

3种幼林叶片的叶绿素和养分特征

杨清云¹, 晏 姝², 徐 燕², 王华南¹, 张苏峻¹

(1 广东省生态公益林管理中心, 广东 广州 510173; 2 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:用紫外分光光度计对不同密度的大叶相思 *Acacia auriculiformis*、火力楠 *Michelia macclurei*、红苞木 *Rhodoleia championii* 幼苗叶片的叶绿素含量进行了测定,并用半微量凯氏法、钼兰比色法和原子吸收光度法对3种幼苗叶片的 N、P、K、Ca、Mg 含量进行了分析. 研究表明:3个树种叶片的叶绿素含量与对应的叶绿素测定仪 SPAD-502 的读数存在显著的指数相关关系,并随着密度的增加而增加. 大叶相思林分中高密度林分的各种养分含量最高,红苞木林分的中密度林分的养分含量最高,高密度林分的养分含量低. 大叶相思叶片的 N 和 Mg 含量高而 P 含量低,火力楠叶片的 K 和 Ca 含量高而 Mg 含量低,红苞木叶片的 P 含量高而 N 和 K 含量低.

关键词:大叶相思; 火力楠; 红苞木; 叶片; 叶绿素; 养分

中图分类号:S718.5

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2008)01-0053-04

Chlorophyll and Nutrient Characteristics in Leaves of Three Young Stands

YANG Qing-yun¹, YAN Shu², XU Yan², WANG Hua-nan¹, ZHANG Su-jun¹

(1 Ecological Forest Center of Guangdong Forestry Bureau, Guangzhou 510173, China;

(2 College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Contents of chlorophyll, N, P, K, Ca and Mg in leaves of young *Acacia auriculiformis*, *Michelia macclurei* and *Rhodoleia championii* stands were studied. Chlorophyll was extracted from the discs for 72 h in the dark using N, N-dimethylformamide. Absorbances at 647 and 664 nm were determined with a Shimadzu UV-vis spectrophotometer. Concentrations of N, P, K, Ca and Mg were determined by micro-Kjeldahl technique, chloro molybdophosphonic blue colour, and atomic absorption methods, respectively. The results showed that there were significant correlations between chlorophyll content in leaf and its corresponding reading measured by SPAD-502 for the three tree species, and the chlorophyll content increased with increasing stand density. Nutrient contents in high-density stands was the highest for *Acacia auriculiformis* stands, whereas they were the highest in middle-density stands and the lowest in high-density stands for *Michelia macclurei* stands. The N and Mg contents were high and P content was low in *Acacia auriculiformis* leaves, K and Ca contents were high and Mg content was low in *Michelia macclurei* leaves, whereas P content was high and N and K contents were low in *Rhodoleia championii* leaves.

Key words: *Acacia auriculiformis*; *Michelia macclurei*; *Rhodoleia championii*; leaves; chlorophyll; nutrient

植物的叶绿素能够利用光能,作为能量供体,固定二氧化碳和水形成有机的碳水化合物,为植物体自身的生长发育提供营养物质. N、P、K、Ca、Mg 是树木生长必不可少的大量元素. 人们对林木叶片的养

收稿日期:2006-11-28

作者简介:杨清云(1955—),男,高级工程师,E-mail:yqy12@21cn.com

基金项目:广东省林业局资助项目(4400-02084)

分特点^[1-5], 营养元素含量变化与生长的关系^[6], 营养元素含量的季节变化^[7-8]进行过较多研究, 但是对不同密度林分的养分研究很少. 国内对林分叶绿素的研究较少^[9-12], 不同密度林分叶绿素含量的研究更鲜见报道. 大叶相思 *Acacia auriculiformis*、火力楠 *Michelia macclurei*、红苞木 *Rhodoleia championii* 是广东省重要的造林树种, 对不同密度的大叶相思、火力楠、红苞木幼苗叶片的叶绿素和 N、P、K、Ca、Mg 含量进行分析, 可以了解其不同密度下的叶绿素和养分特性, 为林分的养分管理提供参考.

1 试验地概况

试验地分别设在华南农业大学林学院六号楼北面的教学苗圃和惠州市惠城区小金镇. 华南农业大学苗圃位于广州市天河区, 属于亚热带季风气候, 温暖多雨, 夏长冬短, 年均温、最冷月(1月)和最热月(8月)月均温分别为 21.8、13.3 和 28.1℃. 年降雨量 1 714.4 mm, 4—9 月降雨量占年降雨量的 82%, 平均相对湿度 79%. 惠州市小金镇属亚热带季风气候. 年平均气温 19.5~22.1℃, 7 月份平均气温 28.3℃, 1 月份平均气温 13.1℃, 极端最高气温 38.9℃, 极端最低气温 -1.9℃, 年积温 7 620.6℃, 无霜期 350~357 d. 年平均降雨量 1 690~2 380 mm, 多集中在 4—9 月份.

