12个阔叶树种在广东云浮的生长表现*

黎颖锋[1] 黎少玮[2] 龚益广[3] 李国新[1] 张 栋[1] 邓炳权[1]
（1. 广东省西江林业局西江林场，广东 郁南 527121；2. 中国林业科学研究院热带林业研究所，广东 广州 510520；
3. 广东省西江林业局良洞迳林场，广东 新兴 527121）

摘要 通过铺设米老排（*Mytilaria laosensis*）等 12 个阔叶树种的对比试验和调查其生长指标，评价 6 a 生多树种混交林分中各树种的生长表现。结果表明：除了土沉香（*Aquilaria sinensis*）的保存率仅为 32.3% 外，试验林其它 11 个树种 6 a 生时的保存率均在 90% 以上，表明了绝大多数树种对当地环境具有良好的适应性；不同树种的胸径和树高生长差异显著，其中西南桦（*Betula alnoides*）和米老排生长表现最好，胸径年均生长量为 2.49 和 2.36 cm，树高年均生长量为 1.79 和 1.47 m；而油楠（*Sindora glabra*）、土沉香和格木（*Erythrophleum fordii*）等珍贵树种，其胸径和树高的年均生长量均最低；通过聚类分析可知，西南桦和米老排属于速生型，红椎（*Castanopsis hystrix*）、山桂花（*Paramichelia baillonii*）、山杜英（*Elaeocarpus sylvestris*）以及灰木莲（*Magnoliaceae glanca*）属于较速生型，火力楠（*Michelia macclurei*）、红苞木（*Rhodoleia championii*）以及乐昌含笑（*M. chapensis*）属于中生型，油楠、土沉香和格木属于慢生型。基于上述分析，推荐米老排、西南桦、红椎、山桂花和灰木莲等 5 个较速生、适应性强且病虫害少的树种用于营建粤西地区的生态公益林。

关键词 阔叶树种；生态公益林；保存率；树高；胸径
中图分类号：S727.9 **文献标识码**：A **文章编号**：2096-2053（2017）06-0065-06

Growth Performances of Twelve Broad-leaf Tree Species in Yunfu, Guangdong Province

LI Yingfeng[1] LI Shaowei[2] GONG Yiguang[3] LI Guoxin[1]
ZHANG Dong[1] DENG Bingquan[1]
(1. Xijiang Forest Farm of Xijiang Forestry Bureau in Guangdong Province, Yunan,Guangdong 527121, China; 2. Research Institute of Tropical Forestry, Chinese Academy of Forestry , Guangzhou,Guangdong 510520, China; 3. Liangdongjing Forest Farm of Xijiang Forestry Bureau in Guangdong Province, Xinxing,Guangdong 527121, China)

Abstract Growth performances of multiple tree species in the six-year-old mixed forest were evaluated based on the establishment of the contrastive trial of 12 broad-leaf tree species and the investigation of growth index. The results showed that the preserving rate of *Aquilaria sinensis* was 32.3% while that of the other 11 tree species was higher than 90%, indicating the high adaptability of most tree species to the the local environment. Significant differences were found in the growth index among different tree species in the mixed forest. The growth of *Betula alnoides* and *Mytilaria laosensis* were the best which annual DBH increments were 2.49 cm and 2.36 cm, and the annual height increment were 1.79 m and 1.47 m, respectively. *Sindora glabra*, *Erythrophleum*

* **基金项目**：院所基本科研业务费专项基金（CAFYBB2016SZ002），广东省林业科技创新项目“米老排大径材培育与木材利用关键技术研究”(2016KJCX004)。
第一作者：黎颖锋（1965— ），男，工程师，主要从事森林培育与技术推广，E-mail:1601663923@qq.com。
通信作者：黎少玮（1992— ），男，在读硕士研究生，主要研究方向为苗木培育理论与技术，E-mail:912697147@qq.com。

fordii and *A. sinensis* had lowest increment of DBH and height. By means of cluster analysis, *B. alnoide*s and *M. laosensis* were classified into very fast-growing type; *Castanopsis hystrix*, *Paramichelia baillonii*, *Elaeocarpus sylvestris* and *Magnoliaceae glanca* were belonging to fast-growing type; *Michelia macclurei*, *Rhodoleia championii* and *M. chapensis* were categorized to moderately growing type, and *S. glabra*, *A. sinensis* and *E. fordii* were attributed in the slow-growing type. In conclusion, five fast-growing tree species of *M laosensis*, *B. alnoide*s, *C. hystrix*, *P. baillonii* and *M. glanca* characterized with great adaptability and strong resistance to diseases and pests, were recommended to establish the ecological welfare forest in western Guangdong.

