

# 不同类型群落下闽楠的生长与植物物种多样性分析\*

陈富强<sup>1</sup> 程欣欣<sup>2</sup> 洪维<sup>1</sup> 李仕裕<sup>3</sup>  
徐蕾<sup>3</sup> 叶秋慧<sup>1</sup> 邢福武<sup>3</sup> 王发国<sup>3</sup>

(1. 广东省龙眼洞林场, 广东广州 510520; 2. 仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东广州 510225;  
3. 中国科学院华南植物园 / 广东省应用植物学重点实验室, 广东广州 510650)

**摘要** 应用植被调查样地法研究广州市龙眼洞林场笏箕窝工区内不同群落(山乌柏 *Triadica cochinchinensis*—闽楠 *Phoebe bournei* 群落、山乌柏—樟树 *Cinnamomum camphora*—闽楠群落、闽楠—椴叶吴茱萸 *Tetradium glabrifolium* 群落) 中闽楠的生长情况以及物种组成与生物多样性。结果表明: 12a 的闽楠在闽楠—椴叶吴茱萸群落中生长最好, 重要值最高, 平均树高达 6.42 m, 平均胸径达 5.67 cm。对于各群落物种组成分析: 山乌柏—闽楠群落有 48 科 81 属 97 种; 山乌柏—樟树—闽楠群落有 46 科 75 属 85 种; 闽楠—椴叶吴茱萸群落有 29 科 38 属 40 种, 物种组成表现出山乌柏—闽楠群落 > 山乌柏—樟树—闽楠群落 > 闽楠—椴叶吴茱萸群落。多样性分析: 物种数、Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数、P 均匀度指数在 3 个群落类型中均表现出灌草层 > 乔木层, 表明灌草层的物种数较多, 并且较为复杂, 更具有生态优势度, 且在群落分布中更均匀; 乔木层中的物种数较少, 复杂程度较低, 分布最不均匀。

**关键词** 闽楠; 群落; 物种多样性; 广东省龙眼洞林场

中图分类号: Q948.15 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2021) 02-0055-07

## The Growth and Plant Species Diversity of *Phoebe bournei* in Different Types of Communities

CHEN Fuqiang<sup>1</sup> CHENG Xinxin<sup>2</sup> HONG Wei<sup>1</sup> LI Shiyu<sup>3</sup>  
XU Lei<sup>3</sup> YE Qiuhui<sup>1</sup> XING Fuwu<sup>3</sup> WANG Faguo<sup>3</sup>

(1. Longyandong Forest Farm of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 2. College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 3. Guangdong Provincial Key Laboratory of Applied Botany/South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650, China)

**Abstract** Using the vegetation survey sample plot method to study the growth of *Phoebe bournei*, community species diversity in the Shaojiwo work area of Longyandong Forest Farm in Guangzhou city (*Triadica cochinchinensis*-*Phoebe bournei* community, *Triadica cochinchinensis*-*Cinnamomum camphora*-*Phoebe bournei* community, *Phoebe bournei*-*Tetradium glabrifolium* community). The results showed that: the 12-year-old *Phoebe bournei* grew the best in the *Phoebe bournei*-*Tetradium glabrifolium* community, with the first important value, the average tree height was 6.42 m, and the average DBH was 5.67 cm. For the analysis of the species composition of each community: *Triadica cochinchinensis*-*Phoebe bournei* community has 48 families, 81 genera and 97 species; *Triadica cochinchinensis*-*Cinnamomum camphora*-*Phoebe bournei* community has 46

