

Study on Canopy Characteristic Indices of 7 Magnoliaceae Tree Species

Xiuyun He¹, Rouxuan Hu², Qing Li¹, Xiaojuan Xiu¹, Hongyue Chen^{2, #}

1. The State-owned Forest Resources of Zhongshan Protection Center, Zhongshan, Guangdong 528400, China

2. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China

#Email: chen hongyuetz@126.com

Abstract

Canopy characteristic indices of 7 magnoliaceae tree species in Zhongshan Arboretum were obtained and analyzed by using hemispherical photography technology. Results showed that the LAI of *Michelia macclurei*, *Michelia fulgens* and *Michelia alba* were greater than that of others, indicating that these tree species had stronger capacity of intercepting and utilizing solar radiation. *Magnolia wufengensis* with greatest canopy openness and least LAI had greatest understory light condition. Results also indicated that the effect of LAI on understory light condition was greater than that of Canopy Openness and that Transmitted Total Solar Radiation was more mainly determined by Transmitted Diffuse Solar Radiation rather than Transmitted Direct Solar Radiation.

Keywords: Magnoliaceae Tree Species; Canopy Structure; Understory Light Condition

7个木兰科树种冠层特性研究

何秀云¹, 胡柔璇², 黎清¹, 修小娟¹, 陈红跃²

1. 中山市国有森林资源保护中心

2. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642

摘要: 本文以中山市树木园的7个木兰科树种为研究对象, 使用半球面影像技术获取其林冠特性指标并进行分析, 结果表明, 火力楠、亮叶含笑和白兰的叶面积指数比其他树种大, 对光能的截获和利用能力更强, 红花玉兰林冠开度最大且叶面积指数最小, 林下光照条件最好, 本文结果同时表明, 叶面积指数对林下光照条件的影响大于林冠开度, 且林下总光照主要取决于林下散射光, 而不是林下直射光。

关键词: 木兰科树种; 冠层结构; 林下光照

引言

冠层是林木进行光合作用的地方, 冠层结构影响林木光合作用^[1-2]、生物量的产生速率^[3], 影响冠层内部和林下的光照条件^[4-6], 经过冠层的雨水形成林冠截留、树干茎流和穿透雨等形式的降水再分配^[7], 影响林下植物的生长发育^[8-10], 因此, 研究林木的冠层特性对深入了解林木的生长发育和其对所在林分的植被多样性的影响有重要意义。

木兰科树种是最古老的被子植物, 具有很高的观赏价值和园林绿化价值^[11]。本文选择广东省中山市树木园7个木兰科树种, 通过测定其5个冠层特性指标, 包括叶面积指数(Leaf Area Index, LAI)和林冠开度(Canopy Openness, CnpyOpen)2个冠层结构指标和林下直射光(Transmitted Direct Solar Radiation, TransDir)、林下散射光(Transmitted Diffuse Solar Radiation, TransDif)和林下总光照(Transmitted Total Solar Radiation, TransTot)3个林下光照指标, 对相关指标进行了分析, 研究7个木兰科树种的冠层特性差异和不同之标之间

*基金资助: 中山市科技基金资助项目“适宜城镇绿化的乡土树种资源评价及育苗、种植关键技术研究”(4400-H13527)。

的关系，为木兰科树种生理生态特性研究以及城乡绿化树种选择提供理论和技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

中山市树木园(22°29'~22°28'N, 113°22'12"~113°22'59"E)位于广东省中山市东区槎桥,东、南区交界处。地处北回归线以南,亚热带季风气候带,以南亚热带常绿阔叶林为地带性植被。年平均气温 21.8 °C,其中 1 月最冷,为 13.3 °C,7 月最热,为 28.4 °C,年均降水量为 1748.3 mm。

1.2 试验材料

本研究在该树木园选取了立地条件、树龄一致的 7 个木兰科树种,其学名、拼音缩写和拉丁学名分别为:红花玉兰 hhyl(Magnolia wufengensis)、二乔玉兰 eqyl(Magnolia soulangeana)、深山含笑 sshx(Michelia maudiae)、火力楠 hln(Michelia macclurei)、亮叶含笑 lyhx(Michelia fulgens)、白兰 bl(Michelia alba)、黄兰 hl(Michelia champaca)。

