

不同生境下榕树叶片形态观察

Leaf Morphology of *Ficus microcarpa* in Different Environments

陈健辉 黄涛*

Chen Jianhui Huang Tao

(广州大学生物与化学工程学院生物系 广州 510405)

(Dept. of Biology, College of Biology & Chemistry Engineering Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong, 510405, China)

摘要 为了探讨环境污染对植物叶片的影响,于2000年11月19日15:30,同时在广州市区内的水泥厂、硫酸化工厂、麓湖、白云山、环市路,采集榕树南向树冠的外展枝条上成熟的叶片10片,观察叶片的主要形态和解剖结构。结果显示:水泥厂、硫酸化工厂种植的榕树的叶片较薄,短且窄,叶片的二级脉间距较窄;而白云山、麓湖生长的榕树的叶片厚、长且宽,各级叶脉较粗,二级脉间距宽。叶片的表皮均由3层细胞组成的上表皮,但水泥厂、硫酸化工厂采集的叶片表皮层占叶片的总厚度增加,细胞壁增厚,栅栏薄壁组织细胞的纵向直径与横向直径的比值增加,栅栏薄壁组织占叶片总厚度的百分比上升,在海绵薄壁组织中出现非胞间隙的圆形穿孔。玻璃幕墙形成的强光反射长时间对榕树照射也造成叶片的机械组织发达,而海绵组织不甚发达。较强的二次光源对植物产生影响。

关键词 榕树 叶片 形态 解剖结构 环境污染

中图分类号 Q945.7

Abstract To probe into the effect of environmental pollution on leaf morphology of plants, ten matured leaves on the abducent twigs in the southward of crown of *Ficus microcarpa* were collected on each one of five spots in Guangzhou city, south China at the same time on Nov. 11th 2000. The five spots are a cement mill, a vitriol plant, Luhu (lake), Baiyunshan (mountain), city bypass. The leaves are found thin, short, narrow and having small space between the secondary veins in the cement mill and vitriol plant, and inverse in Baiyunshan and Luhu. All leaves from five spots have an upper epidermis composed of three layers of cells. Compared to other three spots, the leaves from the cement mill and vitriol plant are thicker in epidermis and cell wall, and have higher aspect ratio of palisade parenchyma cells, and higher proportion of palisade parenchyma to leaf thickness; some round holes which are not cell intervals are found in spongy parenchyma. Long time lighting of strong light reflecting from glass wall of buildings could lead to upgrowth of mechanical parenchyma, and downgrowth of spongy parenchyma. The strong secondary source lighting also affects growth of plants.

Key words *Ficus microcarpa*, leaf, morphology, dissecting structure, environmental pollution

长期以来,人们在城市绿化中所利用的一些树种往往具有一定的抗性;然而,在一些实验中我们发现,环境受到污染后,生长在被污染了的环境中的植物,

会表现出一定的特征变化,即使是强抗性植物,也会出现变异^[1]。叶片是植物体的重要器官,外界环境中的气体,可通过气孔进入叶肉;外界的物质积聚在叶片上,持续的光照对植物的生长也产生影响。为此,我们选择广州地区分布较广,对酸雨等污染有较强抗性的绿化树种榕树作为材料,研究其在不同生活环境下,叶片的形态学特征,以探讨污染对植物叶片的影响。

2002-01-21收稿

* 广州铁路第一中学,广州,510600(Guangzhou No. 1 Railway Middle School, Guangzhou, Guangdong, 510600, China)

响, 揭示其变化规律

1 实验材料与方法

1.1 实验材料的选取

我们以榕树 (*Ficus microcarpa* L. f.) 为实验材料。于 2006 年 1 月 1 日 15:30, 同时在广州市区内的水泥厂、硫酸化工厂、麓湖、白云山、环市路 5 个地点, 采集榕树南向树冠的外展枝条上, 成熟的、发育时期相当的叶片 (均为枝条上从顶端第一片幼叶往下的第 5~7 片成熟叶) 进行观察。1 个月后, 进行内容相同的重复实验。采集点的环境情况见表 1。

