

## UV-B 辐射对几种木本植物幼苗生长和 叶绿体超微结构的影响

朱素琴<sup>1</sup> 徐向明<sup>2</sup> 陈章和<sup>3\*</sup> 李韶山<sup>3</sup> 张德明<sup>3</sup>

(1. 广州市天河区环境保护局, 广东 广州 510665; 2. 华南师范大学测试中心, 广东  
广州 510631; 3. 华南师范大学生命科学学院, 广东 广州 510631)

**摘要:** 在实验室条件下研究了 UV-B 辐射对广东省亚热带森林中 5 种木本植物九节、鸭脚木、猴耳环、半枫荷、山乌柏和绿化树种大叶合欢的幼苗形态和细胞超微结构, 特别是叶绿体超微结构的影响。结果表明, UV-B 辐射抑制幼苗主根伸长和减少侧根数, 抑制茎伸长, 减少叶数和叶面积。UV-B 辐射破坏叶片细胞膜结构, 特别是叶绿体膜结构, 但不同种受影响的程度不同, 所表现的症状也不完全相同, 鸭脚木的质膜收缩, 导致质壁分离; 鸭脚木、半枫荷和猴耳环的叶绿体膨胀, 前二者的甚至破裂; 鸭脚木和半枫荷的类囊体膨胀粘连; 猴耳环的线粒体出现空泡化; 半枫荷和猴耳环的叶绿体内大的淀粉粒增多; 鸭脚木和山乌柏的叶绿体内或膜上黑色颗粒增多, 鸭脚木的线粒体膜上也出现黑色颗粒。

**关键词:** UV-B 辐射; 幼苗生长; 叶绿体超微结构; 亚热带木本植物

**中图分类号:** Q947.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3395(2002)03-0235-12

## Effects of UV-B Radiation on Seedling Growth and Chloroplast Ultrastructure Changes in Some Woody Plants

ZHU Su-qin<sup>1</sup> XU Xiang-ming<sup>2</sup> CHEN Zhang-he<sup>3\*</sup> LI Shao-shan<sup>3</sup> ZHANG De-ming<sup>3</sup>

(1. The Environment Protection Bureau, Tianhe District, Guangzhou, Guangzhou 510665, China;

2. The Center of Analysis and Test, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

3. College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

**Abstract:** A study was conducted to determine the effects of UV-B on seedling growth and chloroplast ultrastructure of *Psychotria rubra*, *Schefflera octophylla*, *Archidendron clypearia*, *Pterospermum heterophyllum*, *Sapium discolor* and *Albizia lebbbeck*. The seeds of these species were collected from Nature Reserves in Guangdong, and the seedlings were grown in growth cabinets programmed for a 28/20°C light/dark temperature regime and a 12 h photoperiod. The 15-day-old seedlings were exposed to visible light ( $23 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) supplemented with

收稿日期: 2001-09-27 接受日期: 2002-02-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(39670138)、国家自然科学基金重大项目(39899370)、中国科学院重大项目(KZ951-B1-110)资助。

\* 通讯作者 Corresponding author

7.2 kJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> or 14.4 kJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, or without UV-B radiation (control) for 30 and 60 days. Results demonstrated that UV-B radiation inhibited the growth of main roots and stems, decreased the number of lateral roots and leaf number as well as leaf area. UV-B radiation damaged membrane of leaf cells, particularly the structure of chloroplast membrane. Affected symptoms varied with plant species. Under UV-B radiation, the plasma membrane in *Schefflera octophylla* was contracted and corrugated, and separated from cell wall. Chloroplast in *S. octophylla* and *Pterospermum heterophyllum* was dilated and even broken, the thylakoid dilated and adhered. In *Archidendron clypearia* the mitochondria appeared to be cavitate. Starch grains in chloroplast in *A. clypearia* and *Pterospermum heterophyllum* were increased, and the black particles in chloroplast in *Schefflera octophylla* and *Sapium discolor* were also increased, and appeared on mitochondrial membrane of *S. octophylla*.

**Key word:** Supplementary UV-B radiation; Seedling growth; Chloroplast structure; Subtropical tree species

环境污染特别是大气中氯氟烃(chlorofluoro-carbons, 简称 CFCs)的增加,引起大气臭氧层的破坏,导致到达地球表面的 UV-B 辐射量增加。据 1988 年美国宇航管理局(NASA)的测算,1969-1988 年臭氧层总量全球平均减少了 1.7%-3.0%,南极地区减少了 50%<sup>[1]</sup>,中纬度(30°-60°)地区 1979-1994 年间每 10 年减少 3%(夏季)-6%(冬、春季)(世界气象组织,1994)<sup>[2]</sup>。预测北半球中纬度以北地区未来每 10 年将减少 2%<sup>[3]</sup>。Caldwell 认为,大气臭氧层每减少 1%,到达地表的紫外辐射将增加 2%<sup>[4]</sup>。这对地球上的生物构成严重威胁。臭氧层破坏已成为过去 20-30 年全球关注的环境问题<sup>[5]</sup>,因此,揭示紫外辐射增加对生物的影响,已成为生态研究的热点之一。