\* 基金项目: 广州市野生动植物保护管理办公室项目 (SYZFCG-[2017]032), 广东省龙眼洞林场植物本底调查研究项目 (Y934111001)。

第一作者: 陈富强 (1967—), 男, 高级工程师, 主要从事林业经营管理研究, E-mail: cfq2005@126.com。

通信作者: 王发国 (1978—), 男, 研究员, 主要从事植物分类与资源保育相关研究, E-mail: wangfg@scbg.ac.cn。

families, 75 genera and 85 species; *Phoebe bournei*-*Tetradium glabrifolium* community has 29 families, 38 genera and 40 species, and the order of species composition is as follows: *Triadica cochinchinensis*-*Phoebe bournei* community>*Triadica cochinchinensis*-*Cinnamomum camphora*-*Phoebe bournei* community>*Phoebe bournei*-*Tetradium glabrifolium* community. Diversity analysis: the number of species, Margalef richness index, Shannon-Wiener diversity index, Simpson ecological dominance index, and P-uniformity index all show that the shrub-grass layer> the tree layer in the three community types, indicating that the number of species in the grass layer is more, more complex, more ecologically dominant, and more evenly distributed in the community; the number of species in the arbor layer is less, less complex, and the most unevenly distributed.

**Key words** *Phoebe bournei*; species composition; species diversity; Longyandong Forest Farm of Guangdong Province

闽楠 *Phoebe bournei* 是樟科楠属的常绿乔木, 高可达 20 m, 胸径达 2.5 m, 树干端直, 树冠浓密, 树皮淡黄色, 呈片状剥落, 为中国特有, 国家二级保护植物, 主要集中分布在我国华南地区, 并多生于海拔 1 000 m 以下的常绿阔叶林中<sup>[1]</sup>。闽楠的木材具有淡黄色, 清香细腻, 质地优美, 断面有更多亮点或金线的特征。它被用作高端建筑, 高端家具和珍贵工艺品的材料, 是楠木的一种。不仅如此, 闽楠还具有较高的观赏价值, 是著名的庭园观赏和城市绿化树种<sup>[2]</sup>, 因此市场需求持续增长。但是, 由于近年来人为干扰和盗伐破坏, 楠木的资源急剧减少。

随着人们对楠木在木材使用和景观美化中的价值的认识不断提高, 闽楠的人工繁育和种植近期引起了社会的极大关注和投资。目前, 已有关于闽楠的地理分布、空间分布、自然更新、人工林天然更新等方面的相关研究<sup>[3-7]</sup>。然而, 关于闽楠生长情况与不同类型群落的关系, 以及植物物种多样性方面的研究少有报道。本研究于 2008 年开始, 通过对不同类型群落进行闽楠造林比较试验, 并对它们的生长情况进行比较分析, 为闽楠在合适的群落生长提供理论基础, 为闽楠人工造林提供科学依据, 并进一步研究闽楠林下植物物种组成与多样性的关系, 以推进人工育林。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于广东省广州市龙眼洞林场筲箕窝工区, 地理坐标为 113° 20' ~113° 27' E, 23° 11' ~23° 18' N, 位于海洋性亚热带季风气候带, 年平均气温为 21.8℃, 其中最高月平均气温 29.6℃ (7月), 最低月平均气温 13℃ (1月)。年

降雨量为 1 760 mm, 雨季集中在 4—9 月, 年平均日照 1 820~1960 h。母岩为花岗岩和砂岩。土壤属红壤, pH 值为 4.75~5.20, 透水性良好<sup>[8]</sup>。2008 年于龙眼洞林场筲箕窝工区造林, 主要造林树种包括闽楠、樟树 *Cinnamomum camphora* 和红锥 *Castanopsis hystrix*。

### 1.2 研究方法

2020 年 5 月, 在龙眼洞林场试验地山乌柏 *Triadica cochinchinensis*—闽楠群落 (群落 I)、樟树—山乌柏—闽楠群落 (群落 II), 分别设置 16 块 10 m × 10 m 的样方; 在闽楠—椴叶吴茱萸 *Tetradium glabrifolium* 群落 (群落 III) 中, 设置 10 块 10 m × 10 m 的样方。分别对各个类型群落的闽楠和其他乔木进行每木调查, 分别测量出树高、胸径、冠幅等, 灌木和草本则计算出其数量。通过计算求出优势乔木的树高、胸径、冠幅等的平均值。