1.2 标本的保存及制作方法

1.2.1 新鲜叶片标本: 各采集点均随机选取采集范围内的 10 片新鲜叶片, 用游标尺对其长 (最长)、宽 (最宽)、厚 (叶片中部主脉旁) 进行量度后, 用 F. A. A. 固定液固定、保存。对测量数据进行统计后记录平均值。

1.2.2 叶片材料: 取接近平均值的叶片, 切取叶片中部主脉部分约 10 mm × 5 mm (长 × 宽) 大小的材料, 进行常规石蜡切片, 用 PAS 反应染色法染色, 爱氏苏木精对照染色; 显微测微尺量度, Olympus 显微镜观察、摄影。

表 1 各采集点环境情况

Table 1 Conditions of sampling spots

采集地点 Sampling spot	采集点周围环境 Surrounding of sampling spot	采集时气温 Temperature at sampling (°C)	周围主要植被种类 Major trees around sampling spots
白云山 Baiyunshan	采集点为一山顶公园, 植被较丰富; 周围具小卖部、酒店等极少数建筑。 A park on the top area of mountain, enriching vegetation. There are some buffets, restaurants and buildings in the surrounding.	20.9	马尾松、荷木、黄槐、扶桑; 蟛蜞菊等数十种。Several tens species including <i>Pinus massoniana</i> , <i>Schima crenata</i> , <i>Cassia surattensis</i> , <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> , <i>Wedelia chinensis</i> .
麓湖 Luhu	采集点为一水边公园, 依山傍水; 周围有仓库、远处是居民区。 A lake park with a series of hills and waters. There are storehouses in the surrounding. Beyond are residential areas.	20.6	马尾松、红花羊蹄甲、木棉; 蟛蜞菊等数十种。Several tens species including <i>Pinus massoniana</i> , <i>Bauhinia blakeana</i> , <i>Bombax malabaricum</i> , <i>Wedelia chinensis</i> .
环市路 City bypass	采集点在马路边一幢酒店后面。以采集点为中心 300 m 半径范围内有 4 座具玻璃幕墙的高大建筑, 其光线对植物有影响。 In the back of a restaurant. There are four high buildings with glass wall in the circle of 300 m radius. The reflection light of the glass wall would affect plants.	21.4	大叶榕、木棉、红花羊蹄甲、凤凰木等近 20 种。About 20 species including <i>Ficus altissima</i> , <i>Bombax malabaricum</i> , <i>Bauhinia blakeana</i> and <i>Delonix regia</i> .
硫酸化工厂 Vitrinol plant	采集点在马路边, 绿化较少; 周围是居民区。In the side of a road, a few trees, surrounding is residential area.	22.5	印度橡胶榕、倒扣草等几种。Several species including <i>Ficus elastica</i> , <i>Achyranthes aspera</i> .
水泥厂 Cement mill	采集点在马路边, 绿化较少; 周围是居民区。In the side of a road, a few trees, surrounding is residential area.	22.8	大叶榕、木棉等几种。Several species including <i>Ficus altissima</i> and <i>Bombax malabaricum</i> .

1.2.3 叶脉标本: 用 4% NaOH 溶液煮沸, 清除叶肉后, 铁矾苏木精染色, 压干后观察, Nikon 相机摄影。描述术语根据喻诚鸿等^[2]的表述。

2 实验结果

两批材料的观察结果基本相同。观察的结果显示: 在不同生长环境中, 榕树的叶片均能生长发育, 结构相似; 但在受污染的环境下生长的榕树叶片, 在叶片形态、叶脉特征、叶片结构中各层组织的比例、叶脉维管束组成等会出现一些变异。

2.1 叶片形态

叶片的共同特征为: 叶为革质, 网状叶脉; 椭圆形至倒卵形, 基部狭, 叶全缘; 区别点见表 2。从表 2 可见, 水泥厂、硫酸化工厂种植的榕树的叶片较薄, 短且窄; 白云山、麓湖生长的榕树的叶片厚、长且宽。

