

桂花叶片 SPAD、叶绿素含量和比叶重特征

刘西军¹, 陈静¹, 徐小牛¹, 舒畅²

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 2. 霍山县茅山林场, 霍山 237200)

摘要: 对金桂(*O. fragrans* var. *thunbergii*)和四季桂(*O. fragrans* var. *semperflorens*)叶片的比叶重、叶绿素含量、叶片 SPAD 值以及养分含量进行了研究, 探讨了 SPAD 值与叶绿素含量的相关性。结果表明, 金桂叶片叶绿素 a/b 值低于四季桂, 其他指标均高于四季桂; 不同植株四季桂叶片的各指标含量均无显著差异 ($P > 0.05$), 而金桂叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量 (a+b)、类胡萝卜素含量在不同植株间差异显著 ($P < 0.05$); 四季桂 (16.32 cm²) 的叶面积要小于金桂 (35.37 cm²), 而四季桂的比叶重却略大于金桂, 比叶重均值分别为 18.53 和 16.62 mg·cm⁻²; 四季桂和金桂叶片均偏酸性; 四季桂叶片磷含量、镁含量均高于金桂, 钙含量、钾含量分别小于金桂; 叶片叶绿素总含量与 SPAD 值呈显著相关。在城市热岛现象突出的情况下, 金桂的叶面积大, 适应强光能力强, 更适合在城市绿化中推广使用。

关键词: 桂花; SPAD; 比叶重; 叶绿素

中图分类号: S685.13

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2013)01-0051-04

Relationship of SPAD, chlorophyll and LMA in *Osmanthus fragrans* leaves

LIU Xi-jun¹, CHEN Jing¹, XU Xiao-niu¹, SHU Chang²

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

2. Mao Mountain Forest Farm, Huoshan 237200)

Abstract: Leaf mass per unit area(LMA), chlorophyll content, leaf SPAD value and the nutrient content of *Osmamthus fragrans* var. *thunbergii* and *Osmanthus fragrans* var. *semperflorens* leaves were studied, and the correlation of SPAD and chlorophyll content was discussed. The results were as follows. The chlorophyll a / b in *O. fragrans* var. *thunbergii* was lower than that in *O. fragrans* var. *semperflorens* leaves, but other indicators were higher; each index in leaves of *O. fragrans* var. *semperflorens* plants was not significantly different ($P > 0.05$), while chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll (a + b) and carotenoid content in leaves of different *O. fragrans* var. *thunbergii* plants were significantly different ($P < 0.05$); the leaf area of *O. fragrans* var. *semperflorens*(16.32 cm²) is less than *O. fragrans* var. *thunbergii* (35.37cm²), but the LMA was on the contrary. The leaves are partial to the acidity with pH 5- pH 6; the P and Mg contents in *O. fragrans* var. *semperflorens* leaves were higher than those in *O. fragrans* var. *thunbergii* leaves, while the calcium and potassium contents were on the contrary. The total chlorophyll content and SPAD values were significantly correlated. At present, the phenomenon of urban heat island was prominent, and *O. fragrans* var. *thunbergii* has big leaf areas and strong adaptation to light, which is more suitable to popularize in urban greening.

Key words: *Osmanthus fragrans* ; SPAD; LMA ; chlorophyll

城市化进程的加快带来了一系列的城市问题, 如城市热岛效应、有害气体、噪声等, 严重损害了人类的健康。为了缓解当前环境对人类的巨大压力, 植物改善环境的作用被置于了特殊的重要位置。只有运用科学的手段最大限度地发挥出植物净化环境