过去 30 年,国内外有关 UV-B 辐射增加对植物影响的研究主要涉及生理、生化、生长发育和环境胁迫等,但对其在控制植物生长发育方面的作用仍知道不多<sup>[6]</sup>,对细胞亚显微结构受 UV-B 辐射影响的研究较少。此外,国内外有关 UV-B 辐射增加对植物影响的研究工作多集中在农作物上,对其他植物的研究较少<sup>[7]</sup>,特别是对南亚热带森林植物的研究工作鲜见报道。研究 UV-B 辐射的增加对南亚热带森林植物的影响将有助于认识 UV-B 辐射增加的情况下,南亚热带森林植物的生长和分布的变化。

## 1 材料和方法

本实验研究了广东省南亚热带森林中 5 种常见的木本植物和 1 种栽种的绿化树种。九节 *Psychotria rubra*,为南亚热带森林林下常见灌木,耐阴,种子于 1997 年 3 月采自广东黑石顶自然保护区。鸭脚木 *Schefflera octophylla* 为南亚热带低地森林及次生林中常见乔木,幼苗稍耐阴,种子于 1997 年 3 月采自黑石顶自然保护区。猴耳环 *Archidendron clypearia* 为南亚热带森林及次生林中常见乔木,幼苗稍耐阴,种子于 1997 年 9 月采自广东从化森林公园。半枫荷 *Pterospermum heterophyllum* 为阳性乔木,南亚热带次生林常见

先锋树种,种子于1997年1月采自广东鼎湖山自然保护区。山乌桕 *Sapium discolor* 为阳性乔木,常见于南亚热带次生林中,种子于1997年1月采自鼎湖山自然保护区。大叶合欢 *Albizia lebbbeck* 为阳性乔木,原产热带地区,广东南亚热带地区较广泛栽培,作造林绿化和行道树,种子于1995年2月采自广东潮州市桑埔山。

九节、鸭脚木、猴耳环的果实或种子含水量高,采回后即塑料袋密封贮于4-6℃的冰箱中备用。半枫荷、山乌桕和大叶合欢种子自然风干后,再用密封的塑料袋装好,置于冰箱中备用。

实验在三个生长室中进行,分别为对照(C),低UV-B处理(L)和高UV-B处理(H)。三个生长室内都在距幼苗生长约55 cm高处悬挂40 W的直线型荧光灯3支,测得光照强度为23  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,光/暗周期为12 h/12 h;L组、H组分别添加2支和4支20 W的UV-B灯(华东电子管厂制造,波长范围为280-325 nm,最强波长为290 nm,半高宽为30 nm)。L组和H组的UV-B灯每天照射8 h,UV-B辐射量分别为7.2  $\text{kJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 和14.4  $\text{kJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。低UV-B处理的强度较南亚热带地区自然条件下的略高,而高UV-B处理的强度约相当于南亚热带地区臭氧层减少20%时太阳辐射中到达地表的UV-B强度<sup>[8-10]</sup>。生长室温度为昼28℃,夜20℃,相对湿度约为70%。

选取大小均匀的种子(具肉质果实的种子先去掉果皮),用温水浸泡24 h,均匀播在装有细砂的塑料盒(30 cm×20 cm×10 cm)中,每种种子共200粒,先放入光照培养箱中(光/暗周期为12 h/12 h,温度为25℃/20℃)萌发,待萌发15 d后,将幼苗移植到塑料盆(6 cm×5 cm×12 cm)中,以细砂为基质,每盆栽苗一棵,随机分成三组(每组10-20棵)分别移入三个生长室内,移栽后第一天浇10 ml蒸馏水,第二天浇10 ml的完全培养液<sup>[11]</sup>,以后按此量交替进行。在幼苗生长30 d和60 d时收获幼苗,每个种每个处理收苗5-10棵。收获时测量株高、叶数、叶面积、主根长、侧根数,取60 d幼苗的新鲜叶片做透射电镜制样,用于观察细胞和叶绿体结构。

UV-B辐射强度用IL-1400型紫外辐射测定仪(美国制造)测定。叶绿素a(Chl a)、叶绿素b(Chl b)和类胡萝卜素(Car)的浓度用混合液法测定<sup>[12]</sup>。叶面积用台式叶面积仪(英国制造)测定。透射电镜样品制备及观察:取叶龄一致的新鲜叶片,锇酸-戊二醛双固定法固定,环氧树脂包埋,LKBV超薄切片,用铜网捞样品。在日立H-300透射电镜下观察细胞结构和叶绿体结构并摄像。