### 1.3 数据处理

1.3.1 重要值计算<sup>[9]</sup> 重要值 = (相对显著度 + 相对频度 + 相对多度) / 3

相对多度 = (某种植物的个体数 / 所有种个体数总和) × 100%

相对频度 = (某种植物的频度 / 所有种的频度总和) × 100%

相对显著度 = (某种植物胸高断面积 / 所有种胸高断面积总和) × 100%

1.3.2 物种多样性计算 本文采用物种丰富度 (Margalef) 指数、物种多样性 (Shannon-Wiener) 指数、物种优势度 (Simpson) 指数、物种均匀度 (Pielou) 指数 4 类指标<sup>[10]</sup>。

$$\text{Margalef 指数 } (M) = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

$$\text{Shannon-Wiener}(H) = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$\text{Simpson 指数}(D) = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

$$\text{Pielou 指数}(P) = \frac{H}{\ln S}$$

式中： $S$  为物种数目， $P$  为第  $i$  个种的个体数占所有种个体数的比例。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同类型群落下闽楠生长对比

根据野外样方调查以及数据整理，闽楠的生长指标如下表 1。

从表 1 可知，群落 III 闽楠树高最大值为 9 m，平均值 6.42 m，均高出群落 I 和群落 II。群落 I 中闽楠最大树高为 11.5 m，是全部群落中的最大值，但平均树高为 5.08 m，低于群落 III 20.9%。群落 II 中的闽楠树高的最大值和平均值均最小，分别是 8、3.89 m，平均值低于群落 III 39.4%。闽楠在不同类型群落的树高的生长情况有差异，在群落 III 闽楠树高生长较快。方差分析表明闽楠树高的生长在不同类型群落表现出极显著差异 ( $P < 0.01$ )。

群落 I 和群落 III 中闽楠胸径最大值一样，均为 10 cm，而群落 II 中的最大值为 10.5，3 个群落相差不大。群落 III 中闽楠的平均胸径最大，为 5.67 cm。群落 I 闽楠平均胸径 4.09 cm，低于群落 I 的 27.8%，高于群落 II 的 23.4%。群落 II 中的闽楠平均胸径最小，是 3.13 cm，低于群落 III 44.7%。闽楠在不同类型群落的胸径的生长情况有差异，

在群落 III 闽楠胸径增长较快。方差分析表明闽楠胸径的大小在不同类型群落表现出极显著差异 ( $P < 0.01$ )。

群落 III 闽楠东西平均冠幅为 2.58 m，南北平均冠幅为 2.56 m，均高出群落 I 和群落 II。群落 II 冠幅最小，东西平均冠幅为 1.96 m，南北平均冠幅为 2.02 m。

由此分析，可得出结论：闽楠在群落 III 中生长情况最好，平均树高达 6.42 m、平均胸径达 5.67 cm、东西平均冠幅达 2.58 m、南北平均冠幅达 2.56 m。

### 2.2 不同类型群落的植物物种组成及重要值分析

根据调查以及资料整理，3 大类型群落的物种组成如下图 1，重要值排名如下表 2，不同群落下主要建群种生长情况比较如表 3。

群落 I 中出现 97 种植物，隶属 81 属，48 科。其中乔木层有 16 科，26 属，28 种。山乌桕为第一建群种，其重要值为 36.93%。闽楠为第二建群种，重要值为 20.40%；三桠苦 *Melicope pteleifolia*、山苍子 *Litsea cubeba*、鹅掌柴 *Schefflera heptaphylla* 的重要值分别为 9.9%、5.87%、3.97%，在群落中占重要地位。另外在灌草层中，也有 87 种，如短穗鱼尾葵 *Caryota mitis*、潺槁木姜子 *Litsea glutinosa*、金毛狗 *Cibotium barometz*、曲轴海金沙 *Lygodium flexuosum* 等植物。

群落 II 中出现 85 种植物，隶属 75 属，46 科。其中乔木层有 14 科，23 属，23 种。樟树、山乌桕、闽楠为主要建群种。樟树排名第一，重要值为 26.66%，山乌桕紧跟樟树其后，重要值为 24.69%，闽楠为第三建群种，重要值为 19.83%。另外在灌草层中，也有 76 种，如假鹰爪 *Desmos*