2 研究方法

2.1 样地设置

2003 年在惠州市惠城区小金镇营造密度为 1 667(低密度)、4 444(中密度)、10 000(高密度)株·hm⁻²的大叶相思、火力楠和红苞木幼林(平均地径分别为 73、57 和 26 cm, 平均苗高分别为 0.64、0.86 和 0.41 cm), 在各幼林中建立面积为 20 m×20 m 的样地, 同时将以上 3 种苗木栽植在华南农业大学林学院的教学苗圃.

2.2 叶绿素含量测定

2004 年选取教学苗圃内一年生大叶相思、火力楠、红苞木幼苗中部的叶片各 9 枚, 用叶绿素测定仪 SPAD-502(Minolta, 日本)实地测定并记录读数后, 采取这些叶片进行分析. 叶绿素含量参照陈建勋等^[13]的方法测定. 根据各树种叶片的仪器读数和叶绿素

含量, 建立二者的相关方程. 选取惠州 9 块样地的一年生幼苗叶片各 50 枚, 用叶绿素测定仪 SPAD-502 实地测定并记录读数. 用该树种叶绿素测定仪读数和叶绿素含量的相关方程, 将仪器读数转化为叶绿素含量. 试验幼林概况见表 1.

表 1 试验幼林概况

Tab. 1 Summary of the experimental stands

林分 stands	密度 density/ (株·hm ⁻²)	平均地径 mean ground diameter/ cm	平均树高 mean tree height/m	平均冠幅 mean crown width/m
大叶相思	1 667	2.85	2.07	1.17
<i>Acacia auriculiformis</i>	4 444	2.16	2.07	1.13
	10 000	2.98	2.81	1.57
火力楠	1 667	0.86	0.70	0.20
<i>Michelia macclurei</i>	4 444	0.80	1.38	0.27
	10 000	1.13	0.73	0.33
红苞木	1 667	0.84	0.65	0.28
<i>Rhodoleia championii</i>	4 444	0.59	0.81	0.22
	10 000	0.72	0.69	0.24

2.3 养分含量测定

采集惠州 9 个样地的一年生幼苗叶片各 50 枚, 放入烘箱中, 85℃下烘至恒质量, 称其干质量, 粉碎后进行养分分析. N 用重铬酸钾-浓硫酸消化后, 以半微量凯氏法测定; P、K、Ca、Mg 分析待测液用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮后, 试液中的 P 用钼兰比色法测定, K、Ca 和 Mg 用原子吸收光度法测定^[14].

3 结果与分析

3.1 叶绿素含量与 SPAD 读数的关系

对大叶相思、火力楠、红苞木叶片的 SPAD 读数与叶绿素含量进行回归分析, 可以看出各树种叶片的 SPAD 读数与其对应的叶绿素含量呈显著指数相关($P < 0.001$, 图 1), 相关系数呈现红苞木 > 火力楠 > 大叶相思.

3.2 林分密度对叶绿素含量的影响

3 种林分叶片的叶绿素含量均随着林分密度的增加而增加(图 2). 不同密度的大叶相思叶片的叶绿素含量的差异不大, 平均质量分数在 0.87~1.13 mg·g⁻¹; 高密度火力楠林分的叶绿素质量分数为 1.47 mg·g⁻¹, 是其他 2 种密度林分的 2.5 倍以上, 高密度红苞木林分的叶绿素质量分数比其他密度林分的高 70% 以上.

