

吉林市主要园林植物对空气污染的生理适应性研究

申 璐¹, 贾云生², 潘丽梅³

(1. 吉林市绿化管理处, 吉林 吉林 132011; 2. 吉林省红石林业局, 吉林 吉林 132400; 3. 北华大学, 吉林 吉林 132013)

摘 要:通过在不同大气污染的环境下测定吉林市主要园林植物叶片的叶绿素 a、b 含量及其比率变化、电导率的变化及净光合速率(Pn)、蒸腾速率(T)、气孔导度(C)的变化,研究了不同环境条件下植物的适应性以及伤害程度,以期筛选出不同环境条件下适应生长的绿化树种。结果表明:适合在工业区种植的树种有红王子锦带、女贞、桃叶卫矛、梓树、小叶丁香;而适合在交通繁忙区种植的树种有梓树、白榆、桃叶卫矛、小叶丁香。

关键词:园林植物;空气污染;生理适应性

中图分类号:S 688 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)22-0063-04

植物细胞能利用光进行光合作用,从而演化成植物叶绿体的一种特殊的细胞器官。在正常情况下,光能大范围的影响了植物细胞代谢。绿化植物在生物与环境

长期相互作用和相互适应进程中,植物群落通过物质循环和能量流动对其生存环境产生着巨大的影响。园林植物是城市生态环境的重要组成部分,对于一定浓度范围内的大气污染物,不仅具有一定程度的抵抗力,而且也具有相当程度的吸收能力。植物因为其种类的不同,以及生态功能上的一些差异,致使各种树种在环境保护的功能上也不尽相同。因此可以运用环境与其生物相互统一的基本原理,在环境受到污染的区域选择一些吸收净化能力较高并有较强抗性的园林绿化树种,这就可

第一作者简介:申璐(1983-),女,硕士,工程师,研究方向为园林植物设计。E-mail:sl5434@163.com.

责任作者:潘丽梅(1963-),女,硕士,教授,研究方向为应用微生物学与植物病理学。E-mail:luckyleeg@126.com.

基金项目:吉林市科技局资助项目(吉市科杰青 200802)。

收稿日期:2012-06-11

参考文献

- [1] 郭志钢,张伟. 菊花[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [2] 陈林. 日本菊花市场调查与分析[J]. 温室园艺,2005(3):14-16.
- [3] Carvalho S M P. Effects of growth conditions on external quality of cut chrysanthemum: Analysis and simulation [D]. Wageningen: Wageningen University,2003.

- [4] Benedetto A, Porto P. New cultural management and higher plant density in chrysanthemums (*Dendranthema graniiflora*) for cutting[J]. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires,1996,15:131-135.
- [5] 李向茂,戴剑锋,罗卫红,等. 定植期和定植密度对温室单头切花菊外观品质的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(5):1056-1059.

Effects of Planting Density on Appearance Quality and Productivity of White Cutting Chrysanthemum

YANG Lin

(Beijing City Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029)

Abstract: Taking single flower cutting chrysanthemum 'White' (*Chrysanthemum morifolium* cv. Shenma) as test material, the cultivation density of 80, 100, 120 plants/m² greenhouse cultivation conditions on chrysanthemum growth, morphogenesis index and yield were studied. The results showed that within the ranges of test planting density on the greenhouse condition, no effect of the plant height and leaf number was observed, while the stem diameter, flower diameter, fresh mass, and class A product rate decreased significantly as the planting density increasing. Therefore, there was an equilibrium point of productivity and quality. Combined with the benefit analysis, the density 100 plants/m² had the best economic efficiency. This study could provide a reference for the white cutting chrysanthemum production.

Key words: white cutting chrysanthemum; planting density; class A product rate

以作为防止大气污染的重要途径^[1-3]。

吉林市地处东北腹地长白山脉,向松嫩平原过渡地带的松花江畔,三面临水、四周环山。随着社会经济的不断发展,机动车保有量逐年递增,伴随而来的机动车排气污染日趋严重,已成为吉林市空气环境的主要污染源之一。根据调查了解,目前还没有对吉林市抗大气污染植物筛选方面的研究报道,该研究结果将为防治吉林市的环境污染日趋严重化,为吉林市创建“园林城市”、“卫生城市”、促进吉林市“总量翻番”,提供良好的理论依据,将多种抗污染性强的植物应用到吉林市的园林绿化建设中去,从而改善吉林市的大气污染状况,造福人民。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2009年5月对江南公园(JN)、吉林市交通枢纽地带长春路(CCL)、工业区(SNC)3个地点分别取红瑞木、连翘、风香果、梓树、珍珠锈线菊、紫丁香、梧桐、桃叶卫矛8种不同植物叶片各0.5g,选择植株上生长状态相近的未出现或无明显伤害症状的叶片,采集树冠中部向阳面的健壮的中龄叶,尽量避免取高龄而引起的干枯、干尖的叶片。

