

氦氖激光辐照对孔雀鱼抗病力及生长的影响*

严涛 章之蓉

(中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301)

摘要 于1989年10月—1990年6月间,进行了氦氖激光散焦扩束辐照对孔雀鱼抗病力及生长发育影响的试验。结果表明,经能量密度为 $2.86\text{J}/\text{cm}^2$ 激光处理的仔鱼,在车轮虫和水霉、绵霉等病原体侵袭下,其成活率比对照组高126%。在能量密度为 $5.37\text{J}/\text{cm}^2$ 激光辐照下,两个月的幼鱼,其 α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性分别比对照组的高36.4%和52.5%;蛋白酶活性无明显变化;脂肪酶活性降低53.5%。在生长方面,90天雄(雌)鱼的体长比对照组增加8.3%(9.7%),体重增加41.7%(39.6%);当激光的辐照剂量为 $7.52\text{J}/\text{cm}^2$ 时,其对机体生长发育所产生的生物刺激作用并没有随着相应增强。

关键词 氦氖激光 孔雀鱼 激光生物刺激作用

许多研究表明,用适当剂量的激光辐照,生物组织不仅不会受到损伤破坏反而机体的某些生命活动过程会受到促进作用^[4-6,8,10]。本文以卵胎生的孔雀鱼为实验材料,研究 He-Ne 激光散焦扩束辐照对仔鱼抗病力、生长发育及几种消化酶活性的影响,从而为探讨激光生物刺激作用机理及其在水产养殖业上的应用提供科学依据。

一、材料与方 法

1. 激光器

实验中所用的 He-Ne 激光器,波长为 $6328\text{\AA}$,最大输出功率为 20mW ,激光束经散焦扩束后,垂直照射样品,光斑直径为 8mm 。

2. 实验材料

实验用孔雀鱼(*Poecilia reticulata*)亲鱼于1989年7月取自新加坡,经一段时间饲养即可繁殖。将同胎所生、体长约为 6mm 的仔鱼,随机分为实验组(激光照射组)和对照组(非激光照射组),每组18尾,设2—3个平行组。实验组仔鱼自产出后,即接受激光处理,然后隔天照射一次,共25次。试验期间,水温在 $16-28^\circ\text{C}$,每天投饵2—3次。

3. 实验内容

(1) 对仔鱼抗病力的影响 实验开始半个月后,将车轮虫(*Trichodina nobillis*)和水霉(*Saprolegnia*)、绵霉(*Achlya*)等病原体引入各组仔鱼所处的水环境中。观察

* 国家计委经费,水生生物控制工程技术研究项目,870901号。
接受日期:1991年3月2日。

在同一环境条件下, 经能量密度为 $2.86\text{J}/\text{cm}^2$ 激光辐照 25 次的实验组孔雀鱼, 其成活率与对照组之间的差异。

(2) 对孔雀鱼生长发育的影响 分别测量经能量密度为 $5.37\text{J}/\text{cm}^2$ 和 $7.52\text{J}/\text{cm}^2$ 激光处理(各 25 次)的两实验组(I,II)及对照组孔雀鱼的体长、体重, 并通过体长相对增长率 $\left(\frac{(L_2 - L_1) \times 100}{L_1(t_2 - t_1)}\right)^{[1]}$, 了解不同剂量的激光辐照对孔雀鱼生长发育的影响。式中 L 为体长; t 为生长时间。

(3) 对几种消化酶活性的影响 从上述生长试验中的实验组和对照组, 随机抽取部分已生长了 60 天的幼鱼进行消化酶活性测定。全鱼样品经蒸馏水冲洗干净及称重后, 迅速剪碎, 按比例加入适量蒸馏水, 再置于冰水浴上用匀浆器匀浆, 然后离心 20min (-5°C , $18000\text{r}/\text{min}$), 吸取上清液, 分装并放入低温冰箱保存, 待测定酶活力。

α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性测定为淀粉分解法^[2]; 蛋白酶活性测定采用福林-酚试剂法^[3]; 脂肪酶活性测定为橄榄油法^[4]。一个酶活力单位(U), 是指在特定条件下, 1min 内能转化 1 微克分子底物的酶量。以上所测酶的比活力, 以每克样品含有的活力单位数(U/g)来表示。

二、实验结果

1. 对仔鱼抗病力的影响

在能量密度为 $2.86\text{J}/\text{cm}^2$ 激光作用下的实验组孔雀鱼, 即使被车轮虫和水霉、绵霉等病原体侵袭, 50 天后其成活率仍高达 79.6%; 而此时对照组的仅为 35.2%: 实验组的成活率比对照组的高 126%。经 t 检验, 得知两者之间存在显著性差异。可见, 该剂量的激光辐照, 在一定程度上能提高仔鱼抗病力, 降低死亡率。