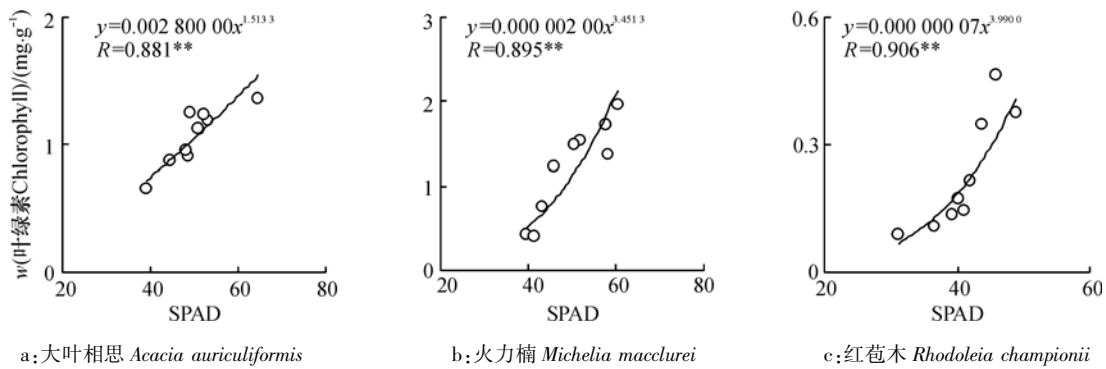


图 1 叶绿素含量与 SPAD 读数的关系

Fig. 1 Relationships between chlorophyll content and SPAD reading

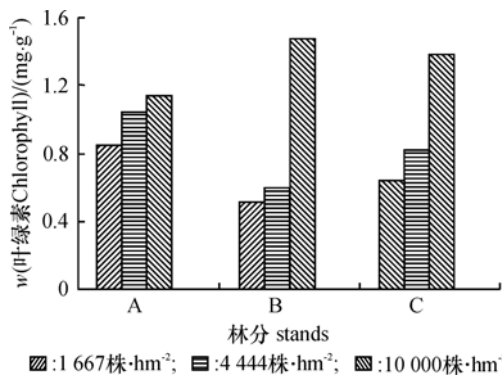


图 2 林分密度对叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of stand density on chlorophyll concentration

3.3 叶片养分含量分析

如表 2 所示,大叶相思林分叶片的 N 和 Ca 含量为高密度林分 > 低密度林分 > 中密度林分,而 P、K、Mg 含量为高密度林分 > 中密度林分 > 低密度林分;火力楠林分叶片的 N 含量为中密度林分 > 低密度林分 > 高密度林分, P 和 Ca 含量为低密度林分 > 中密度林分 > 高密度林分, K、Mg 含量为高密度林分 > 中密度林分 > 低密度林分;红苞木叶片的 N 含量为低密度林分 > 中密度林分 > 高密度林分, P、Ca、Mg 含量为中密度林分 > 低密度林分 > 高密度林分, K 含量为中密度林分 > 高密度林分 > 低密度林分。由上可见,大叶相思的高密度林分的叶片各种养分含量是最高的,红苞木的中密度林分的叶片养分含量最高,高密度林分的叶片养分元素含量低。

各密度林分的叶片 N 含量均呈现大叶相思 > 火力楠 > 红苞木,低密度林分的叶片 P 含量呈现火力楠 > 红苞木 > 大叶相思,而中和高密度林分的叶片 P 含量呈现红苞木 > 火力楠 > 大叶相思。各密度林分的叶片 K 含量均呈现火力楠 > 大叶相思 > 红苞木,

表 2 不同密度的 3 种林分的叶片养分含量

Tab. 2 Leaf nutrient concentrations of three stands with different densities

林分 stands	密度 density/ (株·hm ⁻²)	w/(g·kg ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
大叶相思 <i>Acacia auriculiformis</i>	1 667	20.02	0.53	4.28	3.96	0.60
	4 444	16.64	0.58	5.78	3.13	0.61
	10 000	21.46	0.64	7.56	4.84	0.96
火力楠 <i>Michelia macclurei</i>	1 667	13.24	0.91	4.94	8.85	0.43
	4 444	15.79	0.75	7.21	6.42	0.48
	10 000	12.59	0.73	7.61	5.30	0.49
红苞木 <i>Rhodoleia championii</i>	1 667	12.46	0.82	3.91	3.40	0.57
	4 444	11.11	1.25	5.00	4.46	0.77
	10 000	10.86	0.76	4.32	3.10	0.39

低和高密度林分的叶片 Ca 含量呈现火力楠 > 大叶相思 > 红苞木,而中密度林分的叶片 Ca 含量呈现火力楠 > 红苞木 > 大叶相思,各密度林分的叶片 Mg 含量呈现低密度为大叶相思 > 红苞木 > 火力楠,中密度为红苞木 > 大叶相思 > 火力楠,高密度为大叶相思 > 火力楠 > 红苞木。3 种树种的叶片养分特点不同,大叶相思叶片的平均 N 和 Mg 含量分别为火力楠叶片的 1.4 和 1.7 倍,分别为红苞木叶片的 1.6 和 1.3 倍,火力楠叶片的 K 和 Ca 含量分别为马占相思叶片的 1.1 和 1.5 倍,分别为红苞木叶片的 1.7 和 1.9 倍,红苞木叶片的 P 含量分别为大叶相思和火力楠叶片的 1.6 和 1.2 倍。

