

火力楠混交林早期生长效果分析*

苏棣坤¹ 李保军^{1,2} 袁俊³ 陈伟俊² 姜清彬²

(1. 广东省云浮林场, 广东 云浮 527400; 2. 中国林业科学研究院热带林业研究所 / 热带林业研究国家林业局重点实验室, 广东 广州 510520; 3. 广东省龙眼洞林场, 广东 广州 510520)

摘要 为探讨并了解火力楠 (*Michelia macclurei*) 混交造林的生长效果, 通过开展火力楠与灰木莲 (*Manglietia conifera*)、湿加松 (*Pinus elliottii* × *P. caribaea*) 混交种植试验, 对3个树种混交林和纯林的树高和胸径进行调查, 并计算3.5 a生时的材积和蓄积量, 进行数据分析, 结果表明: 混交造林1.5 a时, 仅火力楠与湿加松混交时, 火力楠胸径显著高于纯林, 其余均无差异; 但3.5 a生时, 混交林中的灰木莲、湿加松的生长、材积和蓄积量显著高于各自纯林, 而混交林中火力楠生长状况低于其纯林。由此可知, 灰木莲、湿加松与火力楠混交能显著提高自身林分生长, 火力楠作为伴生树种在今后的混交造林中具有较大推广价值。

关键词 火力楠; 灰木莲; 湿加松; 混交林; 早期生长

中图分类号: S722.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2018) 04-0054-04

Analysis on the Early Growth Effect of Mixed Planting of *Michelia macclurei* with *Manglietia conifera* and *Pinus elliottii* × *P. caribaea*

SU Dikun¹ LI Baojun^{1, 2} YUAN Jun³ CHEN Weijun² JIANG Qingbin²

(1. Yunfu Forest Farm of Guangdong Province, Yunfu, Guangdong 527400, China; 2. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry/ Key Laboratory of State Forestry Administration on Tropical Forestry Research, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 3. Longyandong Forest Farm of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract Through the mixed planting experiment of *Michelia macclurei*, trying to reveal the rationality of mixed forest. The tree height and DBH of three mixed forest and pure forest were investigated, and calculated the volume and stand volume of 3.5 years, and the results of data analysis showed that mixed forest afforestation 1.5 years old, only *M. macclurei* and *Pinus elliottii* × *P. caribaea* mixed, *M. macclurei* diameter was higher than pure forest, the rest were no difference; However, at the age of 3.5, the growth, volume and stand volume of the mixed *Manglietia conifera*, *P. elliottii* × *P. caribaea* was higher than that of the pure forest in the mixed forest, while the growth condition of *M. macclurei* was lower than that of the pure forest. It can be seen that the mixed flowers of *M. conifera*, *P. elliottii* × *P. caribaea* and *M. macclurei* can significantly improve the growth of their own stands, and *M. macclurei* has a great popularization value in the future mixed afforestation.

Key words *Michelia macclurei*; *Manglietia conifera*; *Pinus elliottii* × *P. caribaea*; mixed forest; early growth

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (31700554); 国家重点研发计划子课题 (2017YFD0601101-7)。

第一作者: 苏棣坤 (1980—), 男, 助理工程师, 主要从事森林培育和经营管理研究, E-mail: 396690323@qq.com。

通信作者: 姜清彬 (1982—), 男, 副研究员, 主要从事林业资源培育和开发利用研究, E-mail: jiangqingbin@caf.ac.cn。

火力楠 (*Michelia macclurei*) 又名醉香含笑, 属于木兰科 (Magnoliaceae) 含笑属乔木, 树高可达 35 m, 胸径 1 m 以上。火力楠是我国南方重要的乡土珍贵阔叶用材和多功能高效益树种, 在我国华南至长江一带均有广泛种植, 具有适应性强、人工纯林生长优良等优点^[1]。火力楠天然分布于海拔 500~600 m 的山谷中, 只有少数分布于 900~1 000 m 范围内的地区。火力楠树干生物量占全株 60% 以上, 适合用于培育大径级用材林。其木材结构细、纹理直、易干燥、有香气, 为优良建筑用材, 常用作于门窗及板材等, 其形态美观、枝叶繁盛, 可以用于城市绿化, 也适宜作为防火、改土、水源涵养树种^[2-4]。

