

## 南阳市环境污染对植物生理特征的影响

庞发虎, 杨建伟, 王正德, 吉柔风

(南阳师范学院 生命科学与技术学院, 河南 南阳 473061)

**摘要:** 选择南阳市区 5 个不同污染区的常见绿化树种作为研究对象, 研究不同污染区的环境污染对植物生理特征产生的影响。分别测定不同树种成熟叶片的电导率变化、游离脯氨酸含量和叶绿素 a/b 值生理生化指标, 并比较同一功能区不同树种的抗污染能力。结果表明: 同一树种在不同功能区的生理生化指标不同, 且存在显著差异; 同一功能区不同绿化树种的生理生化指标也存在显著差异。各绿化树种的抗污染能力大小为: 珊瑚树 > 大叶黄杨 > 海桐 > 雪松。

**关键词:** 大气污染; 绿化树种; 生理特征; 抗污染能力

中图分类号: X171 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)10-0079-04

## Effects of Air Pollution on Plant Physiological Characteristics in Nanyang City

PANG Fa-hu, YANG Jian-wei, WANG Zheng-de, JI Rou-feng

(College of Life Science and Technology, Nanyang Normal College, Nanyang 473061, China)

**Abstract:** Mature leaves of common landscape trees were collected to study the effects of air pollution at 5 different sites on physiological and biochemical characteristics and the anti-pollution ability of landscape trees in Nanyang city. Physiological and biochemical indexes including cell membrane leakage rate, the proportion of chlorophyll, and the content of proline were measured in this paper. The indicators of different tree species in various pollution areas varied from each other and had remarkable significance. Four species in pollution tolerance ability ranked as *Viburnum awabuki* K. Koch, *Euonymus japonicus*, *Gladiolus hybridus*, *Cedrus deodara*. The sequence of pollution in different experimental sites from heavy to light was chemical plant, cigarette factory, central stadium, Nanyang normal university and the nursery garden. The research results provide theoretical and practical basis for air quality monitoring and city greening in Nanyang city.

**Key words:** air pollution; common landscape tree species; physiological indicators; anti-pollution ability

南阳市是一个污染比较严重的城市, 机动车辆排放尾气中的各种成分  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  和可吸入污染颗粒为南阳市主要污染物, 城市绿化植物所受影响也必然比其他城市严重。测定其中任意一种因子或污染物都不能全面地反映交通繁忙区的污染程度<sup>[1]</sup>, 所以, 了解污染环境中植物生理特性的变化, 对于阐明城市大气污染程度的生物效应具有现实的意义。在城市绿化中选择抗污染植物, 是一种有效的防治手段。随着现代工业的发展, 空气质量逐渐恶化, 使

人类和其他动植物都直接或间接地受到严重影响。对植物来说, 其叶片是和周围环境进行气体交换的主要部分, 因此也最易受大气污染的伤害。许多研究表明<sup>[2-9]</sup>, 植物在污染物的影响下, 叶片中的各项生理指标都或多或少地偏离了正常情况, 通过检测这些指标的变化, 可以从一定程度上反映当地的空气质量水平。鉴于此, 选择南阳市具有代表性的 5 个功能区及其共有的 4 种绿化树种, 分别从不同功能区采取不同绿化树种的成熟叶片进行生理指标

收稿日期: 2012-04-20

基金项目: 南阳师范学院 STP 项目 (STP2012008)

作者简介: 庞发虎 (1975-), 男, 山西运城人, 副教授, 硕士, 主要从事植物生理生态教学工作。E-mail: pangfahu@163.com

的测定,探讨植物叶片生理指标受大气污染影响变化的特点,以及不同功能区的污染程度大小和不同绿化树种的抗污染能力,以便寻找出适合南阳绿化且抗污染的树种,为南阳市城市空气质量的监测和城市绿化树种的选择提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 样点的选择

根据南阳市区的分布情况,选择了 5 个具有代表性的样点,即油漆化工厂(生产油漆,厂房附近大气污染较为严重)、烟厂广场(地处卷烟厂附近,且处于交通枢纽区,大气污染较为严重)、市中心体育场(附近车流量较大,有一定程度污染)、南阳师范学院(文教区,位于郊区但居民较集中)、苗圃中心(植被集中,离污染源较远,空气质量较高)。这 5 个样地的各采样点之间土壤、水分等生境条件基本相同。

