

文章编号: 1001-3806(2006)04-0395-03

He-Ne 激光对 UV-B 辐射大青叶 DTA 热解参数的影响

陈怡平^{1,2}, 孙本华³

(1. 中国科学院地球环境研究所, 西安 710075; 2. 西安工程大学生物工程系, 西安 710048; 3. 西北农林科技大学资源环境学院, 杨凌 712100)

摘要: 为了研究 He-Ne 激光对紫外线 B(UV-B) 辐射大青叶差热分析 (DTA) 热解参数的影响, 探讨激光的作用机理, 运用激光辐照经 UV-B 辐射过的菘蓝幼苗。对照组、激光处理组、UV-B 处理组和 UV-B 与激光复合处理组的 DTA 热解曲线都表现 1 个吸热和 2 个放热过程; 4 组大青叶的 DTA 热解参数 (峰温度范围、峰顶温度、峰面积、峰高度、 ΔH) 存在很大差异; 从 DTA 曲线计算得到的总焓值来看, 4 个处理组其大小依次为: 激光处理组 > UV-B 与激光复合处理组 > 对照组 > UV-B 处理组。证明了激光对紫外线 B 损伤具有修复作用。

关键词: 激光器; 大青叶; 紫外线 B; 差热分析

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A

Influence of laser on DTA thermal parameters of *folium isatidis* exposed to UV-B radiation

CHEN YiPing^{1,2}, SUN BenHua³

(1. Institute of Earth Environment, the Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710069, China; 2. Department of Bioengineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China; 3. College of Resource & Environmental Science, Northwest SciTech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China)

Abstract To study the effect of He-Ne laser radiation on differential thermal analysis (DTA) thermal parameters of *folium isatidis* exposed to ultraviolet B (UV-B) radiation, and further discuss the mechanism of laser biology, *isatis indigotica* seedlings exposed to UV-B radiation are treated with He-Ne laser. The experiments are divided into four groups, i.e., comparison group, laser treated group, UV-B treated group and UV-B and laser hybrid treated group. All DTA curves of the four groups represent one endothermic peak and two exothermic peaks and DTA parameters are different significantly among four treatments. The sequence of the total enthalpy value of the four treatments from the large to the small is laser treated group, UV-B and laser hybrid treated group, comparison group, UV-B treated group, which shows that laser plays repair role on the seedlings lesion by UV-B damage.

Key words lasers; *folium isatidis*; ultraviolet B; differential thermal analysis

引 言

大量氯氟烃类气体释放到大气中, 导致大气臭氧层减薄, 造成太阳射线中到达地面的紫外线 B (280nm ~ 320nm) (ultraviolet B, UV-B) 辐射增强而且还有继续增强的趋势^[1]。UV-B 辐射增强直接导致植物形态结构、生理代谢、花粉萌发、遗传特性和生长周期等方面发生变化^[2]。因此, UV-B 辐射对生物的影响依然是全球变化生物学研究的热点之一。

激光在植物上的应用已有许多报道, 适量剂量的

激光辐射可以提高萌发种子的内能、促进生理生化代谢以及幼苗的生长发育^[3-5], 提高蚕豆对紫外线的抗性^[6], 帮助植物对 UV-B 辐射损伤脱氧核糖核酸 (deoxyribonucleic acid, DNA) 的修复作用^[7]。而菘蓝叶是我国常用传统中药大青叶的主要来源。大青叶中含有靛蓝及靛玉红等多种生理活性成分, 都具有清热、凉血消斑之功效^[8]。但运用差热分析 (differential thermal analysis, DTA) 方法分析激光与 UV-B 损伤大青叶的研究国内外至今未见报道。作者以菘蓝为实验材料, 分析了 He-Ne 激光对增强 UV-B 辐射大青叶的 DTA 热解参数的影响, 为进一步评价 UV-B 效应、提高药用成分及探讨激光对 UV-B 修复机理提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 种子萌发