2.2 叶脉特征

各采集点叶脉类型均为环结曲行羽状脉, 一级脉粗, 粗细度在 2.56~3.64 mm, 平均 3.15 mm; 二级叶脉有 8 对, 叶脉在叶片边缘结网, 脉环以锐角连接上面邻近的二级脉, 最下一对二级脉以约 35° 度开出; 三级脉为贯串型; 具四级脉分枝; 网眼发育完善; 盲脉具一次分支。有区别的是: 水泥厂采集的叶片一级

表 2 叶片形态比较

采集地	叶厚	叶长	叶宽
Sampling spot	Leaf thickness (mm)	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)
水泥厂	0.21	47.41	26.86
Cement mill			
硫酸化工厂	0.27	60.34	24.33
Sulfuric acid plant			
环市路	0.30	64.26	33.14
City bypass			
麓湖	0.31	63.43	33.47
Luhu			
白云山	0.35	73.08	33.47
Baiyunshan			

脉粗度在 3.00 以下,二级脉间距最宽处为叶片长度的 10.3% ~ 13.9%, 平均为 12.9%, 各级叶脉较细,盲脉缺者居多; 硫酸化工厂采集的叶片一级脉粗度在 3.00 以下,二级脉间距最宽处为叶片长度的 7.7% ~ 10.7%, 平均为 9.3%, 各级叶脉较细,盲脉缺者居多; 环市路采集的叶片一级脉粗度在 3.20 以下,二级脉间距最宽处为叶片长度的 9.6% ~ 15.4%, 平均为 12.3%, 边脉较粗,盲脉较完整; 麓湖采集的叶片一级脉粗度在 3.20 以上,二级脉间距最宽处为叶片长度的 16.7% ~ 19.4%, 平均为 17.4%, 各级叶脉较粗,盲脉较完整; 白云山采集的叶片一级脉粗度在 3.20 以上,二级脉间距最宽处为叶片长度的 18.4% ~ 21.1%, 平均为 19.7%, 各级叶脉较粗,盲脉较完整。图 1a 为白云山采集点的叶片的叶脉,箭头示主脉旁较为完善的盲脉; 图 1b 为水泥厂采集点的叶片的叶脉,箭头示主脉旁无明显的盲脉。

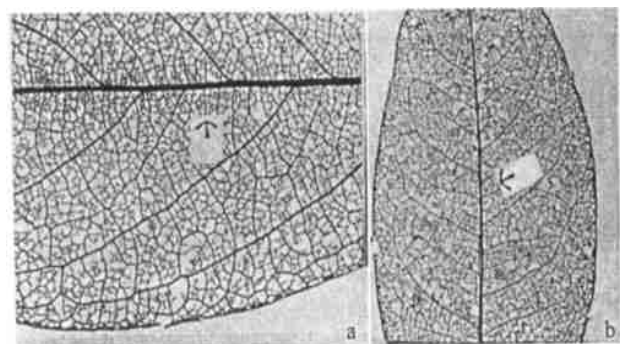


图 1 叶脉特征

Fig. 1 Vein characteristics

(a) 白云山采集点的叶片 ($\times 4$) The leaf collected from Baiyunshan ($\times 4$); (b) 水泥厂采集点的叶片 ($\times 2$) The leaf collected from the cement mill ($\times 2$).

2.3 叶片结构

叶片横切面结构外观结果: 叶均为异面叶 (图 2), 上下表皮均为复表皮, 上表皮由 2~3 层细胞组成,

由外到内细胞逐渐增大, 并具较多的钟乳体; 下表皮由两层细胞组成, 表皮细胞含少量的淀粉粒 (图 3), 栅栏薄壁组织由 2 层细胞组成, 细胞中淀粉粒不明显 (图 4); 海绵薄壁组织具明显的胞间隙, 薄壁细胞具明显的淀粉粒 (图 5); 二、三级叶脉具有 1 层由较大薄壁细胞组成的维管束鞘, 维管束鞘细胞淀粉粒不明显 (图 6), 在主脉区域远轴面具发达的厚壁组织, 近轴面的厚壁组织的层数相对较少; 维管束为周韧维管束, 但近轴面一侧韧皮部不发达, 有些部位为间断连接; 维管束外具由 3~6 层细胞组成的纤维层 (图 7), 采集地不同周韧维管束外方的纤维细胞层数不同, 近轴面外的层数较远轴面外的少。叶肉细胞均具叶绿体, 但不同采集地点榕树叶片的叶肉细胞及其所含叶绿体的大小均有不同, 且水泥厂、硫酸化工厂采集的叶片的海绵薄壁组织中常见直径在 2.9~4.6 μm 的较胞间隙大的近圆形空洞, 而其他 3 个材料未发现。其各层的区别见图 8~ 图 12 和表 3、表 4。