的功能, 才能最充分地利用植物改善环境, “树种选择”是首要解决的问题。

叶绿素是叶绿体中的主要色素, 其含量直接反映了植物营养状况, 定量计算叶绿素含量可反映植物与环境之间关系。叶片叶绿素含量的消长规律是

收稿日期: 2012-05-22

基金项目: 国家自然科学基金 (31070569) 和国家 973 计划 (2012CB416905) 共同资助。

作者简介: 刘西军, 男, 博士, 讲师。E-mail: liuxj104@126.com

反映叶片生理活性变化的重要指标之一,与叶片光合机能大小有密切关系,了解和掌握叶片的叶绿素含量变化规律及其与光合速率(P_n)的关系是提高植物产量的理论基础。城市化过程的加剧促使城市土壤的理化性质发生改变,造成城市土壤物理退化现象明显,城市光照条件发生变化,进而影响着植物叶片的形态结构、气孔导度、叶绿素的含量及其他与光合作用相关的进程,使叶片的结构、生理特性如光合能力等发生变化^[1]。温度和湿度的变化也会对光合羧化酶活性、气孔导度等产生影响。叶片通过改变形态、光合色素含量及其他生理生态特性以适应环境条件的变化^[2]。长期在弱光条件下生长的叶片会提高体内的叶绿素含量以便充分利用光能进行生长;而强光照条件下,叶片会提高类胡萝卜素的含量以避免强光伤害^[3]。叶绿素仪(SPAD-502 日本 Minolta)作为一种测量叶片叶绿素含量的仪器,具有快速、准确、简便的特点。目前,叶绿素仪主要在玉米、小麦、水稻等作物上应用较多,木本植物相对较少。

叶片是植物光合作用的主要器官,叶面积的大小影响着植物光合产物的积累。比叶重是指单位面积叶片的烘干重,它反映了植物的光合碳同化能力。多数情况下,LMA 随光强的增加而增大,光照条件好,叶片的光合速率高,碳同化积累的有机物较多,叶片密度也会变大,因此,很多研究表明,LMA 与叶片的光合能力呈正相关。

桂花是合肥市的市花,本研究对合肥市的 2 个桂花品种(金桂和四季桂)叶片比叶重、叶绿素及养分含量特征进行测定分析,将对城市绿化树种选择具有重要的理论参考价值及现实意义,从而为实现生态安全的城市人居环境奠定基础^[4-8]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本研究选取合肥市安徽农业大学校园内全光环境下的 2 种桂花品种——金桂和四季桂为研究对象,对其正常生长的老叶进行测定研究。试验时间为 2012 年 3 月。

1.2 测定方法

1.2.1 桂花叶片 SPAD 值的测定 在 3 月的上中旬选择晴朗的天气,采用日本 Minolta 公司推出的便携式叶绿素仪 SPAD-502 检测植物叶片的叶绿素含量,记录 SPAD 值。

1.2.2 叶片叶绿素含量室内测定 叶片叶绿素含量测定:采用 95%乙醇提取分光光度计法测定。取 120

片叶(1 个品种取 3 株,每株 20 片叶),用滤纸轻轻擦干净,测量鲜重,剪取 0.1 g 去中脉的新鲜叶片,剪碎放入试管中,加入 10 mL 95%酒精,采用封口膜封口,放置黑暗处,静置约 1~2 d,待叶片全部变白,将提取液过滤,倒入比色皿中,以 95%酒精作为对照,分别在波长 663、646 和 470 nm 分光光度计下测定吸光度(A_{663} 、 A_{646} 和 A_{470} 分别表示在 3 个波长下的吸光值)。根据下列公式,分别计算出叶绿素 a (chlorophyll a, Chl a)、叶绿素 b (chlorophyll b, Chl b)、叶绿素 a/b (chlorophyll a : b ratio, Chl a/b)、叶绿素总浓度(total chlorophyll content, Chl (a+b)) 和类胡萝卜素(carotenoid, Car)的浓度:

$$Ca = 12.21A_{663} - 2.81A_{646}$$

$$Cb = 20.13A_{646} - 5.03A_{663}$$

$$CT = Ca + Cb = 17.32A_{646} + 7.18A_{663}$$

$$Ca/b = Ca/Cb$$

$$CCar = (1000A_{470} - 3.27Ca - 104Cb) / 229$$

式中, Ca 、 Cb 和 CT 分别为叶绿素 a、b 的浓度及叶绿素总浓度($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$); $CCar$ 为类胡萝卜素的总浓度($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$);再按下式求算植物组织中单位干重各色素的含量($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$):

色素的含量 = 色素浓度($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) × 提取液体积(L) × 稀释倍数/样品干重(g)。

1.2.3 桂花叶面积与比叶重的测定 叶面积:分别选取 6 株桂花不同方位的成熟健康叶片,迅速利用扫描仪扫描,使用叶面积测算程序计算叶面积。

比叶重:将上述叶片置于 60℃烘箱中烘干 48 h,称取干重,干重除以叶面积得到比叶重 LMA ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)。