表 1 不同类型群落中闽楠生长

Table 1 Growth of *Phoebe bournei* in different types of communities

群落编号 Community number	群落类型 Community type	树高 /m Height	胸径 /cm DBH	东西冠幅 /m East-West canopy	南北冠幅 /m North-South canopy	最大单株 Largest single plant	
						树高 /m Height	胸径 /cm Breast diameter
I	山乌桕—闽楠群落	5.08b	4.09b	2.29	2.29	11.5	10.0
II	樟树—山乌桕—闽楠群落	3.89c	3.13c	1.96	2.02	8.0	10.5
III	闽楠—椴叶吴茱萸群落	6.42a	5.67a	2.58	2.56	9.0	10.0

注：不同小写字母表示在 0.01 水平差异显著。

Note: different letters indicate difference at  $\alpha = 0.01$  level.

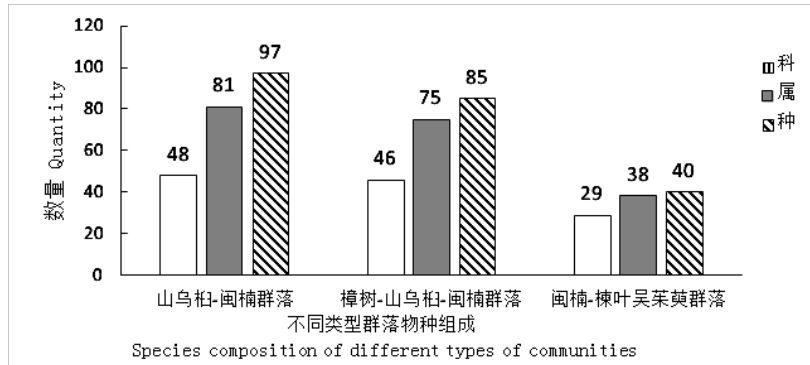


图 1 不同类型群落物种科属种组成

Figure 1 Composition of families, genera and species of different types of communities

表 2 不同类型群落主要物种重要值

Table 2 Analysis of important values of main species in different types of communities

群落编号 Community number	物种 Species	拉丁名 Latin name	频数 Frequency	重要值/% IV	排名 Rank
I	山乌柏	<i>Triadica cochinchinensis</i>	214	36.93	1
	闽楠	<i>Phoebe bournei</i>	218	20.40	2
	三桠苦	<i>Melicope pteleifolia</i>	66	9.90	3
	山苍子	<i>Litsea cubeba</i>	42	5.87	4
	鹅掌柴	<i>Schefflera heptaphylla</i>	25	3.97	5
	红锥	<i>Castanopsis hystrix</i>	17	2.60	6
	马占相思	<i>Acacia mangium</i>	2	1.93	7
	华南毛柃	<i>Eurya ciliata</i>	11	1.83	8
	银柴	<i>Aporosa dioica</i>	6	1.77	9
	壳菜果	<i>Mytilaria laosensis</i>	5	1.70	10
	樟	<i>Cinnamomum camphora</i>	100	26.66	1
II	山乌柏	<i>Triadica cochinchinensis</i>	82	24.69	2
	闽楠	<i>Phoebe bournei</i>	111	19.83	3
	红锥	<i>Castanopsis hystrix</i>	6	7.06	4
	三桠苦	<i>Melicope pteleifolia</i>	24	5.83	5
	华南毛柃	<i>Eurya ciliata</i>	8	2.87	6
	豺皮樟	<i>Litsea rotundifolia</i>	3	1.63	7
	山苍子	<i>Litsea cubeba</i>	4	1.47	8
	黄牛木	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	3	1.21	9
	壳菜果	<i>Mytilaria laosensis</i>	1	0.81	10
	闽楠	<i>Phoebe bournei</i>	36	22.23	1
	椴叶吴茱萸	<i>Tetradium glabrifolium</i>	10	16.90	2
III	山乌柏	<i>Triadica cochinchinensis</i>	9	13.23	3
	山苍子	<i>Litsea cubeba</i>	20	12.90	4
	三桠苦	<i>Melicope pteleifolia</i>	12	8.90	5
	米老排	<i>Mytilaria laosensis</i>	6	5.93	6
	樟树	<i>Cinnamomum camphora</i>	5	5.50	7
	鹅掌柴	<i>Schefflera heptaphylla</i>	4	2.97	8
	华南毛柃	<i>Eurya ciliata</i>	3	2.70	9
	锥栗	<i>Castanea henryi</i>	3	1.90	10