4 讨论

参与试验的 3 个树种叶片的 SPAD 读数与其对应叶绿素含量均存在显著相关性 ($P < 0.001$),从而为野外测定叶绿素提供了一种便利的方法。在野外由于条件的限制,不使用分光光度法实地测定大量叶片的叶绿素含量;将大量叶片采回实验室再做叶

绿素含量测定,因试验过程耗时多而将叶片放置过久,会影响数据的准确性.叶绿素测定仪 SPAD-502 可在任何环境条件下,短时间内测定出大量叶片的 SPAD 值,取其中少量样本在实验室用分光光度法测定出其叶绿素含量,并与对应的仪器读数建立相关方程,就可将该植物叶片所有的 SPAD 值转化为叶绿素含量,这极大地简化了研究过程.

高密度大叶相思林的叶片叶绿素含量大于中密度和低密度的大叶相思林.前者的平均冠幅达 1.57 m,已经高度郁闭,林内的叶片出现遮荫,其叶绿素含量的增加有助于在林内弱光环境下提高光能利用率.通常适度遮荫的叶片比全光照条件下的叶片叶绿素含量高,因为全光照叶片吸收的过剩光能使得部分激发态的叶绿素不能及时通过激发能传递和光化学反应而猝灭,同环境中的分子氧反应生成单线态氧,引起叶绿素的漂白^[15],从而使叶绿素含量降低.幼林中的光照随林分密度的减少而增强,而叶片叶绿素含量随林分密度的减少而下降,表明过强的光照会影响这些幼林的光合色素和光合膜的结构,不利于叶绿素的形成和光合作用的进行.

大叶相思叶片的 N 和 Mg 含量高而 P 含量低,火力楠叶片的 K 和 Ca 含量高而 Mg 含量低,红苞木叶片的 P 含量高而 N 和 K 含量低,反映出不同树种对养分的需求和选择吸收上的差异.大叶相思的根系能固 N,有利于提高土壤 N 含量,促进了林木对 N 的吸收.由于林分年龄小,林分密度与幼林叶片的养分含量的关系无明显规律,需要长期观测才能得出可靠的结论.

参考文献:

- [1] AERTS R. Nutrient use efficiency in evergreen and deciduous species from heath lands[J]. *Oecologia*, 1990, 84: 391-397.
- [2] 李俊清,宫伟光. 东北主要造林树种的营养元素含量特征分析[J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1991, 15(4): 380-385.
- [3] 卢俊培,吴仲民. 尖峰岭热带林的植物化学特征[J]. *林业科学研究*, 1991, 4(1): 1-9.
- [4] 费世民. 火炬松人工林林木营养特性的研究[J]. *林业科学*, 1995, 31(4): 299-308.
- [5] 薛立,韦如萍,谭天泳,等. 华南阔叶树种幼苗叶片的养分特征[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(11): 1820-1824.
- [6] 吴惠仙,童方平,龙应忠,等. 湿地松营养元素含量变化与生长关系的研究[J]. *林业科技通讯*, 1996(4): 16-22.
- [7] SANTA R I, LEONARDI S, RAPP M. Foliar nutrient dynamics and nutrient-use efficiency in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe[J]. *Forestry*, 2001, 74: 1-10.
- [8] XUE Li, XU Yan, WU Min, et al. Seasonal patterns in nitrogen and phosphorus and resorption in leaves of four tree species[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 520-526.
- [9] 钟安良,熊文愈. 杉木人工林氮素营养的叶绿素诊断指标的研究[J]. *林业科学*, 1994, 30(4): 1-7.
- [10] 柯世省,金则新,林恒琴,等. 天台山东南石栎光合生理生态特性[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(3): 1-5.
- [11] 张红星,张硕新,雷瑞德. 火地塘油松群落中 9 种植物光合特性研究[J]. *西北林学院学报*, 2005, 20(1): 20-24.
- [12] 秦娟,上官周平. 子午岭林区山杨-辽东栎混交林的生理生态效应[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(6): 972-976.
- [13] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学试验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002: 35.
- [14] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1978: 63-64, 101-102, 366-368.
- [15] SHEN Y K. Some factors limiting photosynthesis in nature [C] // BALTSCHIEFFSKY M. Current research in photosynthesis: 4. Dordrecht: Kluwer Academic, 1990: 843.

【责任编辑 李晓卉】