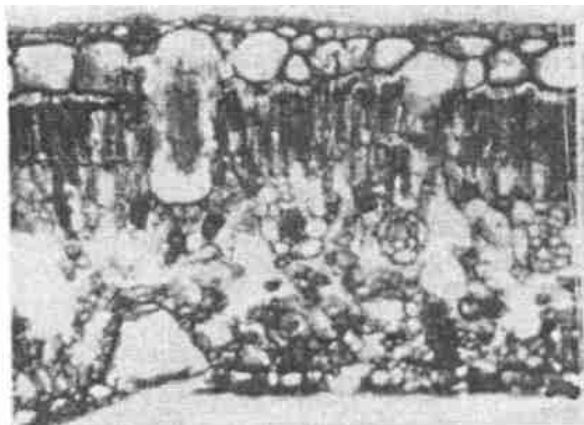


图 2 白云山采集的叶片叶肉部位横切面结构 ($\times 110$)

Fig. 2 Cross section of mesophyll of leaves from Baiyunshan ($\times 110$)

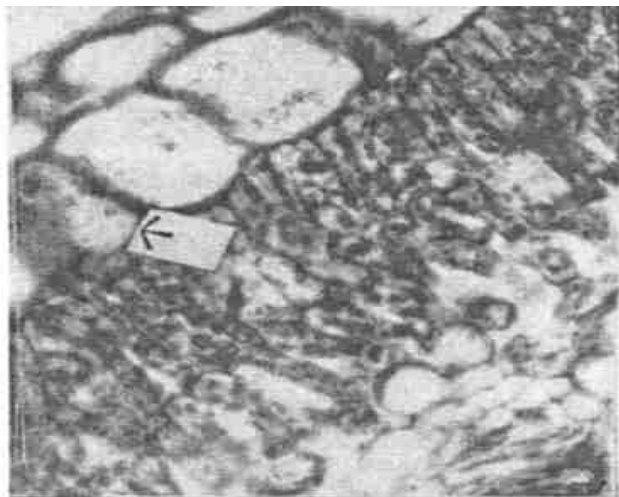


图 3 表皮细胞上的淀粉粒 ($\times 400$)

Fig. 3 Starch grains in the upper epidermis cells ($\times 400$)

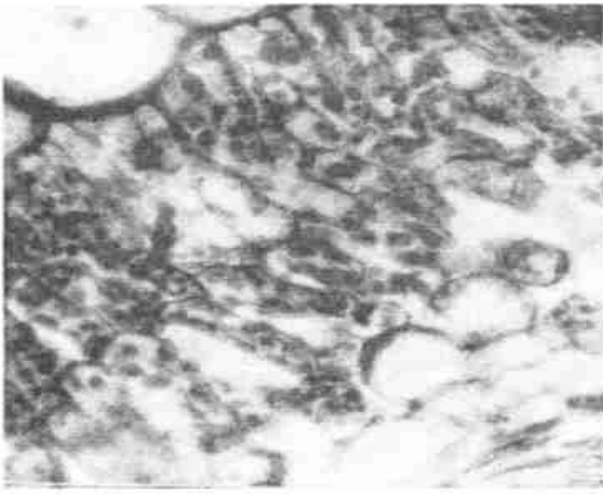


图 4 栅栏组织细胞上无明显淀粉粒 (× 400)

Fig. 4 Unclear starch grains in the palisade parenchyma cells (× 400)