2 结果与分析

2.1 叶片叶绿素含量特征

对四季桂和金桂叶片的叶绿素含量进行了测定,结果见表 1 和图 1。

由图 1 可知,四季桂与金桂叶片的叶绿素 a 含量要高于类胡萝卜素含量和叶绿素 b 含量。四季桂叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b、叶绿素 a/b 和类胡萝卜素含量在不同植株间均无显著差异 ($P > 0.05$)。而第 1 与 2、3 株金桂的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b 均存在显著差异 ($P < 0.05$),类胡萝卜素含量则是第 2 株与第 1、3 株差异显著 ($P < 0.05$),叶绿素 a/b 两两差异不显著 ($P > 0.05$)。

由表 1 可知,金桂叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b 和类胡萝卜素含量均高于四季桂叶片含量,约为 4~5 倍。金桂叶绿素 a/b 值却低于四季桂,反映出四季桂对弱光的适应能力要比金桂强。

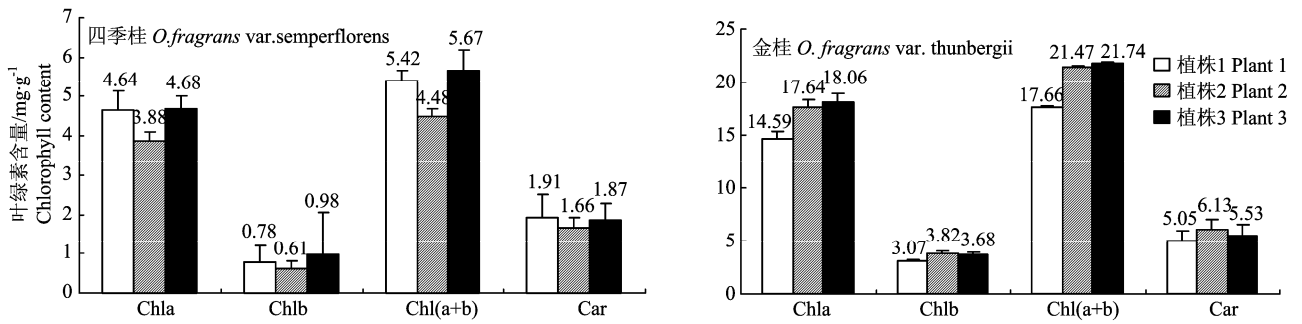


图 1 不同品种不同植株桂花叶片叶绿素含量的差异

Figure 1 The difference of chlorophyll content in two *Osmanthus fragrans* leaves

表 1 2 种桂花叶片叶绿素含量比较

Table 1 Comparison of chlorophyll content in two *Osmanthus fragrans* leaves

品种 Variety	叶绿素 a /mg·g ⁻¹ Chl a	叶绿素 b /mg·g ⁻¹ Chl b	叶绿素 a/b Chl a/b	叶绿素 a+b /mg·g ⁻¹ Chl (a+b)	类胡萝卜素 /mg·g ⁻¹ Car
四季桂 <i>O. fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>	4.42±0.22	0.82±0.09	6.29±0.19	5.24±0.26	1.81±0.08
金桂 <i>O. fragrans</i> var. <i>thunbergii</i>	16.76±0.49	3.53±0.11	4.80±0.07	20.29±0.59	5.57±0.14