## 2 结果和分析

### 2.1 UV-B辐射对主根长和侧根数的影响

UV-B辐射降低幼苗主根的长度(图1),其中对九节、山乌桕和大叶合欢的影响较大。方差分析结果表明,UV-B辐射30 d或60 d对九节、山乌桕和大叶合欢幼苗的主根长度的降低达极显著或显著水平。鸭脚木和半枫荷30 d幼苗的差异不显著,60 d幼苗的差异达极显著;对猴耳环幼苗主根长度的影响不显著。从两个UV-B剂量比较看,H组一般比L组幼苗的主根长度小些,其中九节幼苗的差异达极显著;山乌桕达显著水平;大

叶合欢 30 d 幼苗达极显著, 而 60 d 幼苗不显著; 其它种的差异不显著。

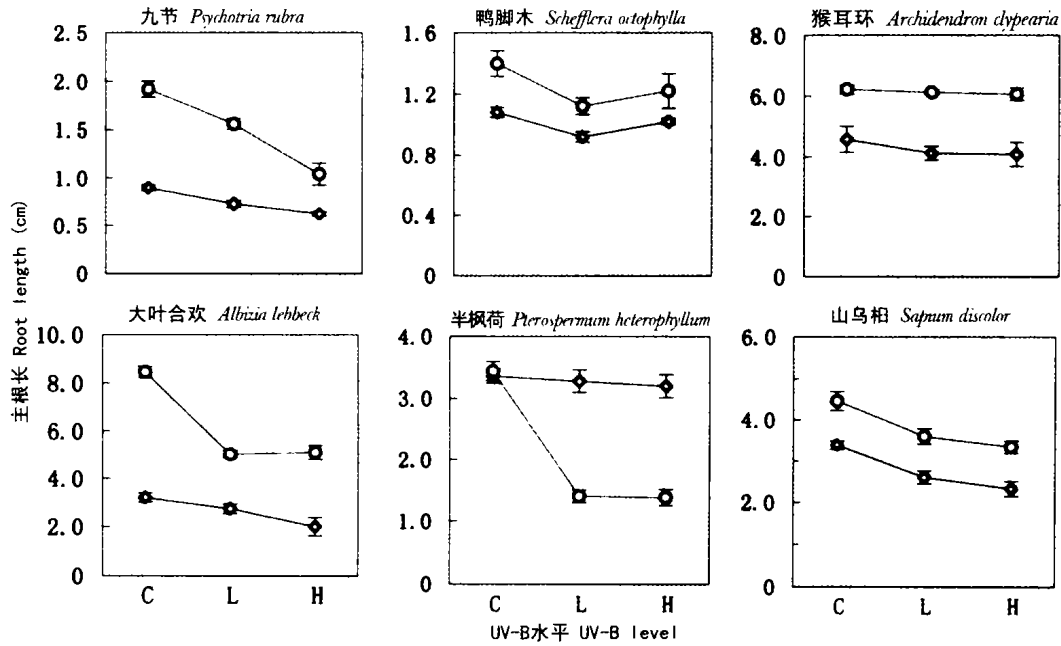


图 1 UV-B 辐射对幼苗主根长度的影响

Fig.1 Effect of UV-B radiation on the length of main roots of seedlings treated for 30 days ( $\diamond$ ) and 60 days ( $\circ$ )

C: 对照 Without UV-B radiation; L: 低 UV-B. UV-B radiation at  $7.2 \text{ kJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ; H: 高 UV-B.

UV-B radiation at  $14.4 \text{ kJm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ; 下同. The same for figs. 2-5.

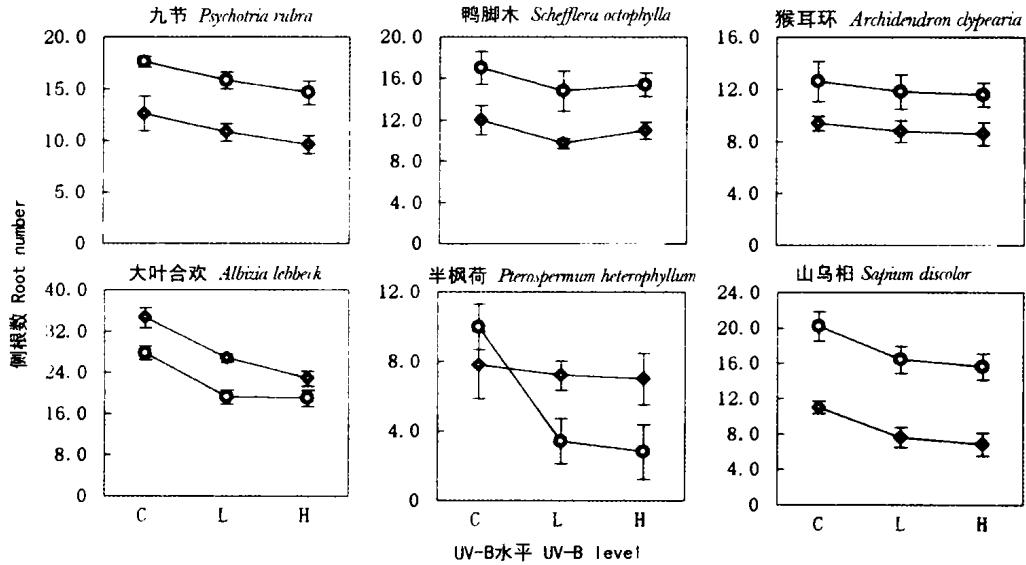


图 2 UV-B 辐射对幼苗侧根数的影响

Fig.2 Effect of UV-B radiation on the number of lateral roots of seedlings treated for 30 days ( $\diamond$ ) and 60 days ( $\circ$ )