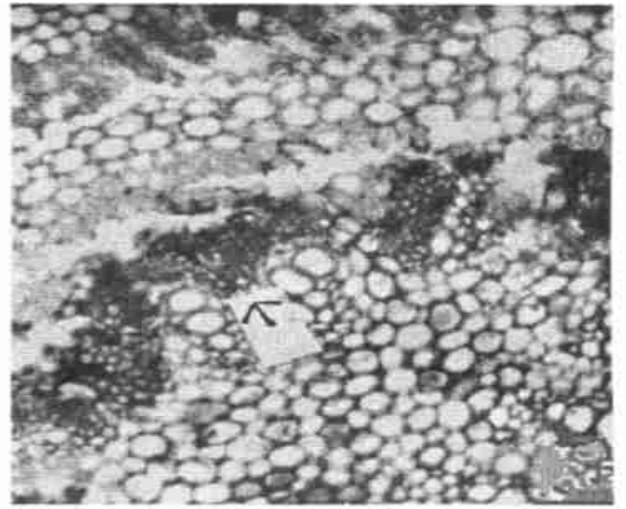


图 7 主脉维管束外的纤维层细胞 (× 270)

Fig. 7 Fibre cells outside vascular bundle in the primary vein (× 270)

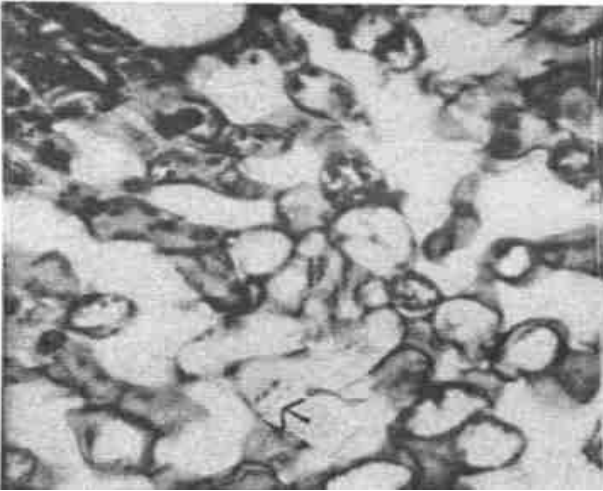


图 5 海绵组织细胞上明显的淀粉粒 (× 400)

Fig. 5 Clear starch grains in the spongy parenchyma cells (× 400)

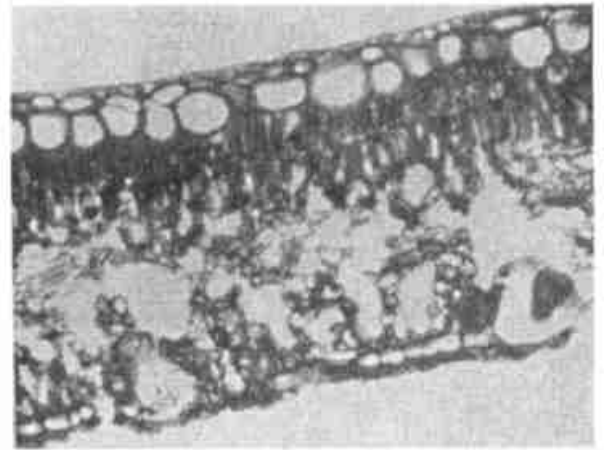


图 8 水泥厂采集点的叶片叶肉部位横切面结构 (× 150)

Fig. 8 Cross section of mesophyll of the leaves from the cement mill (× 150)

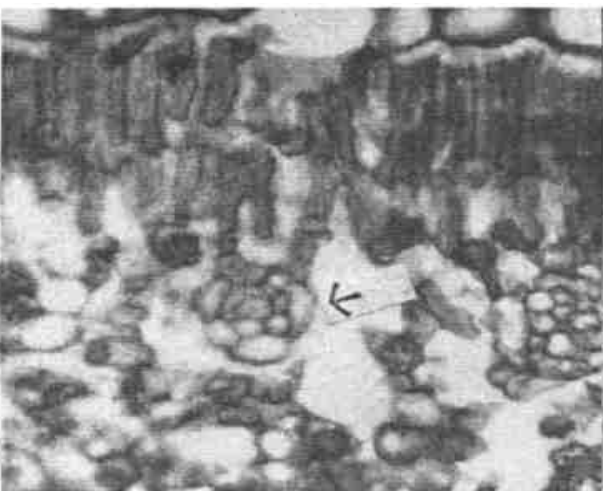


图 6 三级叶脉的维管束结构和维管束鞘细胞无淀粉粒分布 (× 290)