1.2 试验方法

1.2.1 叶绿素提取及含量测定 分别于波长663和645nm处测定叶绿素a、b吸光度,以80%丙酮为空白对照。按下列公式计算叶绿素a、b含量:叶绿素a浓度= $12.7D_{663}-2.69D_{645}$;叶绿素b浓度= $22.9D_{645}-4.68D_{663}$;叶绿素总浓度=叶绿素a+叶绿素b;含量=浓度×提取液体积(L)×稀释倍数/样品质量(mg)×100%。

1.2.2 光合参数测定 使用LI6400便携式光合作用仪测定叶片气体交换参数,每个试验区的树种的测定在9:00~11:00内进行,测定时间为1周,并且在天气连续晴朗的环境下进行。测定的参数包括净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(C)。每个试验区的每个树种共测定3片叶,3次重复。

1.2.3 电导率的测定 用镊子取出各处理材料,用干净滤纸吸干表面的水,用打孔器各打小圆片20片,放入小烧杯中,加入去离子水15mL使小叶片浸在水中。将烧杯加热直至沸腾,后静止片刻。将小烧杯放在真空干燥器内,抽真空10min,再慢慢向干燥器中放入空气,使水渗入叶片内。对照区的叶片要进行沸腾试验,在进行沸腾后,加去离子水,补充到原来的水量。取出小烧杯,让小圆片在水中浸泡1h后,测定其电导率,3次重复。分别用工业区的电导率和长春路的电导率比上江南公园(对照区)沸腾的电导率求出相对值,再求出相对平均值。

2 结果与分析

2.1 不同环境条件对树木叶绿素含量的影响

由图1可知,植物叶片的叶绿素含量受到大气污染

的影响后,呈现变化趋势。红王子锦带叶绿素含量工业区最高,其次是江南公园,最少的是长春路,但总体来说,各处差别不大。红瑞木、金叶风箱果、梓树叶绿素含量江南公园最高,长春路最少。金叶莢叶绿素含量长春路最高,江南公园最少。小叶丁香叶绿素含量江南公园最高,且超出其它2处的1倍以上,长春路的叶绿素含量最低。女贞的叶绿素含量工业区最高,长春路最少。白榆的叶绿素含量江南公园的要高出其它2处的2倍,工业区的最少。桃叶卫矛的叶绿素含量工业区最高,超出其它2处的2倍以上,江南公园的最低。

在江南公园叶绿素含量最高的树种有红瑞木、金叶风箱果、梓树、小叶丁香、白榆;在工业区叶绿素含量最高的树种有红王子锦带、女贞、桃叶卫矛;任何树种在长春路的叶绿素含量都没有达到最高。

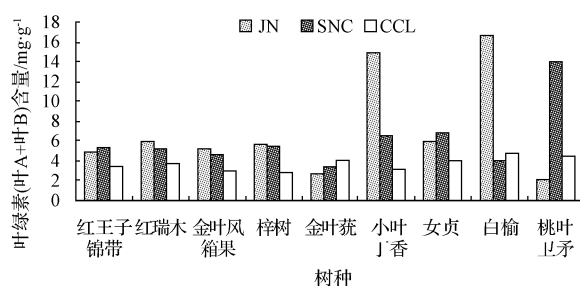


图1 不同树种叶绿素总量变化

Fig. 1 Changes of total chlorophyll in different species

2.2 不同环境条件对各树种的光适应的影响

由图2可知,对洁净区(江南公园)榆树、金叶莢、桃叶卫矛有较高的净光合速率(Pn)值,变化范围在 $20.13 \sim 14.56 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,对应C值在 $0.19 \sim 0.27 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;其次是金叶风箱果和红瑞木的Pn值和气孔导度(C)分别是 13.64 、 $11.12 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 0.23 、 $0.19 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,其余Pn值相对较小在 $6.26 \sim 10.08 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,对应的C值在 $0.07 \sim 0.13 \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

