higher than those of the contrast.

**Key words:** CO<sub>2</sub> laser irradiation, C. S. stock, recessive lethal mutation on X chromosome

由于激光医疗技术具有一些优点,且对多种至今未有理想治疗方法的疾病(如:慢性肥大性鼻炎、黑色素瘤、皮肤癌等)有较好的治疗效果<sup>[1]</sup>,故而到目前为止,我国激光技术已应用于一百三十多种疾病的治疗上<sup>[2]</sup>。

由于 CO<sub>2</sub> 激光能被生物体的浅层组织很好吸收,而又不损伤深层组织,故在外科、神经外科、皮肤与整形外科、妇科、泌尿外科、眼科广为应用,且对皮肤癌的治疗效果稳定而持久。

在各种生物测试系统中,果蝇有着独特的优越性。果蝇容易饲养;生活周期短(20~25°C下,生活周期约12天左右),短时间内可获得大量子代,便于作遗传学分析;果蝇染色体数目少(2n=4),细胞学图和遗传学图都十分清楚。果蝇体内具代谢活性化酶系,可对间接诱变、间接致癌物质表现出诱变、致癌作用,作为阳性结果检测出来。本项实验是用果蝇测试系统检测 CO<sub>2</sub> 激光辐照生物的遗传效应,以试图探明 CO<sub>2</sub> 激光医用的安全性。

## 材料和方法

果蝇系统采用 C. S. 系统(Canton-Special, 野生型)和 Base 系统(或称 Muller-5 系统),后者 X 染色体上有标记基因 B(Bar, 棒眼, 显性)和 W<sup>a</sup>(white apricot, 杏黄眼, 隐性),还有两个抑制 X 染色体发生交换的复杂倒位。

采用 1 m 长 CO<sub>2</sub> 激光器,最大输出效率为 30 W。有文献报道<sup>[3]</sup>,机体组织,特别是不超过 0.3 mm 的机体组织能很好地吸收 10.6 μm 的激光,吸收系数较大,果蝇体长约 1 mm,可被很好地吸收。

取刚羽化 1~2 天的 C. S. 雄蝇 40 只放在具有金属网面的样品盒中,样品盒置于转动装置上,调节转动速度为 120 转/分,使辐照过程中果蝇能均匀地分布在样品盒中。2400 只果蝇分置 6 只样品盒内。

CO<sub>2</sub> 激光经衰减、扩束后辐照在样品盒的金属网面,光斑面积为 78.5 mm<sup>2</sup>(金属网面面积为 138.9 mm<sup>2</sup>),调节光斑位于金属网面边缘处。辐照到样品盒的激光功率为 4.6 W,功率密度为 58.6 W/cm<sup>2</sup>。辐照时间为 30 sec,样品盒接受的净剂量为 99.4 J/cm<sup>2</sup>。果蝇接受的净剂量为 69.4 J/cm<sup>2</sup>。经此剂量处理,果蝇全部处于昏死状态。30 分钟后,果蝇有一半苏醒,一半死亡。这种剂量即半致死剂量(LD<sub>50</sub>)。在此剂量处理下,6 只样品盒中的果蝇均一半死亡,一半存活。

同时设立阴性对照组,果蝇置于同样转动装置中,但未经 CO<sub>2</sub> 激光辐照。

果蝇培养基采用玉米粉、蔗糖和酵母粉。果蝇培养和辐照均在 25°C 下进行。

## 结果和讨论

对经 CO<sub>2</sub> 激光辐照的 C. S. 品系的雄蝇与 Base 雌蝇交配所繁殖出的子二代(F<sub>2</sub>)和对照组进行了仔细的观察与统计。结果如下:

组 别	激光功率 (W)	功率密度 (W/cm <sup>2</sup> )	辐照时间 (s)	辐照剂量 (J/cm <sup>2</sup> )	检查的 X 染色体数目	发生隐性致 死突变的 X 染色体数	频 度 (%)
辐照组	4.6	58.6	30	69.4	1200	8	0.67
对照组	0	0	0	0	1400	3	0.22

实验结果表明阴性对照组的隐性致死基因突变频度在自发突变范围内, 而受 CO<sub>2</sub> 激光辐照的一组的结果则明显高于自发突变率, 为后者的 3 倍。这表明 CO<sub>2</sub> 激光辐照引起果蝇 X 染色体的隐性致死突变明显增加。

以往用果蝇检测 He-Ne 激光、氩离子激光和氮分子激光辐照时没有发现隐性致死突变的增加<sup>[4]</sup>。与本次实验结果不同。10.6 μm 的 CO<sub>2</sub> 激光属红外波段, 辐照效应主要是热效应。CO<sub>2</sub> 激光和其它激光一样具有良好的相干性, 机体组织吸收它后在很短时间内温度上升很高。这种热效应有可能使一些原子发生位置的改变, 形成异构分子, 从而引起突变<sup>[5]</sup>。

目前医学临床使用的 CO<sub>2</sub> 激光功率范围为 5~80 W。本次实验所用激光功率(4.6)在其低限之下。由于果蝇在身体大小、形态结构、机体功能方面与人相距甚远, CO<sub>2</sub> 激光辐照方式以及受辐照面积等亦不同于医学临床, 以果蝇为材料的实验结果不能直接引伸到人。但是, 果蝇亦属真核生物, 其实验结果仍有参考价值。本次实验结果应引起医用激光工作者的重视, 对 CO<sub>2</sub> 激光的临床应用范围、辐照强度作慎重考虑。

### 参 考 文 献

- 1 广州中山医学院科仪厂医用激光组; 激光, 5(3), 56 (1977)
- 2 纪鍾, 群莅, 激光, 7(2), 11(1980)
- 3 国外激光, (5), 17 (1986)
- 4 庚镇城 *et al.*, 中国激光, 13(11), 720 (1986)
- 5 王 奇 *et al.*, 应用激光, (2), 47(1981)

(收稿日期: 1989 年 3 月 7 日)

## Er:YAG 激光切除骨组织的定量研究

李兆璋

(上海第二医科大学激光医学研究室 200025)

邵其璠

(复旦大学物理二系, 200433)

### Quantitative study of ablation of bone tissues by Er:YAG laser light

*Li Zhaozhang*

(Laser Division, Shanghai Medical University No. 2, Shanghai)

*Shao Qiyun*

(Dept. of Nuclear Science, Fudan University, Shanghai)

**Abstract:** Canine femurs were ablated with an Er:YAG laser (2.94 μm) with a pulse