### 1.2 试验材料

选择各样点都有的几种常见绿化植物,包括雪松(*Cedrus deodara*)、海桐(*Gladiolus hybridus*)、大叶黄杨(*Euonymus japonicus*)、珊瑚树(*Viburnum awabuki* K. Koch),在每个采样点选择同种植物的 3~5 株进行采样。

### 1.3 样品的采集

为了保证样品具有代表性,在各个采样点选择长势和生长生态状况相同的植株,采集向阳面光照强度一致的当年生新鲜叶片作为样本(乔木取其树冠中部当年生新鲜叶片,灌木取其植株上部当年生新鲜叶片,叶形大小基本相同),要求每个样地、每个样本采集 5 组叶片作为重复。于同一天 9:00 左右采集,置于带有冰块的冰盒中带回实验室,立即存放于 4℃ 冰箱中待处理,用于生理指标的测定。对所得的试验数据采用 SPSS 13.0 进行统计分析。

### 1.4 生理指标的测定

细胞膜渗透率(电导率)采用 DDS-307 型电导仪测定;游离脯氨酸(Pro)含量、叶绿素含量的测定参照张志良<sup>[10]</sup>《植物生理学实验指导》中的方法进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同功能区污染程度分析

2.1.1 不同功能区各绿化树种叶片的电导率 大量的研究证实,在环境受到污染的情况下,植物最先受影响的是细胞膜,细胞膜透性的破坏引起电解质外渗,其中主要是钾离子的大量渗出,从而使叶片外

渗液的电导率随污染程度的增大而有不同程度的增加<sup>[11-15]</sup>。细胞膜受伤程度越大,说明该地区污染越严重<sup>[16-20]</sup>。由图 1 可知,不同绿化树种叶片的电导率在不同功能区是不同的。在苗圃中心 4 种绿化树种的电导率都较低,珊瑚树最低为 14.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。随着污染程度的不断增加,电导率值逐渐增大,在油漆厂位置达到最大,其中雪松最高为 66.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。多重比较结果显示,同一绿化树种在不同功能区内的电导率值两两之间存在显著差异( $P < 0.05$ ),不同功能区的雪松和海桐叶片的电导率值差异达到极显著水平( $P < 0.01$ )。同一功能区不同绿化树种叶片的电导率两两之间存在显著差异( $P < 0.05$ )。

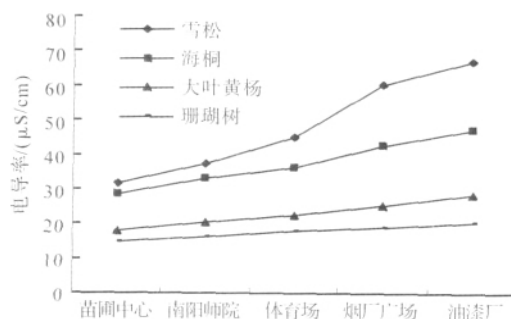


图 1 不同功能区各绿化树种叶片电导率的变化

2.1.2 不同功能区各绿化树种叶片游离脯氨酸含量 有关逆境下植物叶片中游离脯氨酸含量的研究证实,植物体内脯氨酸含量的积累是植物对逆境胁迫的一种生理性适应反映,具有防护效应和保护植物自身的功能。在多种逆境下,植物体内大量积累脯氨酸,抵御逆境<sup>[5,13]</sup>。如图 2 所示,在苗圃中心 4 种绿化树种的游离脯氨酸含量都较低,其中海桐最低,为 0.043 12  $\mu\text{g}/\text{g}$ 。随着污染程度的不断增加,游离脯氨酸含量逐渐增大,在油漆厂位置达到最大,其中雪松最高,为 0.100 15  $\mu\text{g}/\text{g}$ 。通过多重比较,同一绿化树种在不同功能区的游离脯氨酸含量有极显著差异( $P < 0.01$ )。同一功能区不同绿化树种叶片的游离脯氨酸含量两两之间存在显著差异( $P < 0.05$ )。