理论和实践都证明, 单一树种的纯林经常会导致土壤肥力下降及生物多样性降低, 还会引起病虫害侵袭等诸多问题, 但是营造混交林可以对这些弊端起到减缓及避免的作用, 混交林有利于形成有层次的林分结构, 进而提高防护林的稳定性和多样性, 有效利用林分的空间与营养^[5-7]。已有研究表明火力楠与马尾松 (*Pinus massoniana*) 混交林的栽培效果优于马尾松纯林与火力楠纯林, 起到了良好互补、互利、共生的作用^[7]。火力楠与杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 混交亦表明混交有利于改善土壤肥沃, 促进针叶树生长和改善生态^[8]。但火力楠与阔叶树混交研究至今尚未报道, 近些年广东地区营建的生态公益林和碳汇林中广泛种植火力楠及其他阔叶树种, 如灰木莲 (*Manglietia conifera*) 等。火力楠与阔叶树种的混交效益研究对生态公益林和碳汇林可持续经营具有重要意义。因此, 本文拟对火力楠与阔叶树灰木莲和针叶树湿加松 (*P. elliottii* × *P. caribaea*) 混交的效果进行分析, 旨在为今后火力楠与阔叶树和针叶树混交生长效果研究方面提供更多参考。

1 试验地概况

试验地设在广东省云浮林场, 造林地为山塘工区 11 小班 (112° 10' E, 22° 44' N), 属亚热带季风气候, 海拔 170 m, 年均温度 21 ℃; 最冷 1 月, 温度 11 ℃, 最热 8 月, 温度 27 ℃, 无霜期 350 d, 年日照时间 4 073 h, 年降雨量 1 650 mm, 4—9 月份的降雨量占全年降雨量的 80%, 年平均湿度 85 %, 土壤为赤红壤, 土层厚度 30~50 cm, 土壤质地为轻壤质。立地条件相对比较一致。

2 材料与方法

2.1 试验材料

火力楠为 2011 年末采集的种子, 2012 年 1 月育苗, 2013 年 5 月造林, 种子实生苗随机选取造林, 苗高约 50 cm; 灰木莲为从越南引进的种子, 热林所育苗, 造林时约 50 cm 高; 湿加松为从江门林科所引进, 造林时苗高约 50 cm。

2.2 试验设计

试验采用完全随机化设计, 株行距为 2 m × 3 m。行状混交种植, 混交比例为各 50%, 即火力楠和灰木莲混交时是一行火力楠一行灰木莲; 火力楠和湿加松混交时是一行火力楠一行湿加松, 每处理约 30 株, 试验共重复 6 次, 并且另种植火力楠、灰木莲和湿加松纯林做对照处理。

2.3 调查与分析

2013 年 5 月造林, 共调查 2 次, 分别为 2015 年 2 月 (1.5 a 生)、2017 年 3 月 (3.5 a 生), 调查 2 个年份树木的树高和胸径, 并计算 3.5 a 时的单株材积与每公顷的蓄积量, 采用 SAS V8 进行方差分析和 Duncan 多重比较分析。材积计算按下列二元材积公式, 阔叶树 (火力楠、灰木莲), 针叶树 (湿加松) 的计算^[9]。

$$V_{\text{阔叶树}} = 0.000052764291 D^{1.8821611} H^{0.931923697},$$
$$V_{\text{针叶树}} = 0.00005685 D^{1.785388607} H^{1.2610}。$$

3 结果与分析

3.1 火力楠与灰木莲混交种植对树木生长的影响

火力楠和灰木莲混交试验结果表明 (表 1): 1.5 a 生灰木莲纯林与混交林, 在树高和胸径指标上均无显著差异; 混交林中火力楠的胸径均值高于纯林火力楠, 但无显著差异。由此可见, 早期 (1.5 a 生) 火力楠与灰木莲在混交上效益很小。3.5 a 生时, 火力楠混交林与纯林在树高指标上无显著差异, 但均值小于后者, 然而混交林的胸径显著小于纯林; 混交种植的灰木莲树高高于其纯林, 在胸径指标上显著高于后者。可见, 3.5 a 生火力楠与灰木莲混交种植相比各自纯林种植生长情况, 火力楠混交种植的胸径要小于纯林的, 而混交种植的灰木莲在苗高和胸径上都要优于纯林种植的。

3.2 火力楠与湿加松混交种植对树木生长的影响

火力楠和湿加松混交试验结果表明 (表 2): 1.5 a 生火力楠纯林与混交林, 以及湿加松纯林和

混交林都在树高指标上无显著差异，但火力楠混交林的胸径显著高于其纯林，相反湿加松纯林的显著高于其混交的。3.5 a 生时，火力楠混交林与纯林在树高和胸径指标上都显著小于纯林；而湿加松混交林的胸径显著高于其纯林的，而在树高指标上虽然前者均值大于后者，但是差异不显著。由此可知，随着造林时间的增加，与火力楠混交造林促进湿加松的生长，而火力楠自身生长受到