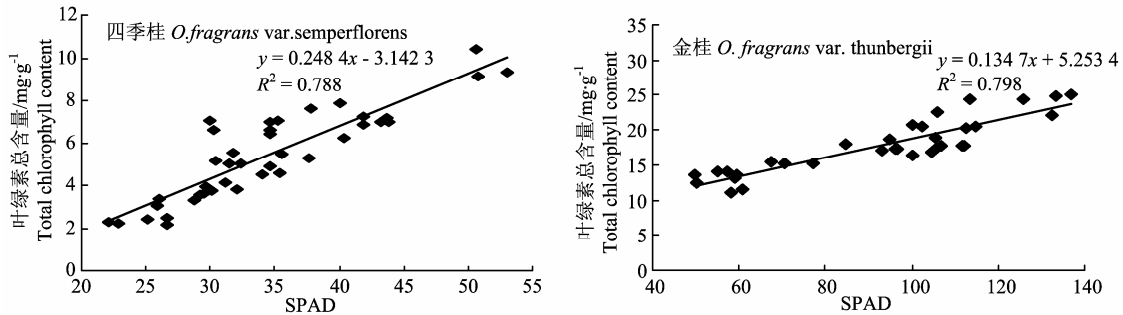


图 2 SPAD 值与叶绿素含量的相关性

Figure 2 The correlation of SPAD and chlorophyll content

表 2 桂花叶面积和比叶重的比较

Table 2 Comparison of leaf area and LMA in two *Osmanthus fragrans* leaves

植株 Plant	四季桂 <i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>		金桂 <i>Osmanthus fragrans</i> var. <i>thunbergii</i>	
	叶面积/cm ² leaf area	比叶重/mg·cm ⁻² LMA	叶面积/cm ² leaf area	比叶重/mg·cm ⁻² LMA
1	18.23±1.74 ^a	19.35±1.26 ^a	37.09±6.08 ^a	18.36±6.06 ^a
2	14.27±1.24 ^{ab}	18.17±1.15 ^b	34.73±4.20 ^a	14.47±2.16 ^b
3	16.45±0.99 ^b	18.06±1.08 ^b	34.28±0.83 ^b	17.04±1.92 ^a
平均 Mean	16.32	18.53	35.37	16.62

表 3 桂花叶片养分含量的比较

Table 3 Comparison of nutrient in two *Osmanthus fragrans* leaves

品种 Variety	磷含量 /g·kg ⁻¹ P content	钙含量 /g·kg ⁻¹ Ca content	钾含量 /g·kg ⁻¹ K content	镁含量 /mg·kg ⁻¹ Mg content	电导率 /μs·m ⁻² ·s ⁻¹ Conductivity	pH
四季桂 <i>O. fragrans</i> var. <i>semperflorens</i>	4.65±1.86	0.35±0.08	2.57±0.22	0.35±0.03	3.33±0.24	5.40±0.04
金桂 <i>O. fragrans</i> var. <i>thunbergii</i>	1.55±0.14	0.58±0.23	3.64±0.44	0.26±0.13	2.99±0.36	5.68±0.03

2.2 SPAD 值与叶绿素含量的关系

SPAD 值是一个无量纲比值,可在自然环境无损状况下确定植物叶片当前叶绿素的相对含量^[9],测定时间只需几秒钟。目前,SPAD-502 叶绿素仪已经成功地应用于水稻^[10]、小麦^[11]、玉米^[12-14]、黄豆、棉花^[15]、马铃薯以及蔬菜^[16]等农作物中,但在

园林树木上的研究却很少。通过对 2 个桂花品种叶片的 SPAD 值测定,并与化学分析方法测定的叶绿素 a、叶绿素 b 求出的叶绿素总含量进行相关分析,叶片叶绿素总含量均随 SPAD 值的增加而增加,呈显著相关。回归方程如下:

$$Y_{\text{四}} = 0.2484X_{\text{四}} - 3.1423, R^2 = 0.788$$

$$Y_{\text{金}}=0.1347X_{\text{金}}+6.2534, R^2=0.798$$

式中, $Y_{\text{四}}$ 为四季桂叶片叶绿素总量, $X_{\text{四}}$ 为四季桂叶片 SPAD 值, $Y_{\text{金}}$ 为金桂叶片叶绿素总量, $X_{\text{金}}$ 为金桂叶片 SPAD 值。

2.3 叶面积与比叶重

叶片面积影响着植物的光合作用,比叶重作为光合作用的一个生理指标,反映不同生育期光合作用制造有机物质及其分配趋势^[17],同时也是衡量叶片质量的一个稳定指标^[18]。

对四季桂和金桂叶片面积和比叶重进行测算,结果见表 2。由表 2 可知,四季桂叶片面积平均为 16.32 cm²,比叶重平均为 18.53 mg·cm⁻²;金桂叶片面积平均为 35.37 cm²,比叶重平均为 16.62 mg·cm⁻²。无论是四季桂还是金桂,不同植株的叶面积和比叶重也会存在显著差异 ($P<0.05$),同时,四季桂的叶面积要小于金桂,而四季桂的比叶重却略大于金桂,说明四季桂叶片的内含物相对较多。

2.4 叶片养分含量

桂花叶片的养分含量见表 3。由表 3 可以看出,四季桂和金桂叶片的 pH 值在 5.32~5.74 之间,偏酸性。四季桂和金桂的叶片电导率在 2.33~3.72 $\mu\text{s}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,相差不大。四季桂叶片磷含量在 1.522~9.960 g·kg⁻¹之间,平均为 4.650 g·kg⁻¹;镁含量在 0.304~0.40 mg·kg⁻¹,平均 0.347 mg·kg⁻¹;而金桂叶片磷含量在 1.298~1.770 g·kg⁻¹之间,平均为 1.555 g·kg⁻¹;镁含量在 0.084~0.504 mg·kg⁻¹,平均 0.263 mg·kg⁻¹,四季桂叶片磷含量、镁含量均高于金桂。四季桂叶片钙含量、钾含量分别为 0.353、2.568 g·kg⁻¹,分别小于金桂叶片钙含量、钾含量,金桂叶片钙含量、钾含量分别为 0.450 5 和 3.238 4 g·kg⁻¹。