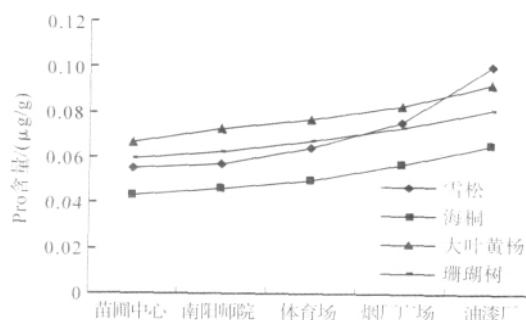


图 2 不同功能区各绿化树种叶片游离脯氨酸含量

2.1.3 不同功能区各绿化树种叶片的叶绿素 a/b 值 由图 3 可知,在苗圃中心 4 种绿化树种的叶绿素 a/b 值都较低,其中海桐最低,为 1.160 1,随着污染程度的不断增加,叶绿素 a/b 值逐渐增大,特别是雪松的叶绿素 a/b 值从体育场到烟厂广场明显增加(从 1.637 5 增加至 2.231 2),在油漆厂位置达到最大,其中珊瑚树最高,为 2.587 8。多重比较结果显示,不同功能区同一绿化树种的叶绿素 a/b 值差异达到显著水平( $P < 0.05$ ),不同功能区雪松和珊瑚树的叶片中的叶绿素 a/b 值差异达极显著水平( $P < 0.01$ )。同一功能区不同绿化树种叶片的叶绿素 a/b 值两两之间存在显著差异( $P < 0.05$ )。

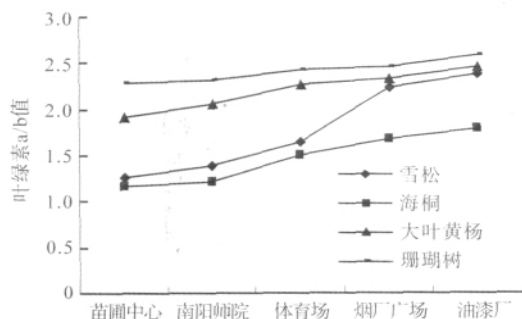


图 3 不同功能区各绿化树种叶片叶绿素 a/b 值

已有研究表明,植物在大气受到污染的生态中,叶绿素 a 和叶绿素 b 会遭到不同程度的破坏,其中具有较多辅助及保护作用的叶绿素 b 较易分解,因此,在一定范围内,污染越严重,叶绿素 a/b 值越大<sup>[7-8]</sup>。而有关环境污染对叶片中叶绿素组成比例的影响,目前尚有争议,黄芳<sup>[17]</sup>的试验结果表明,被不同浓度的  $SO_2$  污染后,叶绿素 a、b 都有不同程度的减少,但叶绿素 a 的破坏快于叶绿素 b。高厚强等<sup>[13]</sup>对合肥市 5 种常见绿化植物的研究显示,叶绿素 a、b 受到环境污染后,叶绿素 b 较叶绿素 a 分解快,导致叶绿素 a/b 值上升。刘荣坤等<sup>[2]</sup>对蓖麻的研究得出:在不可见伤害状态,叶绿素 b 比叶绿素 a 分解快,两者比率增加;在可见状态下 2 种色素变化则相反。本次试验采样树种的叶片均属不可见伤害范围,结论与高厚强等<sup>[13]</sup>和刘荣坤等<sup>[2]</sup>结论一致。

综合上述结果可以看出,所有绿化树种的各项生理指标在不同功能区内是不同的,其差异已达到了显著水平( $P < 0.05$ )。

## 2.2 不同绿化树种的抗污染能力分析

对常见绿化树种的各项生理指标进行归一化,即:每个功能区绿化树种叶片的生理指标与苗圃中心的相应指标相比<sup>[12]</sup>,做出各个树种的折线图,从折线图可以判断出各个树种的抗污染能力,折线的