选取籽粒饱满、大小均匀的菘蓝种子, 然后经体积分数为 0.1% 的 HgCl₂ 消毒, 自然晾干后播种于花盆

基金项目: 国家基础研究重大资助项目 (2004CB720203); 国家自然科学基金资助项目 (30370269)

作者简介: 陈怡平 (1968-), 男, 博士后, 主要从事激光生物学及生态毒理学的研究。

Email: lifesc@ieecas.cn

收稿日期: 2005-06-09; 收到修改稿日期: 2005-12-07

内,花盆直径 20cm,高 25cm,实验设对照组 (CK),UV-B处理组 (B),激光处理组 (L)以及复合处理组 (BL)。土壤成分的体积比例为 V(腐殖质):V(熟土):V(沙土)=4:5:1,每盆 10株,每组 6盆,花盆置于西北大学生物园玻璃温室内,温度 25℃±1℃,光照强度为 1500μmol·m⁻²·s⁻¹,光照时间为每天 10h。

1.2 UV-B辐照处理

UV-B发生采用紫外 B灯(宝鸡灯管厂生产,30W,297nm),方法参照文献[9]中的方法。将UV-B灯垂直悬挂培养皿的上方,并使用φ13mm的醋酸纤维素膜将290nm以下的紫外线滤掉,同时使用聚乙烯膜将320nm以下的紫外线滤掉作为对照。UV-B剂量为 10.8kJ·m⁻²·d⁻¹,相当于西安地区夏至时臭氧下降20%,UV-B增强40%。通过调整UV-B灯与花盆之间的距离来控制UV-B的辐射剂量。待幼苗出土15d后开始处理,每天处理8h,共处理30d,光合有效辐(photosynthetically active radiation, PAR)为 220μmol·m⁻²·d⁻¹(CI301PS CID, USA)。

1.3 He-Ne激光辐照处理

所用 He-Ne激光器(MSHN-A-B450MM,西北大学光电研究所制造)波长为632.8nm,光斑直径放大为1.5mm,辐射剂量为5.23mW/mm²,时间为5min,辐照剂量以及方法参照文献[7],文献[8]。

Table 1 Influence of He-Ne laser radiation on DTA parameters of *folium isatidis* exposed to enhanced UV-B

	CK	B	L	BL
range of endothermic peak/℃	25~190	21~210	20~135	25~190
endothermic peak temperature/℃	80	75	95	80
area of endothermic peak/cm ²	2.02	2.00	1.20	1.30
high of endothermic peak/cm	0.58	0.40	0.60	0.50
ΔH of endothermic peak/J	6.97	6.90	4.14	4.49
range of the first exothermic peak/℃	230~375	250~375	225~385	253~375
temperature of the first exothermic peak/℃	325	328	325	326
area of the first exothermic peak/cm ²	6.30	6.00	8.00	5.80
high of the first exothermic peak/cm	2.70	2.90	3.15	2.80
ΔH of the first exothermic peak/J	21.74	20.70	27.60	20.09
range of the second exothermic peak/℃	450~550	450~535	420~540	435~550
temperature of the second exothermic peak/℃	490	495	482	490
area of the second exothermic peak/cm ²	7.80	6.20	12.20	9.70
high of the second exothermic peak/cm	6.81	6.03	7.50	6.50
ΔH of the second exothermic peak/J	26.91	21.39	42.09	33.46

小顺序为: CK > B > BL > L; 峰高度大小顺序为: L > CK > BL > B; ΔH 大小顺序为: CK > B > BL > L。

第 1 放热峰的温度范围大小顺序为: L > CK > BL > B; 峰顶温度高低基本变化不大; 峰面积大小顺序为: L > CK > B > BL; 峰高度大小顺序为: L > B > BL >