UV-B 辐射对幼苗侧根数的影响和对主根长度的影响相似(图 2),也以九节、山乌柏和大叶合欢的侧根数减少较明显,达极显著或显著水平。鸭脚木除 30 d 幼苗的低 UV-B 处理和对照差异显著外,其他均不显著;半枫荷 30 d 幼苗与对照的差异不显著,而 60 d 幼苗的差异达极显著;猴耳环幼苗的差异不显著。

总的看来,除半枫荷外,UV-B 处理 30 d 和 60 d 对几种幼苗的主根长度和侧根数影响的结果相差不大(图中两者变化相近)。半枫荷 60 d 的处理组不但远低于对照组,甚至比 30 d 的对应值低。

## 2.2 UV-B 辐射对幼苗株高的影响

UV-B 辐射对幼苗的株高生长有较明显的抑制作用。经 UV-B 处理 30 d 和 60 d 后,幼苗株高都比对照组的低(图 3)。方差分析显示,除鸭脚木外,其他种都差异显著。处理 30 d 和 60 d 的幼苗株高之间无明显的差异。高 UV-B 处理比低 UV-B 处理对株高的生长有更大的抑制作用,其中半枫荷两组的差异达极显著水平;山乌柏、猴耳环和大叶合欢 30 d 幼苗两者的差异达极显著,60 d 幼苗差异不显著;九节 60 d 幼苗两者的差异达极显著,而 30 d 幼苗不显著;鸭脚木 30 d 和 60 d 幼苗两者的差异都不显著。

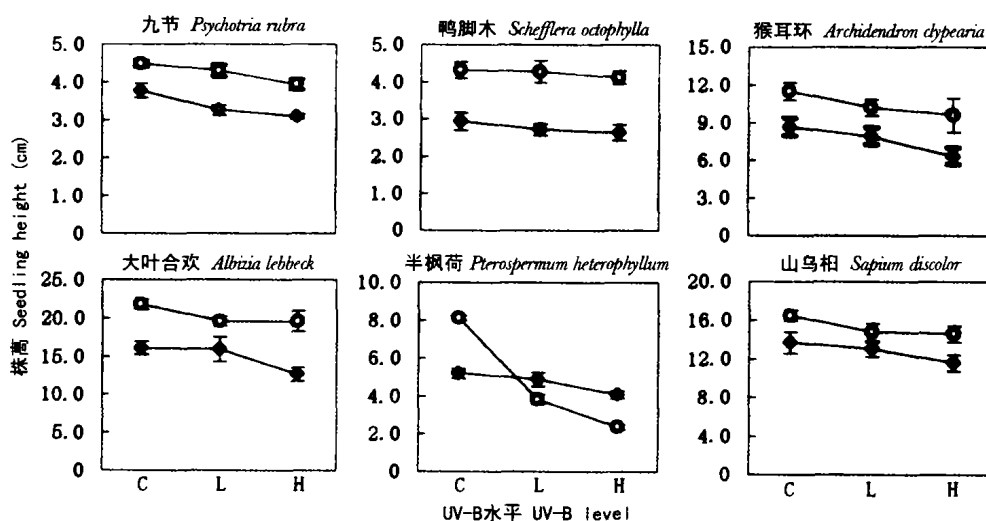


图 3 UV-B 辐射对幼苗株高的影响

Fig.3 Effect of UV-B radiation on the height of seedlings treated for 30 days (◇) and 60 days (○)

## 2.3 UV-B 辐射对叶片数的影响

实验结果显示,UV-B 辐射使幼苗的叶数有所减少,其中对九节、大叶合欢、半枫荷和山乌柏幼苗叶数的影响较大(图 4)。方差分析显示,九节和山乌柏幼苗的 L 组与 C 组的差异达极显著水平,大叶合欢和鸭脚木这两组的差异达显著水平;大叶合欢、半枫荷和山乌柏 60 d 幼苗 L 组和 C 组的差异达极显著水平。结果还表明,除半枫荷外,UV-B 处理剂量对幼苗叶片数的影响没有显著差异。