1.3 试验方法

本试验于 2013 年 12 月 20 日~21 日早上日出之前和下午日落之后,在中山市树木园木兰园内进行,使光照条件尽量保持一致和尽量减少眩光^[12]。在试验地内每个树种随机选取 5 株,用半球面影像技术获取半球面影像^[13],所得半球面影像用 Gap Light Analyzer Version 2.0(GLA 2.0)分析^[14]。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2003 和 R version 3.1.0 (2014-4-10)进行数据分析。方差分析在 R 平台下的 multcomp 包中进行 Tukey HSD 检验,在 R 平台下的基础包进行 Person 相关分析,并在 R 平台下的 psych 包中进行相关显著性检验。

2 结果与分析

2.1 叶面积指数

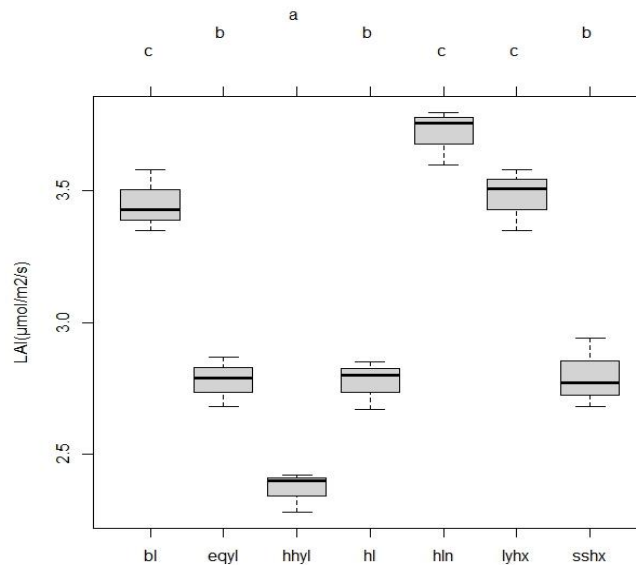


图 1 LAI 在不同树种间的差异

有相同字母的组说明在 $\alpha=0.05$ 的水平下差异不显著

由图 1 可知,白兰、火力楠和亮叶含笑的 LAI 没有显著差异,且变异幅度都很接近,但是火力楠的

LAI 最大，亮叶含笑次之，白兰最小；二乔玉兰、黄兰和深山含笑的 LAI 没有显著差异，深山含笑的变异幅度比二乔玉兰和黄兰大，深山含笑的 LAI 最大，二乔玉兰次之，黄兰最小；红花玉兰的 LAI 与其他树种的 LAI 均有显著差异，且为最小。

2.2 林冠开度

由图 2 可知，白兰与亮叶含笑的林冠开度没有显著差异，黄兰与亮叶含笑、黄兰与深山含笑的林冠开度也没显著差异，除上述情况没有显著差异外，其他两两之间林冠开度均存在显著差异。各树种的林冠开度大小顺序为：红花玉兰>二乔玉兰>深山含笑>黄兰>亮叶含笑>白兰>火力楠。变异幅度大小依次为：二乔玉兰>亮叶含笑>黄兰>红花玉兰>深山含笑>火力楠>白兰。