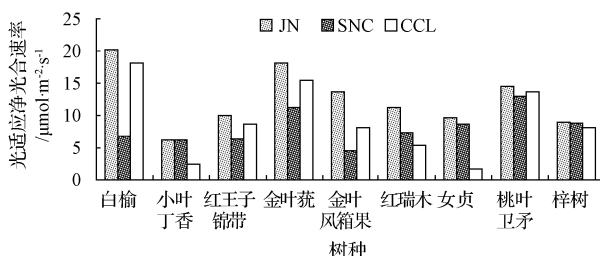


图2 不同地点的各树种光适应净光合速率

Fig. 2 Net photosynthetic rate of light of tree species in different locations

污染条件植物的Pn和Tr变化的相对差异见图2、3。在交通繁忙区,红瑞木、金叶风箱果、小叶丁香、女贞Pn值下降最为明显,在40%以上,其次是红王子锦带、

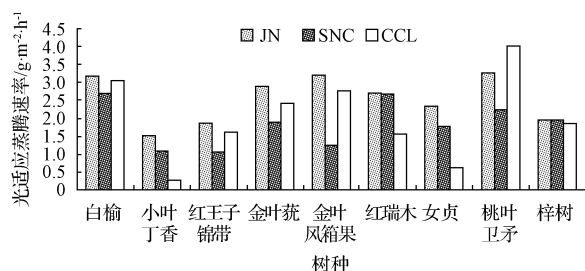


图3 不同地点的各树种光适应蒸腾速率

Fig. 3 Transpiration rate of light of tree species in different locations

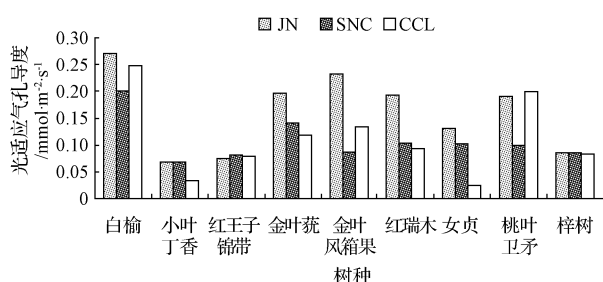


图4 不同地点的各树种光适应气孔导度

Fig. 4 Light adaptation of stomatal conductance of tree species in different locations

金叶莢 Pn 值下降分别是 14.7% 和 15.2%, 对应 Tr 值降 5.8% 和 -39.5%, 红王子锦带的气孔导度又算增加, 其余 3 种树的 Pn 值相对稳定在 -6.7% ~ -10.3%, Tr 值在 -8.75% ~ 4.1%, 其中桃叶卫矛的气孔导度值增加, 为 4.1%。

在工业污染区 Pn 值下降 40% 以上的树种是白榆和金叶风箱果, 其 Tr 值下降分别为 26.3% 和 62.2%, 其次是红瑞木、红王子锦带, Pn 值在 -34.9% ~ -38.30%, 对应的 Tr 值在 -45.80% ~ 10.2%, 其中红王子锦带 Tr 值上升 10.2%, 其余 4 种 Pn 值减小的幅度小, 在 10.71% 以下, 对应 Tr 值除了桃叶卫矛下降达 48% 外, 其余皆在 10% 以下。

表1 光适应方差比较

Table 1 Comparison of variance of light adaptation

树种 Species	净光合速率(Pn)			气孔导度(C)			蒸腾速率(Tr)		
	F	F crit	显著关系	F	F crit	显著关系	F	F crit	显著关系
榆树	239.04	5.7	极显著	75.71	5.61	极显著	3.47	3.40	显著
小叶丁香	81.92	5.6	极显著	12.56	5.61	极显著	39.17	5.61	极显著
红王子锦带	11.65	5.6	极显著	0.27	3.40	不显著	16.11	5.61	极显著
金叶莢	18.06	5.6	极显著	23.11	5.61	极显著	12.95	5.61	极显著
金叶风箱果	75.46	5.6	极显著	30.24	5.61	极显著	34.09	5.61	极显著
红瑞木	60.76	5.6	极显著	34.39	5.61	极显著	23.46	5.61	极显著
女贞	363.63	5.6	极显著	104.18	5.61	极显著	20.96	5.61	极显著
桃叶卫矛	10.02	5.61	极显著	5.22	3.40	显著	139.71	5.61	极显著
梓树	0.58	3.4	不显著	0.04	3.40	不显著	0.22	3.40	不显著