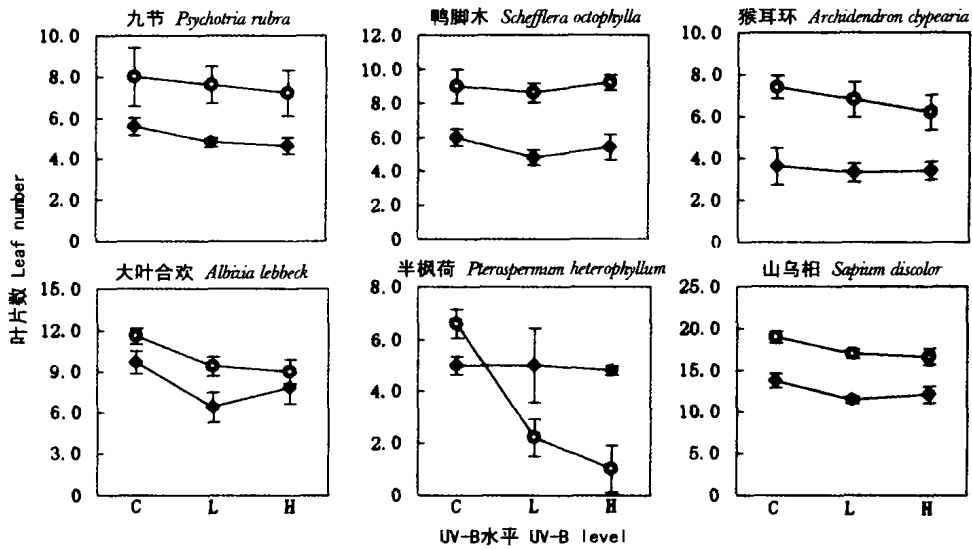


图 4 UV-B 辐射对幼苗叶片数的影响

Fig.4 Effect of UV-B radiation on leaf number of seedlings treated for 30 days (◇) and 60 days (○)

### 2.4 UV-B 对叶面积的影响

图 5 显示,UV-B 辐射使幼苗的叶面积有所减少。处理 30 d 的幼苗中,半枫荷、大叶合欢和猴耳环的差异大些,其他种的差异较小。处理 60 d 的幼苗中,半枫荷、大叶合欢、九节和山乌桕的差异大些,其他种的差异较小。除九节和山乌桕外,不同剂量 UV-B 辐射对其他种叶面积的影响均无明显的差异。

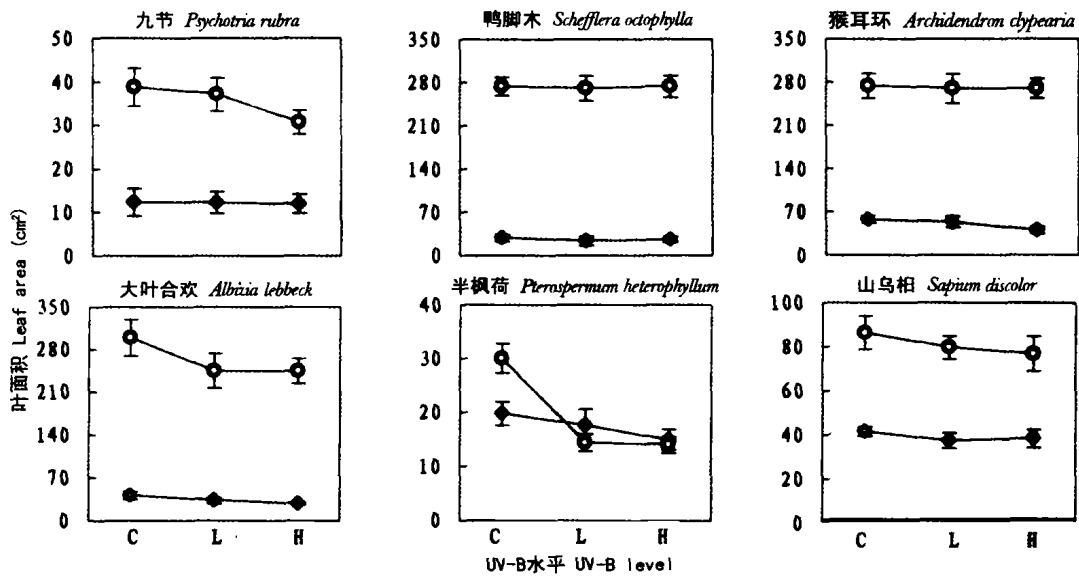


图 5 UV-B 辐射对幼苗叶面积的影响

Fig.5 Effect of UV-B radiation on leaf area of seedlings treated for 30 days (◇) and 60 days (○)