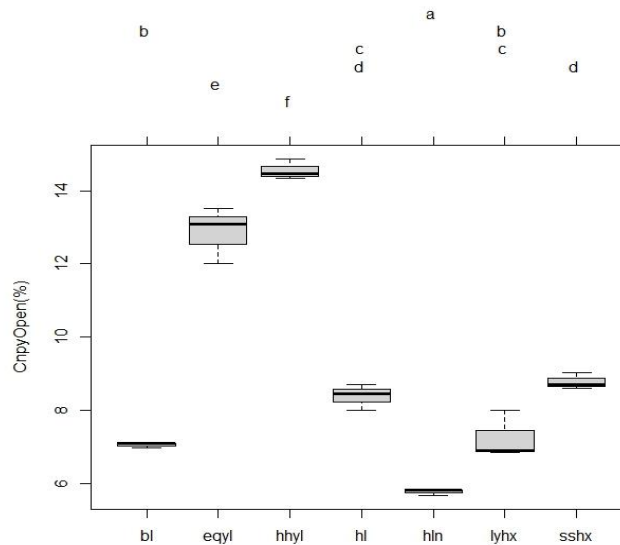


图 2 CnpyOpen 在不同树种间的差异

有相同字母的组说明在 $\alpha=0.05$ 的水平下差异不显著

2.3 林下直射光

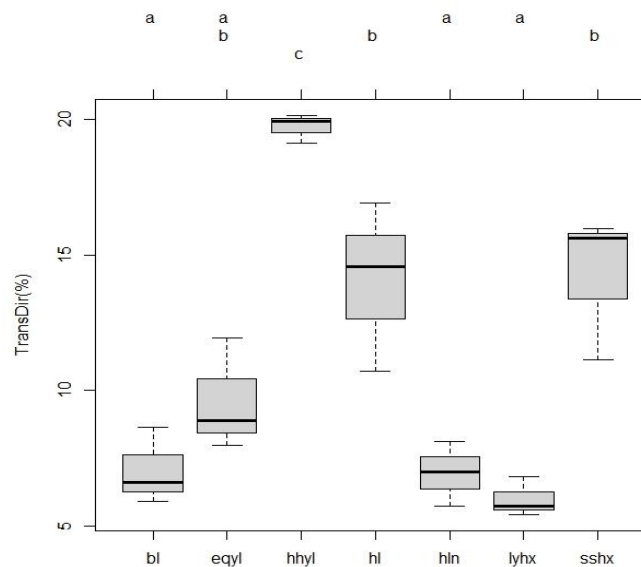


图 3 TransDir 在不同树种间的差异

有相同字母的组说明在 $\alpha=0.05$ 的水平下差异不显著

由图 3 可知，白兰、二乔玉兰、火力楠和亮叶含笑的林下直射光之间均没有显著差异，二乔玉兰、黄兰

和深山含笑的林下直射光之间均没有显著差异，红花玉兰的林下直射光与其他所有树种的林下直射光均有显著差异。各树种的林下直射光大小依次为：红花玉兰>深山含笑>黄兰>二乔玉兰>白兰>火力楠>亮叶含笑。变异幅度大小依次为：黄兰>深山含笑>二乔玉兰>白兰>火力楠>亮叶含笑>红花玉兰。

2.4 林下散射光

由表 4 可知，白兰、火力楠和亮叶含笑的林下散射光均无显著差异，二乔玉兰、黄兰和深山含笑的林下散射光均无显著差异，红花玉兰与其他树种的林下散射光之间均有显著差异。各树种的林下散射光大小依次为：红花玉兰>二乔玉兰>黄兰>深山含笑>亮叶含笑>白兰>火力楠。变异幅度大小依次为：深山含笑>火力楠>黄兰>亮叶含笑>红花玉兰>二乔玉兰>白兰。