*chinensis*、假苹婆 *Sterculia lanceolata*、钳唇兰 *Erythroides blumei*、芒萁 *Dicranopteris pedata* 等植物。

群落Ⅲ中出现40种植物，隶属38属，29科。其中乔木层中有10科，15属，15种。闽楠的重要值为22.23%，为该群落的第一建群种。椴叶吴茱萸的重要值为16.9%，为第二建群种，山乌柏为第三建群种，重要值为12.90%。另外在灌草层中，也有33种，如三桠苦、薇甘菊 *Mikania micrantha*、玉叶金花 *Mussaenda pubescens*、马缨丹 *Lantana camara*、细圆藤 *Pericampylus glaucus* 等植物。

由数据分析得，3个群落中物种科属种数表现为：群落Ⅰ > 群落Ⅱ > 群落Ⅲ，群落Ⅰ物种表现出较高的多样性，群落密度较高，山乌柏、闽楠占主导地位；群落Ⅱ物种数稍低，但群落密度较高，樟树、山乌柏、闽楠占主导地位；群落Ⅲ物种数最低，仅40种，群落密度低，较为稀疏，乔木占比少，闽楠占主导地位。

### 2.3 不同群落中主要建群种生长对比分析

根据上面各群落物种组成和重要值情况，进一步对各群落中主要建群种（表3）生长情况进行分析。

群落Ⅰ为12年前种植，群落类型为闽楠纯林，处于整个大样地的中间位置，海拔中等，土壤层较厚。由于闽楠生长缓慢，被后来生长过快的山乌柏超越。在群落Ⅰ中山乌柏的平均树高、胸径、冠幅和最大单株均比闽楠的大，可见在后来的生长发育中，山乌柏取代了闽楠，成为群落的第一建群种。

群落Ⅱ为12年前种植，群落类型为闽楠、樟

树混交林，位于山脊，处于整个样地的海拔最高位置，土壤层较薄。经过12年的生长发育，可发现山乌柏的平均树高、平均胸径皆为最大，闽楠的最小，樟树处于中间。经过群落的演替与发展，樟树生长优于闽楠，可见闽楠的生长速度慢于樟树，且环境要求较高。

群落Ⅲ处于整个大样地的最低位置，海拔最低，土壤层最厚。通过对闽楠、椴叶吴茱萸的生长对比，发现椴叶吴茱萸、山乌柏的平均树高、平均冠幅、平均胸径均远远大于闽楠，几乎为两倍。由于林分较为稀疏，较少竞争树种影响椴叶吴茱萸和闽楠的混交生长，使彼此更好地利用阳光等资源，相互促进，生长更好。

### 2.4 各群落闽楠生长分析

通过对各群落中闽楠生长、物种组成、重要值、群落主要建群种生长进行分析，闽楠的生长优劣如下。

从群落密度分析，群落Ⅲ乔木密度为1140株/hm<sup>2</sup>，是3个群落中密度最小的。群落Ⅰ的乔木密度最大，为4056株/hm<sup>2</sup>，物种的科属种数也是最高，但闽楠的生长却没有群落Ⅲ的好，可见适当的乔木密度有助于闽楠的生长，密度过高资源竞争激烈反而会抑制。