相对洁净区根据蒸腾速率(Tr)值大小, 将植物分成以下不同的组, 榆树、金叶风箱果、桃叶卫矛 Tr 值最大,

在 3.17~3.27 mmol·m⁻²·s⁻¹, 其次是金叶莢、红瑞木、女贞 T 值在 2.32~2.88 mmol·m⁻²·s⁻¹, 其余 3 种最小, 在 1.51~1.96 mmol·m⁻²·s⁻¹。

在交通繁忙区, 红瑞木、小叶丁香、女贞光适应气孔导度下降最为明显(图 4), 为 40% 以上, 红王子锦带、金叶莢、金叶风箱果次之, C 值下降为 14.30%~16.40%, 榆树、梓树下降最小, 分别下降 3.6%, 5.2% 而卫矛的 C 值增加 22.00%, 在工业污染区红王子锦带和金叶风箱果下降最为明显, 分别是 48.8% 和 61.3%, 金叶莢、红王子锦带、榆树、女贞、桃叶卫矛、小叶丁香下降范围在 15%~34.3%。梓树和红瑞木 T 值下降最小, 都是 0.9%。

2.3 不同环境条件对树木电导率的影响

由图 5, 表 2、3 可知, 沸腾后江南公园树种的电导率远远高于其它地点的园林树种, 这是因为沸腾后组织被破坏, 不具有可比性。园林树种在工业区和交通繁忙区的值都高于江南公园对照区的, 由此可以说明树种在这 2 个地点受到大气污染严重, 影响了电导率, 电导率越高, 说明树种受大气污染越严重, 抗性就越低, 不适合栽种在污染地区, 根据试验结果, 把树种分为 3 组, 30% 以下的为抗性较强的: 工业区树种有桃叶卫矛、白榆、小叶丁香; 长春路交通繁忙区树种有白榆、桃叶卫矛、小叶

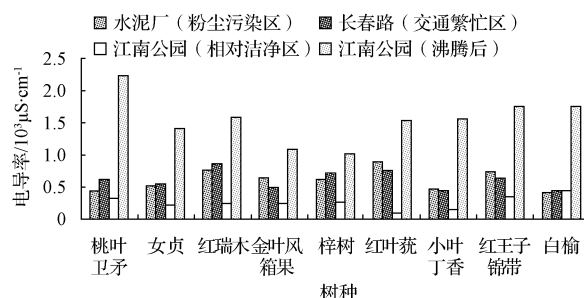


图5 试验树种的电导率

Fig. 5 Conductivity of test species

表2 工业区、交通繁忙区与江南公园(对照区)电导率的相对比值

Table 2 The relative conductivity ratio of SNC, CCL and JN(Companion area)

树种 Species	工业区相对值			相对平均值 Relative average/%	树种 Species	交通繁忙区相对值			相对平均值 Relative average/%
	Relative value of industrial area/%	Relative value of industrial area/%	Relative value of industrial area/%			Relative value of busy traffic area/%	Relative value of busy traffic area/%	Relative value of busy traffic area/%	
榆树	26.47	23.08	21.91	23.82	榆树	26.47	25.27	25.28	25.67
丁香	30.59	28.39	30.59	29.86	丁香	32.14	25.88	29.68	29.23
红王子	42.86	42.70	41.82	42.46	红王子	39.31	35.39	37.14	37.28
金叶莢	60.00	58.17	59.35	59.17	金叶莢	50.00	58.17	50.97	53.05
风箱果	59.10	55.36	60.75	58.40	风箱果	45.45	43.93	45.54	44.97
红瑞木	50.99	46.30	46.88	48.06	红瑞木	53.13	57.62	53.09	54.61
女贞	35.71	35.92	36.81	36.15	女贞	39.29	36.62	38.00	37.97
卫矛	18.72	21.50	20.45	20.22	卫矛	26.38	30.84	27.27	28.16
梓树	60.38	61.86	65.00	62.41	梓树	70.00	74.23	71.53	71.92

表 3 工业区、交通繁忙区与江南公园(对照区)
电导率的相对比值的平均值

Table 3 The average of the relative
conductivity ratio of SNC, CCL and JN

树种 Species	工业区相对平均值 Relative value of industrial zone/ %	树种 Species	交通繁忙区相对平均值 Relative value of busy traffic area/ %
桃叶卫矛	20.22	榆树	25.67
榆树	23.82	桃叶卫矛	28.16
小叶丁香	29.86	小叶丁香	29.23
女贞	36.15	红王子锦带	37.28
红王子锦带	2.46	女贞	37.97
红瑞木	48.06	金叶风箱果	44.97
金叶风箱果	58.40	金叶菰	53.05
金叶菰	59.17	红瑞木	54.61
梓树	62.41	梓树	71.92