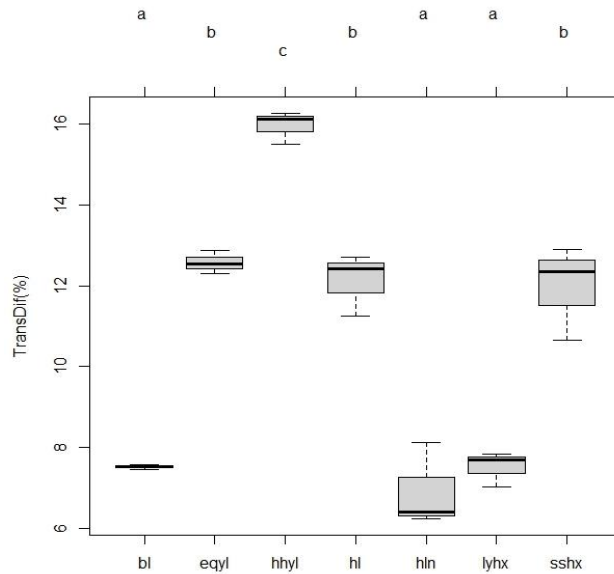


图 4 TransDif 在不同树种间的差异

有相同字母的组说明在 $\alpha = 0.05$ 的水平下差异不显著

2.5 林下总光照

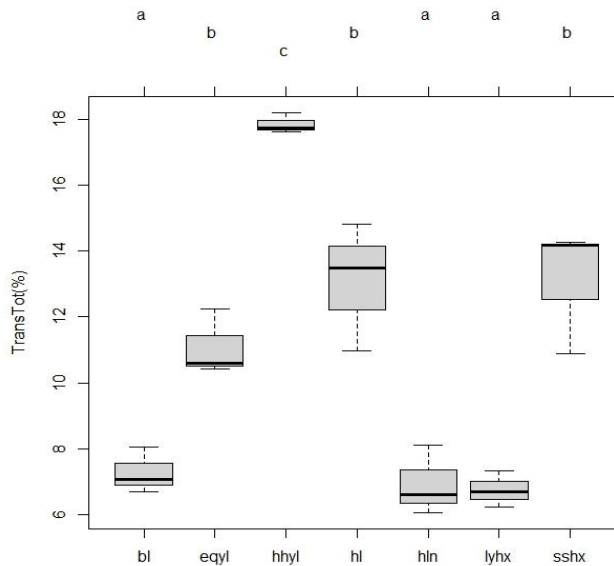


图 5 TransTot 在不同树种间的差异

有相同字母的组说明在 $\alpha = 0.05$ 的水平下差异不显著

由图 5 可知, 白兰、火力楠和亮叶含笑的林下总光照均无显著差异, 二乔玉兰、黄兰和深山含笑的林下总光照均无显著差异, 红花玉兰与其他树种的林下总光照之间均有显著差异。各树种的林下总光照大小依次为: 红花玉兰>深山含笑>黄兰>二乔玉兰>白兰>火力楠>亮叶含笑。变异幅度大小依次为: 黄兰>深山含笑>火力楠>二乔玉兰>白兰>亮叶含笑>红花玉兰。

2.6 相关分析

表 1 各冠层特性指标的相关性

	CnpyOpen	LAI	TransDir	TransDif	TransTot
CnpyOpen	1.000	-0.849	0.666	0.883	0.770
LAI	-0.849	1.000	-0.877	-0.966	-0.935
TransDir	0.666	-0.877	1.000	0.899	0.984
TransDif	0.883	-0.966	0.899	1.000	0.962
TransTot	0.770	-0.935	0.984	0.962	1.000

由表 1 和表 2 可知, 叶面积指数与林冠开度、林下直射光、林下散射光和林下总光照均成极显著负相关, 且叶面积指数与林下散射光的相关性最大, 与林冠开度的相关性最小; 林冠开度与林下直射光、林下散射光和林下总光照均成极显著正相关, 且林冠开度与林下散射光的相关性最大, 与林下直射光的相关性最小; 林下直射光与林下散射光和林下总光照均成极显著正相关, 且林下直射光与林下总光照的相关性大于与林下散射光的相关性; 林下散射光与林下总光照也成极显著正相关。

表 2 相关系数显著性 p 值矩阵

	CnpyOpen	LAI	TransDir	TransDif	TransTot
CnpyOpen	0	0	0	0	0
LAI	0	0	0	0	0
TransDir	0	0	0	0	0
TransDif	0	0	0	0	0
TransTot	0	0	0	0	0

P<0.05表示两个变量之间为显著相关, p<0.001表示两个变量之间为极显著相关。

3 结论与讨论

叶面积的大小和分布对林木截获和利用光能有着重要影响, 因此叶面积指数在一定程度上可以反映林木的光合能力^[15]。本文结果表明, 火力楠、亮叶含笑和白兰的叶面积指数比其他树种大, 即对光能的截获和利用能力更强。林冠开度和叶面积对林下光照条件有重要影响^[5], 本文中, 红花玉兰林冠开度最大且叶面积指数最小, 即林下光照条件最好, 与现实情况吻合(其林下直射光、林下散射光和林下总光照均最大)。本文结果同时表明, 叶面积指数对林下光照条件的影响大于林冠开度, 且林下总光照主要取决于林下散射光, 而不是林下直射光, 出现这种情况的原因可能是林分郁闭度较高, 光线难以直接穿过冠层到达林下。

林木冠层特性对林木的影响多种多样, 评价林木冠层特性的方法也丰富多样, 如何才能最合理最全面地评价林木冠层特性还有待更深入细致地研究。

REFERENCES

- [1] ZHONG Yong-lin, WANG Zhi-yun, XIAN Li-hua. Effects of canopy structure and solar radiation distribution on net photosynthetic rate based on rough set theory [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2014(04): 43~49.
- [2] ZHENG Yuan, ZHAO Zhong, ZHOU Hui. Spatial heterogeneity of canopy photosynthesis in black locust plantations [J]. ACTA ECOLOGICA SINICA, 2010(23): 6399~6408.