一定的制约。

3.3 火力楠与灰木莲、湿加松混交种植对材积的影响

通过计算造林后 3.5 a 生时，各混交处理的单株材积与每公顷蓄积量结果表明（表 3）：各处理的材积与蓄积量间均达到显著差异；灰木莲的单株材积与蓄积量均明显大于火力楠、湿加松，说明灰木莲材积生长快于火力楠与湿加松；火力楠

表 1 火力楠与灰木莲混交种植树木苗高和胸径生长
Table 1 The growth on tree height and DBH of mixed forest of *M. macclurei* and *M. conifera*

种植模式 Planting model	树种 Tree specie	1.5 a		3.5 a	
		树高 Height/m	胸径 DBH/cm	树高 Height/m	胸径 DBH/cm
纯林 Pure forest	火力楠	1.39 ± 0.06 bc	0.37 ± 0.05 b	4.22 ± 0.11 b	5.25 ± 0.19 c
	灰木莲	1.55 ± 0.09 ab	0.80 ± 0.09 a	5.52 ± 0.17 a	8.73 ± 0.47 b
混交种植 Mixed forest	火力楠	1.27 ± 0.03 c	0.48 ± 0.02 b	4.03 ± 0.07 b	4.49 ± 0.12 d
	灰木莲	1.62 ± 0.05 a	0.94 ± 0.04 a	5.72 ± 0.07 a	9.92 ± 0.22 a

注：表格中数据为平均值 ± 标准误，同一列数据不同字母表示 Duncan 多重比较存在显著差异（ $P < 0.05$ ）。
Note: Data in the table are means ± standard error. Values in each collumn with different lower case superscripts are at $P < 0.05$.

表 2 火力楠与湿加松混交种植树木苗高和胸径生长
Table 2 The growth on seedling height and DBH of mixed forest of *M. macclurei* and *P. elliotii* × *P. caribaea*

种植模式 Planting model	树种 Tree specie	1.5 a		3.5 a	
		树高 Height/m	胸径 DBH/cm	树高 Height/m	胸径 DBH/cm
纯林 Pure forest	火力楠	1.39 ± 0.06 ab	0.37 ± 0.05 d	4.22 ± 0.11 a	5.25 ± 0.19 c
	湿加松	1.45 ± 0.04 a	2.37 ± 0.09 a	3.56 ± 0.08 c	6.81 ± 0.21 b
混交种植 Mixed forest	火力楠	1.30 ± 0.03 b	0.59 ± 0.03 c	3.78 ± 0.05 b	4.14 ± 0.09 d
	湿加松	1.48 ± 0.02 a	2.02 ± 0.07 b	3.72 ± 0.04 bc	7.32 ± 0.11 a

注：表格中数据为平均值 ± 标准误，同一列数据不同字母表示 Duncan 多重比较存在显著差异（ $P < 0.05$ ）。
Note: Data in the table are means ± standard error. Values in each collumn with different lower case superscripts are at $P < 0.05$.

表 3 火力楠与灰木莲、湿加松混交种植材积与蓄积量
Table 3 Volume and individual volume of mixed forest of *M. macclurei* and *M. conifera* and *P. elliotii* × *P. caribaea*

种植模式 Planting model	树种 Tree specie	单株材积 Individual volume/ m ³	蓄积量 Volume/(m ³ · hm ⁻²)
纯林 Pure forest	火力楠	0.00458 ± 0.00027 c	7.55 ± 0.43 c
	灰木莲	0.01531 ± 0.00034 b	25.26 ± 0.85 b
	湿加松	0.00866 ± 0.00031 b	14.29 ± 0.44 b
混交林 1 Mixed forest 1	火力楠	0.00327 ± 0.00018 d	5.39 ± 0.35 d
	灰木莲	0.02013 ± 0.00051 a	33.21 ± 0.47 a
混交林 2 Mixed forest 2	火力楠	0.00264 ± 0.00024 d	4.36 ± 0.24 d
	湿加松	0.01042 ± 0.00036 a	17.19 ± 0.35 a

注：表格中数据为平均值 ± 标准误，同一列数据不同字母表示 Duncan 多重比较存在显著差异（ $P < 0.05$ ）。
Note: Data in the table are means ± standard error. Values in each collumn with different lower case superscripts are at $P < 0.05$.