从群落物种重要值分析，在群落Ⅰ中，随着植物生长的演替，山乌柏逐渐取代了闽楠，成为群落的第一建群种，闽楠为第二建群种，山乌柏的生长远好于闽楠；在群落Ⅱ中，樟树、山乌柏分别为第一、第二建群种，闽楠为第三建群种；在群落Ⅲ中，闽楠为第一建群种，生长也是在3个群落中最好。可见，当闽楠在群落中处于第一竞争优势时，生长最好。

表3 不同群落中主要建群种生长比较 Table 3 Comparison of growth of main constructive species in different communities

群落编号 Community number	树种 Species	树高/m Height	胸径/cm DBH	东西冠幅/m East-West canopy	南北冠幅/m North-South canopy	最大单株		重要值排名 IV rank
						Largest plant		
						树高/m Height	胸径/cm DBH	
I	山乌柏	8.22	9.47	3.48	3.36	15	22	1
	闽楠	5.08	4.09	2.29	2.29	11.5	10	2
	樟树	7.39	6.26	3.15	3.33	12	23	1
II	山乌柏	8.19	8.45	2.8	3.02	13	17	2
	闽楠	4.03	3.11	1.96	2.02	8	10.5	3
	闽楠	6.48	5.67	2.58	2.56	9	10	1
III	椴叶吴茱萸	11.11	17.36	7.2	6.8	14	21	2
	山乌柏	11.78	10.25	4.00	4.5	23	15	3

表4 不同类型群落植物多样性统计  
Table 4 Plant diversity statistics of different types of communities

群落类型 Community type	层次 Level	丰富度指数 $M$	多样性指数 $H$	优势度指数 $D$	均匀度指数 $P$
群落 I	乔木层	6.13	1.36	0.68	0.79
	灌草层	14.94	1.82	0.71	0.70
群落 II	乔木层	4.69	1.15	0.60	0.84
	灌草层	14.20	1.77	0.73	0.74
群落 III	乔木层	4.60	1.34	0.70	0.91
	灌草层	8.20	2.05	0.86	1.00

从建群种数量以及密度分析,在群落 I 中,建群种有两个,即山乌柏和闽楠,山乌柏的生长情况优于闽楠,但不及群落 III 椴叶吴茱萸那么突出。在群落 III 中,椴叶吴茱萸的树高、胸径、冠幅等均高出闽楠大约两倍,椴叶吴茱萸更好利用上层的乔木层,闽楠更好利用下层乔木层,两者共同生长;且椴叶吴茱萸的数量及密度仅为闽楠的三分之一。而在群落 I 中,山乌柏与闽楠的数量几乎相等,过高的密度抑制了闽楠的生长。在群落 II 中,建群种有 3 个,分别为樟树、山乌柏、闽楠,而闽楠仅为第三建群种,建群种的数量增加,种间竞争加强,使得群落 II 中闽楠的生长情况较差。可见,当建群种数量较多时,种间竞争加强,不利于闽楠的生长。

### 2.5 不同类型群落植物多样性分析

Margalef 丰富度指数表示群落物种的丰富程度,其值越大,群落越丰富。Shannon-Wiener 指数表示群落的复杂程度,其值越大,群落结构越复杂。Simpson 指数是表示群落优势度的统计量,其值越大表明群落的优势种越明显,它随一个或几个物种的优势度的增加而增加。均匀度指数是指群落中不同种多度或重要值的均匀程度,表明数值越高,群落物种分布越均匀。3 个群落植物多样性分析结果如表 4 所示。

根据样方统计结果,总体上,物种数、Margalef 丰富度指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Simpson 生态优势度指数、P 均匀度指数在 3 个群落类型种均表现出灌草层 > 乔木层。可见在龙眼洞林场的闽楠群落中,灌草层的物种数较多,并且较为复杂,更具有生态优势度,且在群落分布中更均匀;乔木层中的物种数较少,复杂程度较低,分布最不均匀,这主要是由于乔木层中的优势种闽楠、樟树、山乌柏所导致。