Fig. 6 No starch grains in the vascular bundle and vascular bundle sheath cells of the tertiary veins (× 290)

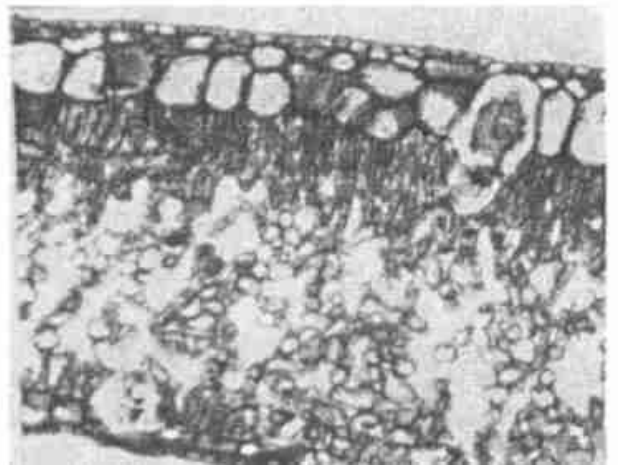


图 9 麓湖采集点的叶片叶肉部位横切面结构 (× 140)

Fig. 9 Cross section of mesophyll of the leaves from Luhuhu (× 140)

表 3 叶片各层组织占叶厚的比例*

Table 3 The proportion of mesophyll tissue layers in leaves

采集点 Sampling spot	上表皮 Upper epidermis (%)	栅栏薄壁组织 Palisade parenchyma (%)	海绵薄壁组织 Spongy parenchyma (%)	下表皮 Lower epidermis (%)
白云山 Baiyunshan	16.42 (18.16~14.37)	20.04 (21.18~17.16)	57.45 (61.40~54.16)	6.09 (7.58~5.36)
麓湖 Luhu	17.46 (19.63~15.93)	19.04 (21.60~18.16)	58.73 (62.79~55.56)	4.77 (6.82~3.81)
环市路 City bypass	19.10 (21.37~17.96)	21.92 (22.37~19.16)	53.85 (56.37~48.16)	5.13 (7.37~4.16)
水泥厂 Cement mill	19.68 (22.39~17.96)	23.79 (24.33~21.79)	48.70 (49.97~47.24)	7.83 (8.61~6.04)
硫酸化工厂 Vitriol plant	18.46 (21.97~16.86)	21.79 (24.37~20.16)	52.06 (54.17~49.36)	7.69 (8.37~5.86)

* 括弧内数值为变化范围 Data in brackets show fluctuation scope

表 4 叶脉维管束与叶肉细胞的变异

Table 4 The difference of veins and mesophyll cells

采集点 Sampling spot	栅栏薄壁组织 第一层细胞大小 Size of the 1st layer cells of palisade parenchyma ($\mu\text{m} \times \mu\text{m}$)	纵横径比值 Aspect ratio	栅栏薄壁组织 第二层细胞大小 Size of the 2nd layer cells of palisade parenchyma ($\mu\text{m} \times \mu\text{m}$)	纵横径比值 Aspect ratio	主脉维管束外 纤维的层数 Layers of fibro- cytes around vascular bundle of the primary vein	主脉维管束外 纤维与维管束 之比 Ratio of fibrocytes to vascular bundle of the primary vein
硫酸化工厂 Vitriol plant	35.8 × 6.3	5.68	30.5 × 5.8	5.26	2~4	1:8.1
水泥厂 Cement mill	36.5 × 8.0	4.56	26.5 × 6.5	4.08	2~4	1:7.8
环市路 City bypass	35.9 × 9.1	3.95	33.3 × 9.6	3.50	2~4	1:8.5
麓湖 Luhu	38.6 × 9.3	4.15	28.9 × 7.6	3.80	3~5	1:9.3
白云山 Baiyunshan	38.0 × 9.8	3.88	29.2 × 8.8	3.32	3~6	1:9.6