与灰木莲混交种植时,火力楠纯林的材积与蓄积量大于火力楠混交林;其中与火力楠混交时的灰木莲材积显著高于其纯林,说明与火力楠混交种植利于灰木莲的材积生长。

火力楠与湿加松混交种植时,火力楠纯林的材积与蓄积量均大于火力楠混交林,并达到显著差异;而湿加松混交林的材积与蓄积量均大于湿加松纯林,两者达到显著差异,说明与火力楠混交能较好地促进湿加松材积的生长。

4 讨论与结论

本研究表明,造林 1.5 a,火力楠、灰木莲、湿加松纯林与混交林,除了与湿加松混交时的火力楠胸径显著高于纯林火力楠,其他的无论在树高和胸径都无显著差异。这可能由于处于造林早期,林分还没郁闭,彼此环境差异不大。有研究证明,火力楠与马尾松、杉木等针叶树混交时,能提高树种协调性,充分利用了林木养分,提高林木产量,并能提高土壤肥力,改善林地土壤状况^[8-11],这也许可以解释早期与湿加松混交时,能一定程度促进火力楠生长。所以可以得出:火力楠早期混交种植有利于相互间生长发育促进,但更能促使火力楠的生长,所以在营建火力楠人工林时,早期可以选择混交造林,之后再行进行间伐混交的树种,以此来提高火力楠人工林的早期生长。

到造林 3.5 a 时,相比各自纯林种植,从树高、胸径、材积与蓄积量等情况来看,混交的火力楠生长较其纯林生长受到抑制,而与之混交的灰木莲与湿加松比其自身的纯林生长有了显著提高。因为此时林分郁闭,灰木莲和湿加松生长速度都比火力楠快,所以此时火力楠生长受到压制。本研究结果与林让育^[12]对秃杉,范新源^[13]对马尾松以及严平勇^[14]对杉木等树种与火力楠混交造林均能提升林分生长的研究结果一致。说明火力楠在混交林中,相互间起到改善树木生长环境,互补在立地条件中生长的不足,发挥很好的生长效益。为了更好地进行深入研究,除了跟踪生长

的调查外,还应对混交林的自然整枝、植被多样性和土壤特性等进行详细的研究,以便能从多方面揭示与火力楠营造混交林能促进其树种生产力的提高,为进一步推广火力楠提供技术支撑。以至于加强火力楠的造林开发利用,发掘该树种在珍贵树种资源中的潜力。

参考文献

- [1] 姜清彬,李清莹,仲崇禄. 乡土珍贵树种火力楠的培育与综合利用[J]. 林业科技通讯, 2017(8): 3-7.
- [2] 王里. 火力楠家系植物油提取比较研究[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2015.
- [3] Jiang Q B, Li Q Y, Chen Y, et al. Arbuscular mycorrhizal fungi enhanced growth of *Magnolia macclurei* (Dandy) figlar seedlings grown under glasshouse conditions[J]. Forest Science, 2017, 63(4): 441-448.
- [4] 李清莹, 文珊珊, 姜清彬, 等. 不同营养元素缺乏对火力楠幼苗生长的影响[J]. 生态学杂志, 2017, 36(3): 664-669.
- [5] 张任好. 杉木福建柏混交林生物量及水源涵养能力的研究[J]. 福建林业科技, 1999, 26(增刊): 21-24.
- [6] 沈国舫. 森林培育学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 78-81.
- [7] 黎颖, 李国新, 张栋, 等. 12个阔叶树种在广东云浮的生长表现[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(6): 65-70.
- [8] 李清源. 马尾松火力楠混交林栽培种植对比研究[J]. 绿色科技, 2014(3): 161-162.
- [9] 张和方. 秃杉火力楠混交林生长和生态效益研究[J]. 绿色科技, 2013(5): 68-69.
- [10] 裴国志. 火力楠杉木混交林生长效果研究[J]. 绿色科技, 2016(15): 50-52.
- [11] 梁宏温. 马尾松火力楠异龄混交林效应分析[J]. 广东林业科技, 1994(1): 20-25.
- [12] 林让育. 秃杉混交林与秃杉纯林生长及土壤肥力差异性研究[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(03-04): 103-105.
- [13] 范新源. 马尾松—火力楠混交林生物量分布及养分结构的研究[J]. 绿色科技, 2015(3): 53-55.
- [14] 严平勇. 杉木与阔叶树混交造林试验[J]. 安徽农学通报, 2013(8): 96-99.