斜率变化小,说明相应树种的抗污染能力强,斜率变化越大,说明相应树种的抗污染能力弱。因此由图 4—6 可以看出,4 种绿化树种的抗污染能力依次为:珊瑚树>大叶黄杨>海桐>雪松。

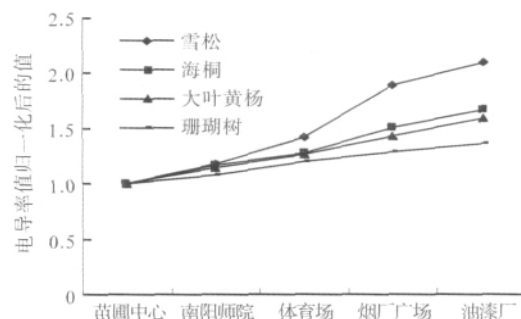


图 4 不同绿化树种叶片电导率的变化

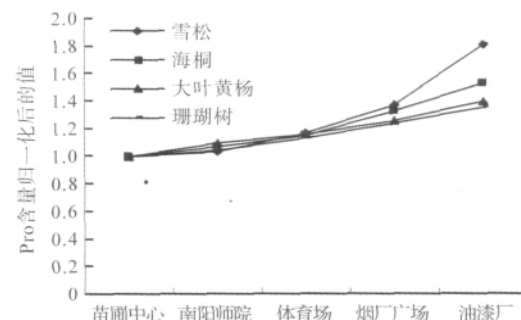


图 5 不同绿化树种叶片游离脯氨酸含量的变化

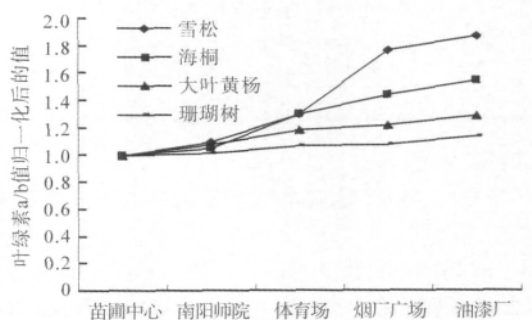


图 6 不同绿化树种叶片叶绿素 a/b 值的变化

## 3 结论与讨论

本研究结果表明,4 种植物的抗污染能力大小依次为:珊瑚树>大叶黄杨>海桐>雪松。研究表明,有害物质对绿化树种的各项生理指标都产生影响,本试验选取叶片的电导率、游离脯氨酸含量、叶绿素 a/b 值这 3 个指标进行综合分析,从而避免了对单一指标分析的片面性,综合分析各项指标有助于更准确地得出结论。