从单个群落类型分析出发,在乔木层中,物种数、Margalef 丰富度指数,表现出群落 I > 群落 II > 群落 III,在 Shannon-Wiener 多样性指数中,表现为群落 I > 群落 III > 群落 II,体现出群落 I 较高的物种丰富度与多样性;在 Simpson 生态优势度指数则表现为群落 III > 群落 I > 群落 II,表明群落 III 的乔木即闽楠更具生态优势度;在均匀度指数中,则表现为群落 III > 群落 II > 群落 I,表明在群落 III 中物种分布最均匀,这主要是由于群落中的优势种闽楠、椴叶吴茱萸导致。群落 I 的物种数量虽然最多,却是分布最不均匀的。

从多样性分析可看出,群落 I 的乔木层中的物种多样性和丰富度较高,群落 III 的优势度和均匀度较高,表明群落 III 的优势树种闽楠生长更占优势,分布更为均匀,从而可推断出群落 III 的生境更适合闽楠生长。

## 3 讨论与结论

王金盾<sup>[11]</sup>曾研究福建明溪林下 10 a 生的闽楠,得出林隙下的闽楠树高、胸径、冠幅平均值分别达 6.51 m、6.25 cm、3.82 m;而林冠下的闽楠树高、胸径、冠幅平均值分别达 4.86 m、3.49 cm、2.94 m。同一个地方林隙下和林冠下的生长相差很大。而本研究树高、胸径、冠幅的最大平均值分别为 6.42 m、5.67 cm、2.58 m。理论上来说,12 a 生的闽楠比 10 a 生的闽楠生长要好,而明溪林 10 a 生的闽楠却比本研究的要好,而且超出林冠下的闽楠很多,光照对闽楠的生长有影响,林冠下的闽楠被上层植物遮荫,不利于生长。

苏良俊<sup>[12]</sup>曾研究福建三明罗卜岩保护区的闽楠群落,发现在乔木层中物种有 37 种,灌木层有 65 种,草本层有 20 种,乔木层种的物种多样性指数为 2.85;粤北车八岭杉木人工林乔木层中物种

有 62 种, 多样性指数为 1.88<sup>[13]</sup>。而在本研究山乌柏—闽楠群落乔木层中的物种有 28 种, 灌草层有 87 种, 乔木层种物种多样性指数为 1.36。两者比较, 发现本研究的林分物种多样性较低。

由于天然闽楠生长缓慢、且易遭受严重破坏, 不同群落生境对闽楠生长有着显著性的影响<sup>[14]</sup>。田有圳<sup>[15]</sup>曾对比 5 a 生的闽楠生长情况, 发现闽楠幼树在阔叶林和马尾松 *Pinus massoniana* 群落的生长效果比在杉木 *Cunninghamia lanceolata* 群落好; 陈来德<sup>[16]</sup>则认为“5 闽楠 5 香樟”混交, 闽楠生长较快; 王奕茹等<sup>[17]</sup>则认为将“杉木和闽楠”的树种组成比例控制在 0.97~1.10, 闽楠能达到很好的生长效果。已有研究表明, 遮荫能促进某些植物物种生长<sup>[18]</sup>。闽楠属于耐荫植物, 强光照的环境不利于闽楠的生长, 适当的遮荫会促进闽楠的生长<sup>[19]</sup>。所以在闽楠—椴叶吴茱萸群落中, 低密度的椴叶吴茱萸的荫蔽作用则对闽楠的生长有一定的促进作用。因此在生产实践过程中, 林下栽植闽楠, 要选择林分密度较小, 而且透光率较强并且可以适当遮荫的林分。闽楠的生长随着年龄的增长需光量会逐渐增强<sup>[20]</sup>, 因此, 在生产后期建议适当间伐, 创造良好的生长空间和光照条件, 以促进闽楠的生长。