2. 对孔雀鱼生长发育的影响

体长、体重测量结果见表 1。统计分析结果表明: 经能量密度为 $5.37\text{J}/\text{cm}^2$ 激光处理 25 次的实验组 I 孔雀鱼生长到 90 天时, 雄(雌)鱼体长比对照组的增加 8.3%(9.7%), 体重增加 41.7%(39.6%); 而经辐照剂量为 $7.52\text{J}/\text{cm}^2$ 激光辐照相同次数的实验组 II 孔雀鱼, 此时仅雌鱼的体长、体重均大于对照组的 ($P < 0.05$); 雄鱼与对照组之间无显著性差异 ($P > 0.05$)。在整个生长期间, 各组孔雀鱼生长速度的大小顺序为: 实验组 I > 实验组 II > 对照组。可见, 以 $5.37\text{J}/\text{cm}^2$ 激光辐照孔雀鱼, 所产生的生物刺激作用效果最好。

表 1 对孔雀鱼生长的影响

Tab. 1 Effect of He-Ne laser irradiation on growth of *Poecilia reticulata*

组 别	辐照剂量 (J/cm^2)	生长时间 (d)	体长(mm)		体重(mg)		体长相对增长率 ^{a)}	
			♂	♀	♂	♀	♂	♀
对照组	0	90	23.0	26.9	243.5	420.1	3.15	3.87
实验组 I	5.37×25	90	24.9 ^{b)}	29.5 ^{b)}	345.1 ^{b)}	586.6 ^{b)}	3.50 ^{b)}	4.35 ^{b)}
实验组 II	7.52×25	90	23.2	28.2 ^{b)}	255.6	505.7 ^{b)}	3.19	4.11 ^{b)}

a) 每日体长相对增长率。b) 与对照组差异显著($P < 0.05$)。

3. 对几种消化酶活性的影响

各组孔雀鱼消化酶活性测定结果见表 2。经统计分析得知:在激光作用下生长了两个月的实验组 I 孔雀鱼, α -淀粉酶活性比对照组提高 36.4%; β -淀粉酶活性则增加 52.5%;蛋白酶活性无明显变化($P > 0.05$);脂肪酶活性下降约 53.5%。而处在同一时期的实验组 II 孔雀鱼,其 α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性分别比对照组的高 65.4% 和 81.6%;蛋白酶活性下降 19.2%;脂肪酶活性减少 79.1%。可见,不同剂量的激光辐照,对消化酶活性产生不同程度的影响。

表 2 对孔雀鱼消化酶活性的影响

Tab. 2 Effect of He-Ne laser irradiation on activity of digestive enzymes of *Poecilia reticulata*

组 别	辐照剂量 (J/cm ²)	生长时间 (d)	消化酶活性 (u/g)			
			α -淀粉酶	β -淀粉酶	蛋白酶	脂肪酶
对照组	0	60	2.17	2.23	0.531	0.129
实验组 I	5.37×25	60	2.96 ^{a)}	3.40 ^{a)}	0.588	0.060 ^{a)}
实验组 II	7.52×25	60	3.59 ^{a)}	4.05 ^{a)}	0.429 ^{a)}	0.027 ^{a)}

a) 与对照组差异显著($P < 0.05$)。

三、讨论与结语

由于小剂量 He-Ne 激光具有促进新生血管形成、生长和发育,加速成纤维细胞形成、肉芽组织增生和上皮组织再生,促使创伤愈合和组织修复等作用^[2],从而增强了动物的抗病能力。Fenyő 还观察到 He-Ne 激光辐照,除了能增强细胞的吞噬能力外,还可调动单核细胞、淋巴细胞等聚集于伤口处阻止病原体入侵,并抑制其在体内的扩散^[7]。因此,在本研究中,经能量密度为 2.86J/cm² 激光辐照多次的仔鱼,可能通过阻挡病原体入侵的外部屏障机构(粘膜、鳞片和皮肤等)的完善及机体特异性和非特异性免疫机能增强等途径,来增强体质、提高抗病力,从而使实验组孔雀鱼的成活率一直维持在较高水平;而对照组的仔鱼在车轮虫和水霉、绵霉的侵袭下,却出现大量死亡。