## 2.5 对细胞和叶绿体结构的影响

透射电镜结果表明,UV-B 辐射破坏细胞的膜系统,尤其是叶绿体膜系统。UV-B 辐射对不同树种的伤害程度和情况不同:鸭脚木 C 组的叶绿体结构完整,双层膜和类囊体膜平整清晰,内有 1 个淀粉粒、1-2 个大小均匀的黑色嗜锶小体,细胞膜也平整清晰,且紧贴细胞壁(图版 I:1)。L 组的细胞膜系统(包括质膜、叶绿体膜和类囊体膜)上布满大小不一的黑色颗粒,基粒类囊体层次较模糊(图版 I:2),质膜皱褶收缩脱离细胞壁(图版 I:3)。H 组的细胞内也布满着大小不一的黑色颗粒,线粒体的内外膜上同样都有黑色颗粒(图版 I:4,箭头所示)。叶绿体膜破裂,类囊体粘连,有的叶绿体完全解体,裸露的类囊体分散在细胞质中(图版 I:5)。有的细胞壁破损,叶绿体则游离在细胞外(图版 I:6)。半枫荷 C 组的叶绿体结构完整,双层膜和类囊体膜平整清晰,无淀粉粒,有嗜锶小体;质膜也平整清晰紧贴细胞壁(图版 I:7)。L 组的叶绿体膨大,内有 2-3 个较大的淀粉粒(图版 I:9)。H 组的叶绿体也膨大,有的外膜挤压破裂,内有 1-2 个淀粉粒,类囊体大部分膨胀粘连(箭头所示),叶绿体有解体趋势(图版 I:8)。猴耳环 L 组和 C 组的结构基本一致,叶绿体内有 1-2 个淀粉粒,2-4 个大小均匀的黑色嗜锶小体,膜系统完整(图版 II:10, 11)。H 组叶绿体膨大,内挤满了淀粉粒,膜不见破坏(图版 I:12),但是许多线粒体有空泡现象(图版 II:13)。大叶合欢未见 UV-B 处理与对照有显著的区别,叶绿体结构完整,片层清晰,质膜正常(图版 II:14),但 UV-B 处理的细胞壁增厚(图版 II:15)。山乌桕 L 组(图版 II:17)和 H 组(图版 II:18)与对照(图版 II:16)相比,叶绿体除有较多的黑色颗粒外,无明显的区别。

由上可见,UV-B 影响幼苗的细胞结构,尤其是叶绿体的结构,各个种的反应有所不同。主要表现是:1. 叶绿体内大淀粉粒增多(猴耳环和半枫荷);叶绿体内外膜上大小不一的黑色颗粒增多(属嗜锶滴,脂类物质)(鸭脚木和山乌桕);叶绿体膨胀(鸭脚木和半枫荷),甚至破裂(鸭脚木);类囊体膜膨胀粘连(鸭脚木和半枫荷)。2. 质膜皱褶收缩,脱离细胞壁(鸭脚木);细胞壁增厚(大叶合欢)。3. 线粒体有空泡现象(猴耳环),内外膜上分布有黑色颗粒(鸭脚木)。

## 3 讨论

两种剂量的 UV-B 辐射对木本植物幼苗的形态结构都有较明显的影响。本研究的低 UV-B 处理的强度较亚热带相近地区自然条件下的 UV-B 水平(赤道地区夏季年均约  $6 \text{ kJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ )<sup>[8]</sup>略高,但已对研究植物幼苗的形态结构产生显著的影响,这可能与本实验的光照强度较弱有关。已有研究表明,UV-B 的影响与可见光的光照强度有关,低光强下生长的植物对 UV-B 辐射的敏感性较强<sup>[13]</sup>。不同剂量 UV-B 处理间的差异较小,未显示与 UV-B 辐射量的线性关系,然而膜系统受破坏的程度则是高剂量 UV-B 显著大于低剂量。本实验形态方面受影响较大的山乌桕和大叶合欢,其叶绿体的超微结构受影响并不最严重,而形态受影响较小的鸭脚木,其叶绿体的超微结构受严重影响。是否有的植物受 UV-B 破坏主要表现在植物体的形态上,而有的植物主要表现在细胞的显微结构上?

植物细胞显微结构的破坏与植物体形态变化相比,受 UV-B 辐射的影响是否更严重? 这些问题值得深入探讨。

本实验的 6 种幼苗对 UV-B 影响的敏感性有差异。从植物体的形态看,半枫荷、九节、大叶合欢和山乌桕受影响较大。半枫荷经 60 d 处理,主根长度、侧根数、株高、叶片数和叶面积都较对照显著减少,甚至比 30 d 幼苗的相应值小。从叶细胞和叶绿体的超微结构看,以鸭脚木和半枫荷受破坏较显著。已有的研究表明,植物对于 UV-B 照射的敏感性具有种间和品种间差异,这与它们的生态特性(如阳性植物和耐阴植物)、分布的地理位置(如不同的海拔和纬度)和生长条件(如土壤水分和营养)等有关<sup>[6, 9, 14-17]</sup>。本研究的几种植物对 UV-B 敏感性的差异与植物的生态特性(例如耐阴性等)之间联系不明显,这可能与用于试验的种数较少和种的代表性较差有关,也可能与幼苗都生长于较弱的光环境下有关。深入研究南亚热带森林不同生态类型的木本植物对 UV-B 辐射增加敏感性差异的原因,是很有意义的。