3 小结与讨论

金桂叶片叶绿素 a/b 值低于四季桂,但其他指标均高于四季桂叶片含量 4~5 倍,说明四季桂对弱光的适应能力要比金桂强。虽然四季桂叶片的叶绿素总含量在 2~10 mg·g⁻¹,但高于 7.8 mg·g⁻¹ 以上的叶片仅 3 株,因而,不同植株四季桂叶片的各指标含量均无显著差异 ($P>0.05$),而金桂叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量 (a+b)、类胡萝卜素含量存在显著差异 ($P<0.05$)。

叶片叶绿素总含量与 SPAD 值呈显著相关,因此,可采用叶绿素仪测定桂花叶片叶绿素相对含量。

四季桂的叶面积要小于金桂,而四季桂的比叶重却略大于金桂,四季桂和金桂单叶面积均值分别

为 16.32 和 35.37 cm²,比叶重均值分别为 18.53 和 16.62 mg·cm⁻²。不同植株的叶面积和比叶重会存在显著差异 ($P<0.05$)。

四季桂和金桂叶片均偏酸性, pH 值在 5~6 之间;四季桂叶片磷含量、镁含量均高于金桂,钙含量、钾含量分别小于金桂。综上所述,在城市热岛现象突出的情况下,金桂的叶面积大,适应强光能力强,更适合在城市绿化中推广使用。

参考文献:

- [1] 李伟,曹坤芳. 干旱胁迫对不同光环境下的三叶漆幼苗光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(2): 0266 - 0275.
- [2] Green D, Skkrugere L. Light-mediated constraints on leaf function correlate with leaf structure among deciduous and evergreen tree species[J]. Tree Physiology, 2001, 21: 1341-1346.
- [3] 张建光,刘玉芳,孙建设,等. 光照强度对苹果果实表面温度变化的影响[J]. 生态学报, 2004, 24(6): 1306- 1310.
- [4] 甘德欣,谭勇,龙岳林,等. 紫薇和紫荆及樱花的光合特性研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2006, 32(5): 505-507.
- [5] 冯建灿,张玉洁. 喜树光合速率日变化及其影响因子的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(4): 34-39.
- [6] 冷平生,杨晓红. 5 种园林树木的光合和蒸腾特性的研究[J]. 北京农学院学报, 2000, 15(4): 13-18.
- [7] 刘桂林,梁海永,刘兴菊. 国槐光合特性研究[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(4): 68-72.
- [8] 庄猛,姜卫兵,马瑞娟,等. Rutgers 桃(红叶)、白芒蟠桃(绿叶)光合生理特性的比较研究[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(4): 26-29.
- [9] 吴素霞,毛任钊,李红军,等. 冬小麦叶片绿度时空变异特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(4): 83-84.
- [10] Kitagawa Y, Okayama K, Hirokawa T. Determination of leaf colour in rice. cv Koshihikari plants with a chlorophyll meter[J]. Bull Toyama Agric Res Center, 1987, 1: 1-7.
- [11] 李志宏,刘宏斌,张福锁. 应用叶绿素仪诊断冬小麦氮素营养状况的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 401-405.
- [12] Piekielek W P, Fox R H. Use of chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize[J]. Agron J, 1992, 84: 59-65.
- [13] Smeal D, Zhang H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn[J]. Soil Sci Anal, 1994, 25(9/10): 1495-1503.
- [14] Waskom R M, Westfall D G, Spellman D E, et al. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter[J]. Commun Soil Sci Plant Anal 1996, 27 (3/4): 545-560.
- [15] 王婷,胡亮,郭晓敏,等. 毛竹叶片 N 含量与 SPAD 值的相关性研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(15): 3670- 3671.
- [16] Vanden B A K, Perki N S T D. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen content in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh) leaves [J]. Fores Ecol Manag, 2004, 200: 113-117.
- [17] 徐克章,王英典,徐惠风,等. 高粱叶片比叶重的变化与产量关系的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1998(2): 11-13.
- [18] 丁秀英. 高粱核质杂种与双亲某此形态生理形状与产量的比较研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 1998.