- [3] Cannell M. Physiological basis of wood production: a review. *Scand J Forest Res*, 1989, 4(1-4): 459~490.
- [4] JIA Xiao-Rong, SU Zhi-Yao, OU Yu-Duan. Canopy structural parameters and understory light regimes of 3 artificial forest stands in South China [J]. *GUIHAIA*, 2011(04): 473~478.
- [5] OU Yudian, SU Zhiyao. Dynamics of canopy structure and understory light in montane evergreen broadleaved forest following a natural disturbance in North Guangdong [J]. *ACTA ECOLOGICA SINICA*, 2012(18): 5637~5645.
- [6] Lin Zhong hui,Zhou Yun hua. Canopy Geometrical Structure, in Terception of Photosyn Therically Active Radiation and Their Effects on Potential Productivity of Winter Wheat in Tebet Plateau [J]. *ACTA ECOLOGICA SINICA*, 1998(04): 58~64.
- [7] MA Yu-jun,GAO Shang-yu,LI Xiao-yan. Rainfall Canopy Partitioning and Its Influencing Factors of Riparian Shrub in the Alpine Region [J]. *JOURNAL OF DESERT RESEARCH*, 2012(04): 963~971.
- [8] Cusack D F and McCleery T L. Patterns in understory woody diversity and soil nitrogen across native- and non-native-urban tropical forests. *Forest Ecol Manag*, 2014, 318: 34~43.
- [9] Knapp B O, Walker J L, Wang G G, Hu H and Addington R N. Effects of overstory retention, herbicides, and fertilization on sub-canopy vegetation structure and functional group composition in loblolly pine forests restored to longleaf pine. *Forest Ecol Manag*, 2014, 320: 149~160.
- [10] Martinez Pastur G J, Soler Esteban R, Cellini J M, Lencinas M V, Peri P L and Neyland M G. Survival and growth of *Nothofagus pumilio* seedlings under several microenvironments after variable retention harvesting in southern Patagonian forests. *Ann Forest Sci*, 2014, 71(3): 349~362.
- [11] JIANG Wei-bing , LI Gang , WENG Mang-ling . Photo synthesis of five magnolia species in Nanjing City in winter and spring[J]. *CHINESE JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY*, 2007(04): 749~755.
- [12] Beaudet M and Messier C. Variation in canopy openness and light transmission following selection cutting in northern hardwood stands: an assessment based on hemispherical photographs. *Agr Forest Meteorol*, 2002, 110(3): 217~228.
- [13] SU Zhi-yao,JIA Xiao-rong,XIE Dan-dan. Determination of Canopy Structural Parameters in an Urban Forest Stand Using Hemispherical Photography[J]. *Journal of South China Agricultural University*, 2007(02): 65~68.
- [14] Frazer G W, Canham C D and Lertzman K P. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York, 1999, 36.
- [15] WANG Xiqun, MA Luyi, JIA Zhongkui. Research and application advances in leaf area index [J]. *CHINESE JOURNAL OF ECOLOGY*, 2005(05): 537~541.

【作者简介】



¹何秀云（1980- ），女，汉，农学学士学位，林业工程师，主要从事森林生态、森林培育等研究，2003年毕业于华南农业大学林学专业。

Email: yun308@126.com

²胡柔璇（1988- ），女，汉，农学学士学位，助理工程师，主要从事森林培育等研究，2011年毕业于华南农业大学园林专业。

Email: hurouxuan@126.com

³黎清（1965- ），男，汉，（本科毕业无学位），林业工程师，主要从事森林培育、育苗技术等研究，1989年毕业于海南大学作物栽培专业。Email: liqingzs2006@163.com

⁴修小娟（1982- ），女，汉，农业推广硕士学位，林业工程师，主要从事森林生态、森林培育等研究，2003年毕业于华南农业大学林学专业。Email: showxiu_21@21cn.com

⁵陈红跃（1964- ），男，汉，理学博士学位，教授，主要从事森林培育研究，2013年毕业于华南农业大学生态学专业。

Email: chenhongyuetz@126.com