有人研究发现 UV-B 辐射增加使豌豆类囊体膜膨胀并逐渐解体,叶绿体膜逐渐解体,并伴随有大的淀粉粒积累<sup>[18]</sup>。本实验也观察到这种现象,且发现叶绿体内、外膜上大小不一的黑色嗜银颗粒增多,猴耳环的线粒体还有空泡现象。可见,UV-B 辐射除了引起叶绿体膜系统破坏外,也引起其它细胞器膜的破坏和黑色嗜银颗粒积累。

本实验是在实验室内进行的,它与自然状态下的情况可能有较大的差别,特别是实验的光照较弱。UV-B 辐射对植物的效应与可见光的强度有关<sup>[13]</sup>,因此,要揭示 UV-B 辐射增加对南亚热带植物生长的影响,还有待于更深入的研究。

#### 参考文献:

- [1] 王小菁,潘瑞炽. UV-B 对高等植物生长和产量及某些生理代谢过程的影响 [J]. 植物生理学通讯, 1995, 31(5): 385-389.
- [2] Tosserams M, Pais de Sa A, Rozema J. The effect of solar UV radiation on four plant species occurring in a coastal grassland vegetation in The Netherlands [J]. *Physiol Plant*, 1996, 97:731-739.
- [3] Brune W H, Anderson J G, Toohey D W, et al. The potential for ozone depletion in the arctic polar stratosphere [J]. *Sci*, 1991, 252:1260-1266.
- [4] Mirecki R M, Teramura A H. Effects of ultraviolet-B irradiance on soybean [J]. *Plant Physiol*, 1984, 74:475-480.
- [5] Lubin D, Jensen E H. Effects of clouds and stratospheric ozone depletion on ultraviolet radiation trends [J]. *Nature*, 1995, 377:710-713.
- [6] Sullivan J H, Rozema J. UV-B effects on terrestrial plant growth and photosynthesis [A]. In: Rozema J. *Stratospheric Ozone Depletion: The Effects of Enhanced UV-B Radiation on Terrestrial Ecosystems* [M]. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 1999. 39-57.
- [7] Sullivan J H, Teramura A H, Ziska L H. Variation in UV-B sensitivity in plants from a 3000-m elevational gradient in Hawaii [J]. *Amer J Bot*, 1992, 79(7):737-743.
- [8] Campbell B D, Hofmann R W, Hunt C L. UV-B effects on New Zealand pasture ecosystems [A]. In: Rozema J. *Stratospheric Ozone Depletion: The Effects of Enhanced UV-B Radiation on Terrestrial Ecosystem* [M]. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 1999. 227-249.
- [9] Gwynn-Jones D, Lee J A, Johanson U, et al. The responses of plant functional types to enhanced UV-B radiation [A].



- In: Rozema J. Stratospheric Ozone Depletion: the Effects of Enhanced UV-B Radiation on Terrestrial Ecosystems [M]. The Netherlands: Backhuys Publishers Leiden, 1999. 173-185.
- [10] Ziska L H, Teramura A H, Sullivan J H. Physiological sensitivity of plants along an elevational gradient to UV-B radiation [J]. *Amer J Bot*, 1992, 79(8):863-871.
- [11] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 60-64.
- [12] 陈福明, 陈顺伟. 混合液法测定叶绿体色素的研究 [J]. *林业科技*, 1984, 6:6-8.
- [13] Cen Y-P, Bormman J F. The response of bean plants to UV-B radiation under different irradiances of background visible light [J]. *J Exper Bot*, 1990, 41:1489-1495.
- [14] Ambler J E, Kriyek D T, Semeniuk R. Influence of UV-B radiation on early seedling growth and translocation of  $^{65}\text{Zn}$  from cotyledons in cotton [J]. *Physiol Plant*, 1975, 34:177-183.
- [15] Teramura A H, Sullivan J H. Effects of ultraviolet-B radiation on soybean yield and seed quality [J]. *Environ Plant*, 1981, 53:416-421.
- [16] Ballare C L, Barnes P W, Kendrick K E. Photomorphogenetic effects of UV-B radiation on hypocotyl elongation in wild type and stable-phytochrome-deficient mutant seedlings of cucumber [J]. *Physiol Plant*, 1991, 83:652-658.
- [17] Ballare C L, Scoppek A L, Stapleton A E, et al. Solar ultraviolet-radiation affects seedling emergence, DNA integrity, plant morphology, growth rate, and attractiveness to herbivore insects in *Datura ferox* [J]. *Plant Physiol*, 1996, 112:161-170.
- [18] He J, Huang L-K, Whitecross M I. Chloroplast ultrastructure changes in *Pisum sativum* associated with supplementary ultraviolet (UV-B) radiation [J]. *Plant Cell Environ*, 1994, 17:771-775.