1.4 差热分析

采用日本岛津(DT-30B)热分析仪器对样品(样品重 5mg,升温速率为 10℃/min)进行差热分析(DTA)。焓值的计算方法参见文献[10]。

2 结果与分析

从 DTA 分析的结果来看, He-Ne 激光和增强 UV-B 复合作用下的大青叶的 DTA 曲线既有相同点也有不同点。其相同点在于 DTA 热解大致分 3 个过程, 1 个吸热和 2 个大的放热过程(见图 1)。但是这 3 个过

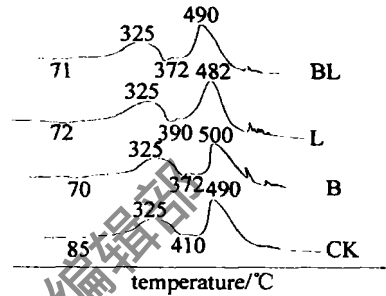


Fig. 1 Leaves DTA curves of four treatments

程的峰温度范围(℃)、峰顶温度(℃)、峰面积(cm²)、峰高度(cm)、焓变ΔH(J)以及总焓变(J)却不尽相同(见表1)。吸热峰的温度范围大小顺序为: L > CK = BL > B; 峰顶温度高低顺序为: B > CK = BL > L; 峰面积大

CK; ΔH 大小顺序为: L > CK > B ≈ BL。

第 2 放热峰的温度范围大小顺序为: L > BL > CK > B; 峰顶温度高低基本变化不大,但 L 最低,CK 与 BL 相等, B 较高; 峰面积大小顺序为: L > BL > CK > B; 峰高度大小顺序为: L > CK > BL > B; ΔH 大小顺序为:

L > BL > CK > B

从 DTA 曲线计算得到的总焓值来看 (见图 2), 单

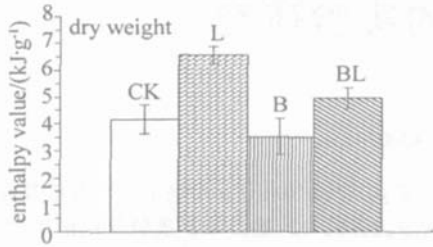


Fig 2 Influence of laser irradiation on enthalpy value of leaves exposed to UV-B

纯激光处理, 每克大青叶的焓值高于对照组 57.3% kJ ($P < 0.01$); 单纯 UV-B 处理, 每克大青叶的焓值低于对照组 15.8% kJ ($P < 0.05$); UV-B 与激光复合处理, 每克大青叶的焓值高于对照组 19% kJ ($P < 0.01$).

3 讨论

UV-B 辐射对植物的影响国内外已经有不少报道, UV-B 能抑制植物的生长发育, 降低生物量^[9, 11], 而激光则能促进植物的生长发育, 提高生物量, 修复 UV-B 对植物的损伤^[6, 7], UV-B 辐射对生理生化代谢的影响直接反映在绿色植物光合作用的能力上, 而光合作用最直接地影响到植物的生长发育, 能量积累。而热焓 (焓值是热解过程释放的能量, 而植物的焓则是植物光合作用积累的能量) 能完整地、全面地衡量 UV-B 辐射对植物的影响。植物能量反映了所有生理、生化和生长因子长期响应的完整性。因此, 采用 DTA 热分析测定板蓝根热分解曲线不但能分析其热解特征, 而且还可以计算出焓变值, 全面了解激光和增强 UV-B 辐射对我国传统中药大青叶能量积累的影响, 合理评价其品质。

该研究首次发现 4 种处理板蓝叶的 DTA 热解曲线均表现 1 个吸热峰和 2 个放热峰, 这说明 4 种处理大青叶的化学物质结构基本相同^[12]。但是这三峰的峰温度范围 (°C)、峰顶温度 (°C)、峰面积 (cm²)、峰高度 (cm)、 ΔH (J) 以及焓变值 (J) 却存在差异, 表明 4 种处理大青叶的化学物质含量不同。但从热解释放能量的计算结果发现: 单纯激光处理提高了大青叶的焓值, 而 UV-B 处理则降低了大青叶的焓值, UV-B 辐射后再经激光处理其焓值明显有所恢复, 这说明激光对 UV-B 辐射大青叶具有显著的修复效果。究其原因可能是: (1) 植物生长发育受外界环境因子的调节, 植物体内光敏素的红光形式和远红光形式的相互转换严格的受到光的调节, 其对外界光更为敏感。He-Ne 激光的波长 (633 nm) 接近光敏素的红光吸收波长, 激光诱导了光敏素产生, 激发了受光敏素直接调节的酶活