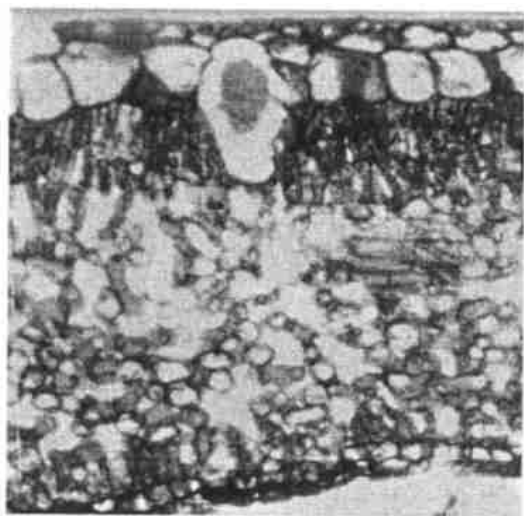


图 10 硫酸化工厂采集点的叶片叶肉部位横切面的结构 (× 200)

Fig. 10 Cross section of mesophyll of the leaves from the vitriol plant (× 200)

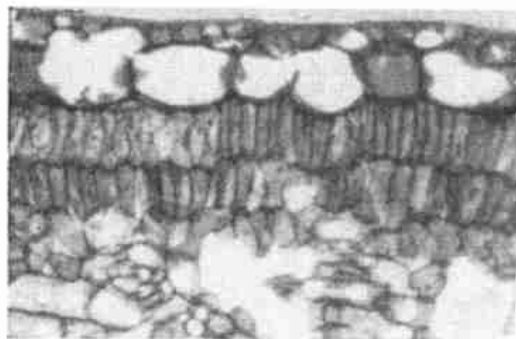


图 11 环市路采集的叶片叶肉部位横切面的结构 (× 180)

Fig. 11 Cross section of mesophyll of the leaves from the city bypass (× 180)

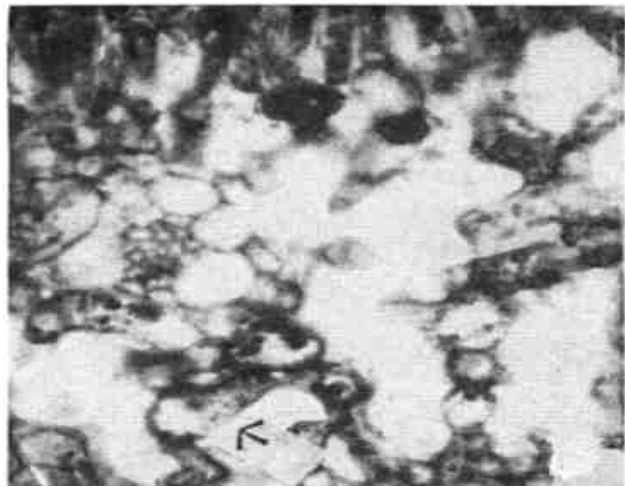


图 12 白云山采集点叶片的海绵组织细胞上淀粉粒 (×400)

Fig. 12 Starch grains in the spongy parenchyma cells of the leaves from Baiyunshan (×400)

3 讨论

从上述结果可以看出,在水泥厂、硫酸化工厂采集的叶片,其结构部分特征与在白云山、麓湖采集的叶片具有明显的区别,而在环市路采集的叶片的特征则介于两者之间,更接近于后者。