本研究表明: 闽楠在闽楠—椴叶吴茱萸群落中生长最好, 平均树高较大达 6.42 m, 胸径较粗, 达 5.67 cm。而通过物种组成和多样性的比较研究, 发现在 3 个群落中灌草层的丰富度指数、多样性指数、优势度指数、均匀度指数均高于乔木层, 且在山乌柏—闽楠群落中出现 81 属、97 种植物, 表现出较高的物种多样性。在樟树—山乌柏—闽楠群落中闽楠的生长情况以及生物群落多样性均不如山乌柏—闽楠群落。而在闽楠—椴叶吴茱萸则出现 38 属、40 种植物, 多样性较低, 但生境更适合闽楠生长。由于 3 个群落中都有速生树种山乌柏, 在往后的群落演替中, 闽楠的生长情况、林下物种组成与多样性将会发生如何变化, 还有待研究。

**致谢:** 野外调查中得到中国科学院华南植物园叶华谷、易绮斐、邓双文、聂丽云和龙眼洞林场的工作人员的协助, 一并致谢!

## 参考文献

- [1] 林亦曦. 闽楠人工混交林的生长效果[J]. 林业勘察设计, 2009(1): 165-167.
- [2] 吴哲, 田建林. 闽楠在园林绿化中的应用[J]. 农业科学, 2016, 6(3): 57-62.
- [3] 何应会, 梁瑞龙, 蒋焱, 等. 珍贵树种闽楠研究进展及其发展对策[J]. 广西林业科学, 2013, 42(4): 365-370.
- [4] 李雪云, 潘萍, 臧颢, 等. 闽楠天然次生林自然更新的影响因子研究[J]. 林业科学研究, 2017, 30(5): 701-708.
- [5] 葛永金, 王军峰, 方伟, 等. 闽楠地理分布格局及其气候特征研究[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(4): 749-753; 761.
- [6] 游晓庆, 潘萍, 彭诗涛, 等. 闽楠天然次生林树种间联结性分析[J]. 安徽农业大学学报, 2017, 44(4): 630-635.
- [7] 林照授. 闽楠人工林外天然更新幼苗及幼树空间分布研究[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(11): 75-76; 82.
- [8] 陈小洁, 陈志生, 郑永进. 广州市园林植物栽植与病虫害发生危害的关系初探[J]. 广东林业科技, 2006, 22(3): 56-58.
- [9] 周葆华, 余世金. 天柱山黄山松群落特征及其环境功能评价[J]. 地理研究, 2008(2): 257-265.
- [10] 马克平. 生物群落多样性的测度方法 I  $\alpha$  多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994(3): 162-168.
- [11] 王金盾. 不同林下生境闽楠生长影响及表型可塑性[J]. 农学学报, 2015, 5(2): 57-60.
- [12] 苏良俊. 闽楠群落物种多样性与乔木层主要树种生态位研究[J]. 林业勘察设计, 2017, 37(4): 39-43.
- [13] 宋相金, 束祖飞, 戴文坛, 等. 粤北车八岭杉木人工林物种多样性及优势植物种群结构[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(1): 1-8.
- [14] 曾传宾. 闽楠容器苗林冠下造林效果研究[J]. 现代农业科技, 2017(7): 157; 159.
- [15] 田有圳. 不同类型林冠下栽植闽楠初期生长情况分析[J]. 青海农林科技, 2020(2): 107-109.
- [16] 陈来德. 闽楠与香樟混交效果评价[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(15): 102-103; 134.
- [17] 王奕茹, 李际平, 曹小玉, 等. 基于物种多样性的杉木—闽楠混交林最适密度及混交比例研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(6): 30-37.
- [18] 唐星林, 姜姜, 金洪平, 等. 遮阴对闽楠叶绿素含量和光合特性的影响[J]. 应用生态报, 2019, 30(9): 2941-2948.
- [19] Rodríguez-García E, Bravo F. Plasticity in *Pinus pinaster* populations of diverse origins: comparative seedling responses to light and nitrogen availability[J]. Forest Ecology and Management, 2013, 307: 196-205.
- [20] 楚秀丽, 刘青华, 范辉华, 等. 不同生境、造林模式闽楠人工林生长及林分分化[J]. 林业科学研究, 2014, 27(4): 445-453.