从表 2 可见,实验组 I 孔雀鱼的 α -淀粉酶和 β -淀粉酶活性分别比对照组的高 36.4% 和 52.5%。消化酶活性的升高,就相应增强了幼鱼的摄食量和消化吸收能力,为机体各种代谢活动的顺利进行提供了物质基础和能量保证,从而促进动物体的生长发育。因此,在饵料充足、温度适宜的环境条件下,该组孔雀鱼则表现出生长速度高于对照组。但是,当每次激光的辐照剂量提高到 7.52J/cm² 时,实验组 II 孔雀鱼的生长速度并没有随着相应增加,反而有所下降(表 1)。这一现象可能与蛋白酶活性下降,妨碍了机体对蛋白质的吸收和利用有关。另外,对孔雀鱼而言,脂肪酶也许不是一种主要消化酶,因此其活性降低,可能不会明显影响幼鱼的生长发育。Karu 认为:低强度激光辐照培养细胞和微生物时,首先作用于呼吸链上的某些组分,由此引起细胞代谢活动发生变化^[9]。Fenyő 则通过伤口愈合试验提出:激光生物刺激作用与细胞膜脂类的重取向直接有关^[7]。至于激光对鱼类的作用机制,还有待于进一步探讨。

总之,适当剂量的 He-Ne 激光辐照,可提高鱼体的抗病能力;并通过激活多种代谢酶加速新陈代谢过程,进而促进机体的生长发育。为此,可以预见,激光技术在水产养殖业上将具有广阔的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 中山大学生物系生化微生物教研室编,1978,生化技术导论。人民教育出版社,52—54。
- [2] 汪荫棠、叶春山,1981, He-Ne 激光临床应用的作用机理探讨。应用激光 1(4): 47—48。
- [3] 蒋传葵等编著,1982,工具酶的活力测定。上海科学技术出版社,51—116。
- [4] M. L. 沃尔巴什特编(刘普和等译),1983,激光在医学和生物学中的应用。科学出版社,66—77。
- [5] Fedoseyeva, G. E. et al., 1988, The activation of yeast metabolism with He-Ne Laser radiation I. Protein synthesis in various cultures, *Lasers Life Sci.*, 2(2): 137—146。
- [6] Fedoseyeva, G. E., et al., 1988, The activation of yeast metabolism with He-Ne Laser radiation II. Activity of enzymes of oxidative and phosphorous metabolism, *Ibid.*, 2(2): 147—154。
- [7] Fenyő, M., 1984, Theoretical and experimental basis of biostimulation by laser irradiation, *Optics and Laser Technol.*, 16(4): 209—215。
- [8] Kana, J. S. et al., 1981, Effect of low-power density laser radiation on healing of open skin wounds in rats, *Arch. Surg.*, 116(3): 293—296。
- [9] Karu, T. I., 1988, Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation, *Lasers Life Sci.*, 2(1): 53—74。
- [10] Karu, T. I. et al., 1982, Biological action of low-intensity visible light on HeLa cells as a function of the coherence, dose, wavelength, and irradiation regime, *Sov. J. Quantum Electron.*, 12(9): 1134—1138。
- [11] Marchant, T. A. and Peter, R. E., 1986, Seasonal variations in body growth rates and circulating levels of growth hormone in the goldfish, *Carassius auratus*, *J. Exp. Zool.*, 237(2): 231—239。

THE INFLUENCE OF He-Ne LASER IRRADIATION ON DISEASE RESISTANCE AND GROWTH OF GUPPY, *POECILIA RETICULATA*

Yan Tao and Zhang Zhirong

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou 510301)

ABSTRACT

The biostimulating effect of low-power laser radiation is a wellknown phenomenon. In order to determine the action of defocusing He-Ne laser irradiation on fishes, a series of experiments were carried out from October 1989 to June 1990. In the study, the parent fishes of guppy, *Poecilia reticulata*, were taken from Singapore. About two months, they reached sexual maturation and reproduced naturally. The hatched larvae were divided into control and experimental groups randomly. The larvae of the experimental groups were irradiated once every two days and for 25 times altogether.

1. When *Trichodina nobillis*, *Saprolegnia*, and *Achlya* existed in the cultural environment, the survival rate of guppy treated by He-Ne laser at 2.86 J/cm^2 was 79.6% after 50 days. But that of the control group was only 35.2% under the same condition.

2. The irradiation of He-Ne laser at 5.37 J/cm^2 led to the changes of digestive enzymes in 2-month-old guppy. The activity of α -amylase and β -amylase increased by 36.4% and 52.5% respectively, whereas the activity of lipase decreased by 53.5%, and the activity of protease remained at control level. The body length of 3-month-old guppy increased by 8.3% (σ) or 9.7% (φ) over the control level, and the body weight increased by 41.7% (σ) or 39.6% (φ).

3. The biostimulating effect of laser light on growth of guppy was not enhanced with the increase of irradiation dosage to 7.52 J/cm^2 . This may be related to the decrease of the activity of protease.

These results demonstrated that He-Ne laser irradiation can enhance disease resistance as well as some metabolic activities and accelerate the growth of guppy at a specific intensity.

Key words He-Ne laser, *Poecilia reticulata*, Biostimulating effect of laser radiation