硫酸化工厂排放出大量的酸性气体侵入叶片内,破坏绿色植物的蜡质层,使正常的光合作用、蒸腾作用和气体交换作用发生障碍^[3];水泥厂排出的、在大气中漂浮的粉尘,主要沉积在植物的上表皮,对植物的生长也有很大危害。因此,导致水泥厂、硫酸化工厂采集的叶片较薄,短且窄;二级脉间距较窄,各级叶脉较细,盲脉缺的情况较多。而白云山、麓湖生长的榕树的叶片厚,长且宽;各级叶脉较粗,二级脉间距宽。水泥厂、硫酸化工厂采集的叶片虽然与白云山、麓湖采集的叶片同样具由三层细胞组成的上表皮,但表皮层占叶片的总厚度增加,细胞壁增厚,栅栏薄壁组织细胞的纵向直径与横向直径的比值增加,栅栏薄壁组织占叶片总厚度的百分比上升。在海绵薄壁组织中出现的非胞间隙的圆形穿孔则是外界有害气体对叶肉组织伤害的结果,这与前人用其它材料进行气体熏气实验的结果一致^[5]。

榕树的蒸腾量较大^[9],但在水泥厂、硫酸化工厂采集材料的输导组织的组成细胞较少,除了该点植被数量影响外,也由于环境的长期影响,使植物产生变异。同时,水泥厂、硫酸化工厂产生的废渣、废气等经水冲刷流入土壤,会改变土壤的性质,导致土壤板结,影响植物对无机盐离子的吸收,而使这两处的榕树的叶较小。硫酸化工厂、水泥厂的榕树的叶肉组织较其它两者的薄,而周围环境中又没有高大的植物,

荫蔽程度低,但榕树却表现出阴地性植物的特性。此外,这两处的榕树叶片还具有:叶肉细胞体积减少,细胞壁厚度增加,维管组织细胞增加的阳地性植物的特性^[7,8],这足以说明环境污染可以改变植物的性质。

玻璃幕墙形成的强光反射(即习惯上所说的“光污染”)已证明无论在晴天还是在阴天均对人构成危害^[6]。其产生的强光,长时间对榕树照射也造成叶片形态的变化:具有机械组织发达、海绵组织不甚发达等阳地性植物叶片的特点。虽然环市路采集点位于马路附近,采集的材料其变化出不如水泥厂、硫酸化工厂的变较大,但由于植被丰富,车辆较少,人体舒适度比较好,但较强的二次光源对植物已产生影响。

榕树属于抗性较强的植物,但从上述研究表明,环境污染对抗性强的植物也有伤害。此外从植株外观上看,生长于水泥厂、硫酸化工厂的榕树叶片也表现出明显的受害现象:树冠稀疏,树叶变窄变小,生长逐渐缓慢。因此,环境污染对植物的衰退有着不可忽视的影响,应引起注意。而玻璃幕墙产生的光芒四射的效果,虽然受建设者的青睐,但其产生的污染也应引起足够重视。利用植物解剖学指标的变化,监测环境既简便可行,又对环境质量评价有一定的意义。

致谢

广州铁路第一中学 高二级学生林冬梅、陈密密、周婷、高原、刘毅帮助采集部分材料,特此感谢!

参考文献

- 何凤仙.植物学实验.北京:高等教育出版社,2000.196-200
- 喻诚鸿,陈泽濂.华南木本双子叶植物叶的宏观结构资料 I 术语与方法.中国科学院华南植物研究所集刊,1986,(2):83-97.
- 冯宋炜.酸雨对生态系统的影响.北京:中国科学技术出版社,1993.16-3,50-70
- Lee J J, Johm R S. Environmental influeneces on cuticle development and resultant foliar penetration. Forest Science, 1979, 25 (3): 393-398
- 吴七根,何培明,王学海等.工厂氯气对接骨草叶片组织的影响.生态学报,1982,2(4):345-352.
- 林若慈,张建平,赵燕华.控制玻璃幕墙的有害光反射.照明工程学报,1999,10(3):70-73
- E G 卡特著.植物解剖学.细胞与组织.上册.第 2 版.北京:科学出版社,1997.167-213.
- A FAHN 著.植物解剖学.吴树明,刘德仪译.天津:南开大学出版社,1990.207-249.
- 杨士弘,廖重斌,郑宗清.城市生态环境学.北京:科学出版社,1997.91-109.

(责任编辑:邓大玉)