本试验结果亦表明,珊瑚树、大叶黄杨具有显著的抗污染能力,适合于栽种在污染较重的功能区,而

雪松和海桐抗污染能力较弱,可作为检测城市污染程度的指示植物。该研究为南阳市城市空气质量的监测和城市绿化树种的选择提供了理论和技术支持。

#### 参考文献:

- [1] 庞士铨. 植物逆境生理学基础[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,1989:93-120.
- [2] 刘荣坤,李世承.  $\text{SO}_2$  对蓖麻叶膜透性、叶绿素含量和花粉生长的影响[J]. 中国环境科学,1982,9(2):39-45.
- [3] 温学,孔国辉. 植物检测大气污染及其抗性[J]. 热带亚热带植物学报,2003,11(4):348-357.
- [4] 牛红立,赵欣,吴丽丽,等. 植物篱技术在面原污染治理中的应用[J]. 现代农业科技,2011(6):283-284.
- [5] 刘洋. 盘锦市农村生态环境污染现状及防治措施[J]. 现代农业科技,2011(6):308,310.
- [6] 曹宇,柴振光,宋晓峰. 植物修复技术理论研究进展[J]. 现代农业科技,2009(7):245-247.
- [7] 朱子清,王晨,田宗星. 植物修复在充填复垦中的应用探析[J]. 现代农业科技,2009(4):253,255.
- [8] 杨良柱. 植物修复在重金属污染土壤中的应用概述[J]. 山西农业科学,2008,36(12):132-134.
- [9] 赵丽娟,陈文德,彭培好. 重庆都市经济圈土壤重金属的分布和评价[J]. 天津农业科学,2008,14(4):34-37.
- [10] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2003.
- [11] 彭长连,温达志,孙梓健,等. 城市绿化植物对大气污染的响应[J]. 热带亚热带植物学报,2002,10(4):321-327.
- [12] 张晓何,韩素梅. 植物脯氨酸的变化与亚硫酸伤害的关系[J]. 辽宁大学学报:自然科学版,1995,22(2):63-65.
- [13] 高厚强,张晓玲. 合肥市大气污染对植物叶绿素(a、b)含量比例的影响[J]. 安徽农业科学,2003,31(3):367-368.
- [14] 杜敏华,张乃群,李玉英,等. 大气污染对城市绿化植物叶片叶绿素含量的影响[J]. 中国环境监测,2007,23(2):86-88.
- [15] 耿丽英. 环境污染与绿化植物的选择[J]. 山西农业科学,2007,35(12):113-114.
- [16] 陈贵,胡文玉. 提取植物体内MDA的溶剂及MDA作为衰老指标的探讨[J]. 植物生理通讯,1991,27(1):44-46.
- [17] 黄芳.  $\text{SO}_2$  对作物的伤害反应及生理生化变化的影响[D]. 太谷:山西农业大学,2004.
- [18] 李海亮,赵庆芳,王秀春,等. 兰州市大气污染对绿化植物生理特性的影响[J]. 西北师范大学学报:自然科学版,2005,41(1):55-60.
- [19] 王国霞,陈丽培,寇刘秀,等. 高温胁迫对25个油茶品种渗透调节物质的影响[J]. 河南农业科学,2012,41(4):59-62.
- [20] 赵丽英,王伟,宋玉伟. 土壤水分胁迫下油菜光合特性变化和膜伤害研究[J]. 河南农业科学,2010(8):33-35.
- (上接第30页)
- [9] 杨守仁. 杨守仁水稻文选[M]. 沈阳:辽宁科学出版社,1998.
- [10] 杨安中,朱启先,张德文,等. 氮肥运筹方式对抛栽杂交水稻穗部性状、抗倒性能及产量的影响[J]. 安徽科技学院学报,2011,25(2):14-17.
- [11] 刘怀珍,黄庆,陆秀明,等. 水稻强化栽培插植规格对茎蘖成穗和穗部性状影响的研究[J]. 广东农业科学,2004(1):12-15.
- [12] 李荣田,崔成焕,秋太权. 黑龙江省不同粳稻品种穗部性状差异及其对结实率的影响[J]. 东北农业大学学报,2000,31(4):318-325.
- [13] 韩史宇,周昌圣. 氮肥不同运筹方式对沿江潮土区水稻产量和效益的影响[J]. 现代农业科技,2012(7):55-56.
- [14] 刘辉,马娟. 不同氮肥用量对杂交中籼水稻经济性状的影响[J]. 现代农业科技,2012(7):52-54.
- [15] 李卫国,任永玲. 氮、磷、钾、硅肥配施对水稻产量及其构成因素的影响[J]. 山西农业科学,2001,29(1):53-58.
- [16] 朴钟泽. 渗透调节对水稻愈伤组织继代培养效应的研究[J]. 天津农业科学,1990,6(1):7-8.
- [17] 凌启鸿,张洪程,蔡建中,等. 水稻高产群体质量及其优化控制探讨[J]. 中国农业科学,1993,26(6):1-11.
- [18] 徐正进,陈温福,张树林,等. 辽宁水稻穗型指数品种间差异及其与产量和品质的关系[J]. 中国农业科学,2005,38(9):1926-1930.
- [19] 杨连新,王余龙,董桂春,等. 栽培和环境条件对水稻饱粒重的影响[J]. 江苏农业科学,2002(6):9-13.
- [20] 王昌华,徐正进,夏永胜,等. 水稻穗部性状及其与产量相关分析[J]. 辽宁农业科学,2007(3):54-56.
- [21] 孙占慧,张树林. 辽宁省水稻产量构成因子的相关分析[J]. 沈阳农业大学学报,2003,34(1):8-11.