丁香;30%~40%的树种为抗性一般的:工业区树种有女贞、红王子锦带、红瑞木;长春路树种有红王子锦带、女贞、金叶风箱果;50%以上的为抗性相对较弱的:工业区树种有金叶风箱果、金叶菰、梓树;长春路树种有金叶菰、红瑞木、梓树。

3 讨论

在江南公园叶绿素含量最高的树种有红瑞木、金叶风箱果、梓树、小叶丁香、白榆;在工业区叶绿素含量最高的树种有红王子锦带、女贞、桃叶卫矛;任何树种在长春路的叶绿素含量都没有达到最高。

在洁净区,榆树、金叶菰、桃叶卫矛有较高的 Pn 值;在交通繁忙区,白榆、梓树、桃叶卫矛的 Pn 值相对稳定;在工业污染区,梓树、桃叶卫矛、小叶丁香、女贞 Pn 值减小的幅度小。

在交通繁忙区,白榆、梓树 Tr 值下降最小;在工业污染区红王子和凤箱果下降最为明显,金叶菰、红王子锦带、榆树、女贞、桃叶卫矛、小叶丁香次之,梓树和红瑞

木 Tr 值下降最小。

通过电导率测定表明适合工业区的树种有桃叶卫矛、白榆、小叶丁香,适合长春路的树种有白榆、桃叶卫矛、小叶丁香。

综上所述,适合在工业区种植的树种有红王子锦带、女贞、桃叶卫矛、梓树、小叶丁香。而适合在交通繁忙区种植的树种有梓树、白榆、桃叶卫矛、小叶丁香。

无论是工业污染区还是交通繁忙区,SO₂和NO_x的浓度都维持在较高水平,而且,交通繁忙区由于机动车燃烧排放大量尾气使NO_x浓度明显高于SO₂浓度,是形成污染的主要贡献因子。从综合污染指数看,工业区和交通繁忙区受污染程度大于洁净区。

参考文献

- [1] 温达志,孔国辉,张德强. 30 种园林植物对短期大气污染的生理生态反应[J]. 植物生态学报, 2003, 27(30): 311-317.
- [2] 温达志,陆耀东,旷远文. 39 种木本植物对大气污染的生理生态反应与敏感性田[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(4): 319-328.
- [3] 周速,石泉花. 树种与大气污染[J]. 新乡教育学院学报, 2003, 16(4): 77-78.
- [4] 李庆杰. 大气污染对树种的影响与对策[J]. 岱宗学刊, 2000(3): 45-46.
- [5] 骆永明,查宏光,宋静,等. 大气污染的树种修复[J]. 土壤, 2002(3): 113-119.
- [6] 蒋高明. 木本树种对大气污染指示与监测作用研究[D]: 北京: 中科院树种研究所, 1993.
- [7] 张志杰,张维平. 环境污染生物监测与评价[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1991: 1-204.
- [8] 曹洪法. 我国大气污染及其对树种的影响[J]. 生态学报, 1990, 10(1): 7-12.
- [9] Campbell M J, Tobias A. Causality and temporality in the study of short term effects of air Pollution on health[J]. International Journal of Epidemiology, 2000, 29(2): 271-273.

Study on the Main Physiological Adaptive of Air Pollution of the Garden Plants in Jilin City

SHEN Lu¹, JIA Yun-sheng², PAN Li-mei³

(1. Jilin Green Office, Jilin, Jilin 132011; 2. Redstone Forestry Bureau in Jilin Province, Jilin, Jilin 132400; 3. Beihua University, Jilin, Jilin 132013)

Abstract: In the environment of different air pollution of Jilin city, the chlorophyll a, b contents and their ratio changes, changes of the conductivity and net photosynthetic rate (Pn), transpiration rate (Tr), stomatal conductance (C) of the main garden plant leaves were determined, the adaptability of plants under different environmental conditions as well as the degree of injury were studied to screen greening tree species under different environmental conditions. The results showed that *Weigela florida*, *Ligustrum* L., *Euonymus hamiltonianus*, *Catalpa ovata* and *Sytinga microphylla* were suitable for industrial zone. *Catalpa ovata*, *Ulmus pumila* L., *Euonymus hamiltonianus* and *Sytinga microphylla* were suitable for heavy traffic area.

Key words: garden plant; air pollution; physiological adaptive