### 图版说明

CW: 细胞壁 Cell wall; PM: 质膜 Plasma membrane; Chl: 叶绿体 Chloroplast; SG: 淀粉粒 Starch grains; OS: 嗜钨小体 Osmiophilic granules

#### 图版 I

1-6: 鸭脚木 *Schefflera octophylla*

1. C 组, 叶绿体的完整结构;  $\times 15\ 000$

2. L 组, 叶绿体嗜钨小体增多;  $\times 10\ 000$

3. L 组, 质膜皱褶收缩脱离细胞壁;  $\times 5\ 000$

4. H 组, 叶绿体的嗜钨小体增多, 线粒体膜上也出现黑色颗粒(箭头);  $\times 15\ 000$

5. H 组, 破裂的叶绿体;  $\times 5\ 000$

6. H 组, 叶肉细胞壁破损, 叶绿体游离;  $\times 1\ 000$

7-9: 半枫荷 *Pterospermum heterophyllum*

7. C 组, 叶绿体完整的结构;  $\times 15\ 000$

8. H 组, 类囊体膨胀粘连(箭头), 叶绿体膜破损;  $\times 20\ 000$

9. L 组, 叶绿体膨大, 外膜皱褶凸起;  $\times 15\ 000$

#### 图版 II

10-13: 猴耳环 *Archidendron clypearia*

10, 11. C 组和 L 组, 叶绿体结构正常; 10.  $\times 1\ 000$ ; 11.  $\times 4\ 000$

12. H 组, 叶绿体内增多的淀粉粒;  $\times 3\ 000$

13. H 组, 空泡化的线粒体;  $\times 15\ 000$

14, 15: 大叶合欢 *Albizzia lebbek*

C 组(14)和 H 组(15)的叶绿体, H 组的细胞壁明显增厚, 其他结构无明显区别;  $\times 15\ 000$

16-18: 山乌桕 *Sapium discolor*

C 组 (16)、L 组 (17) 和 H 组 (18) 的叶绿体, 三者的区别是 L 组和 H 组黑色嗜锇小体明显增多。16、17,  $\times 15\ 000$ ; 18,  $\times 7\ 000$ 。

### Explanation of plates:

#### Plate I:

##### 1-6. *Schefflera octophylla*

1: Control group (C group). Normal structure of chloroplast;  $\times 15\ 000$

2: Lower UV-B treatment group (L group). Increasing osmiophilic granules in chloroplast.;  $\times 10\ 000$

3: L group. Plasma membrane contracting and corrugating, separating from cell wall;  $\times 5\ 000$

4: Higher UV-B treatment group (H group). Increasing osmiophilic granules in chloroplast and black particles on mitochondrial membrane (arrow);  $\times 15\ 000$

5: H group. Broken chloroplasts;  $\times 5\ 000$

6: H group. Damaged cell wall and chloroplast apart from the cell;  $\times 1\ 000$

##### 7-9. *Pterospermum heterophyllum*

7: C group. Normal structure of chloroplast;  $\times 15\ 000$

8: H group. Thylakoid dilating and adhering to each other (arrow), and chloroplast membrane being damaged;  $\times 20\ 000$

9: L group. Chloroplast dilating, chloroplast membrane corrugating;  $\times 15\ 000$

#### Plate II:

##### 10-13. *Archidendron clypearia*

10, 11: C group and L group. Normal structure of the chloroplast; 10.  $\times 1\ 000$ ; 11.  $\times 4\ 000$

12: H group. Starch grains in the chloroplast increased;  $\times 3\ 000$

13: H group. Cavitate mitochondria;  $\times 15\ 000$

##### 14, 15. *Albizia lebbek*

C group (14) and H group (15). No significant change but thicker cell wall in H group;  $\times 15\ 000$

##### 16-18. *Sapium discolor*

Black osmiophilic granules increased in chloroplasts in L group (17) and H group (18). 16、17.  $\times 15\ 000$ ; 18.  $\times 7\ 000$ 。

---

## 《植物遗传资源科学》2003年征订启事

《植物遗传资源科学》是中国农业科学院作物品种资源研究所和中国农学会遗传资源分会联合主办的专业性学术期刊,由中国工程院院士董玉琛研究员担任主编,2000年创刊。主要发表植物遗传资源研究报告,介绍研究成果和学科进展,进行学术交流,提供可供遗传育种和农业生产利用的优异资源以及国外有关研究信息。以从事植物遗传资源科学研究工作的人员,各有关大专院校的师生,农业行政和推广人员为读者对象。季刊。16开本,64页。准印证号:京内资准字99-L0722。每期收工本邮寄费5元,全年20元。本刊编辑部常年办理订阅手续,如需邮挂每期另加2元。编辑部地址:100081北京中关村南大街12号中国农科院,电话:010-62186657,传真:010-62186629。



See explanation at the text



See explanation at the text

2