性, 提高机体焓、能焓流、化学焓产生、能焓流率、化学焓产生率^[8]。从而提高了生理生化代谢机能。促进了幼苗的生长发育。(2) 激光具有电磁效应, 磁场可以通过各种方式影响蛋白质、酶及生物大分子的结构, 酶的半导体性和酶结构中金属离子的顺磁性, 激活酶的活性。从而导致幼苗代谢增强, 机体内能增大, 机体非平衡稳定态的打破, 最终导致机体从高度有序向无序的方向发展。由于生物机体是一高度有序的开放系统且处于非平衡状态, 犹如一个流动体系的反应器, 物料有进有出, 反应器中不断的进行着反应, 是非平衡的, 但整个反应器有处于恒定态。机体要维持这一高度有序性, 是以增大环境的焓值为代价^[13]。激光辐照机体内能增大, 机体非平衡稳定态的打破, 在个体发育过程中, 激光辐照组要从环境吸收较多的能量来维持内焓的平衡, 这样激光辐照组的生化代谢和光合作用的进程必然加快, 多余的光合产物积累起来, 最终表现为 DTA 热解释放较多的能量。

参 考 文 献

- [1] KERR R A. Ozone hole bodes ill for the global [J]. Science 1988 241(4866): 785~786.
- [2] WANG X L. Research advances about effects of enhanced UV-B radiation on plants and ecosystems [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 2002 22(3): 670~681.
- [3] CHEN Y P, YUE M, WANG X L. Influence of He-Ne laser pretreatment on thermodynamic parameters and growth of *isatis indigotica* [J]. Plant Science 2005 168(3): 601~606.
- [4] CHEN Y P, WANG X L. The study on biochemistry effects of He-Ne laser pretreatment seed of *isatis indigotica* [J]. Laser Technology 2003 27(6): 544~546 (in Chinese).
- [5] CHEN Y P, WANG X L. Effects of He-Ne laser treatment seeds of *isatis indigotica* on photosynthesis of seedlings [J]. Laser Technology 2004 28(1): 42~44 (in Chinese).
- [6] QI Zh YUE M, WANG X L. Laser pretreatment protects cells of broad bean from UV-B irradiation damage [J]. Journal of Photochemistry and Photobiology 2000 B59(1): 33~37.
- [7] QI Zh YUE M, RONG H *et al*. The damage repair role of He-Ne laser on plants exposed to different intensities of UV-B irradiation [J]. Journal of Photochemistry and Photobiology 2002 75(6): 680~686.
- [8] CUI Zh. Pharmacognosy [M]. Beijing: Chinese Press of Medicinal Technology 1999. 130~132 (in Chinese).
- [9] SEARLES P S, FLINT S D, DIAZ S B *et al*. Plant response to solar ultraviolet-B radiation in a southern south american sphagnum peatland [J]. Journal of Ecology 2002 90(4): 704~713.
- [10] POPE M J, JUDD M D. DTA technology and applied [M]. Beijing: Beijing Normal University Press 1988. 42~48 (in Chinese).
- [11] NORTON L R, MCLEOD A R, GREENSLADE P D *et al*. Elevated UV-B radiation effects on experimental grassland communities [J]. Global Change Biology 1999 5(5): 601~608.
- [12] SMITH H. Phytochromes and light signal perception by plants - an emerging synthesis [J]. Nature 2000, 407(6804), 585~591.
- [13] FU X C, SHEN W X, YAO T Y. Physical chemistry [M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press 1990. 173~178 (in Chinese).