Key words broad-leaf tree species; ecological welfare forest; preserving rate; tree height; DBH

根据《广东省林业生态省建设规划》，广东省计划于2020年全面建成生态良好、生活富裕、人与自然和谐相处的林业生态省。生态公益林建设是当前广东省林业建设的重点之一；而生态公益林的重点工程应以优良乡土阔叶树种为主，尤其是能为野生动物提供栖息、觅食和繁殖条件的植物种类[1]。21世纪初至今，关于广东省生态公益林造林树种的选择及其早期生长评价的研究已有大量报道[1-8]，然而现有的生长分析大多是基于约3 a生的幼林，对年龄更大的林分开展多树种生长评价偏少[9]。由于植物生物学特性、立地条件以及抚育措施等的不同，不同树种或同一树种在各地不同生长阶段的生长表现往往有着较大差异，而不同种源的树种在同一地点生长也存在差异[10-11]，因此，有必要深入和持续开展多树种生长评价研究。

本研究通过铺设米老排（*Mytilaria laosensis*）、西南桦（*Betula alnoide*s）、火力楠（*Michelia macclurei*）等12个阔叶树种的对比试验，多年跟踪调查试验林的生长因子，评价6 a生阔叶树种在当地的适应性和生长表现，筛选出优良的阔叶树种，为粤西地区生态公益林造林树种的选择提供参考和依据，从而促进林业生态工程建设。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验林地位于广东省云浮市郁南县南江口镇西江林场三坑工区，地理坐标为111°51′E、23°07′N，属南亚热带气候，雨量充沛、阳光充足、气候温和。年均温度21.6 ℃，最高温36.2 ℃，年均降雨量1 600 mm，年均湿度82%。土壤主要由页岩发育而成的赤红壤，土层厚度60 cm以上；土壤pH值4.0，有机质含量30.11 g/kg、全氮1.23 g/kg、全磷0.16 g/kg、全钾18.12 g/kg、碱解氮79.89 mg/kg、有效磷6.26 mg/kg、速效钾30.91 mg/kg，海拔为150~300 m，立地条件中等。试验林为2010年5月营建，面积为3.3 hm^2。

1.2 试验材料

参试的12种苗木来自中国林业科学研究院热带林业研究所苗圃，均为生长健壮、无病虫害的营养袋苗（表1）。

1.3 试验设计

采用完全随机区组试验，设置5个区组（5个重复）；每个区组安排种植12个树种（西南桦、火力楠、乐昌含笑、灰木莲、红椎、山桂花、红苞木、油楠、土沉香、格木、山杜英、米老排），每个树种种植50株以上，株行距为3 m×3 m。

1.4 造林方法与抚育管理

清除所有杂灌，整地方法为穴状（50 cm×50 cm×40 cm）整地。每穴施放0.5 kg的磷肥，并与表土拌匀，再回碎土满穴。造林前1个星期对苗木进行炼苗；造林前1 d，将苗木淋足水；苗木种植剥去营养袋，深栽3 cm压实，培土略高于穴面。造林后1个月，检查造林成活率，并对死亡苗木进行补植。

造林后连续4 a砍草，其中第1~3年，每年砍草2次，第4年砍草1次。造林后1~3年连续3 a施肥，共3次。其中，造林当年在苗木种植后刚抽新芽时施1次复合肥（N:P:K=15:7:8），施肥量为100 g；第2年和第3年的4—5月份各施1次，施肥量分别为150和200 g。

1.5 数据调查与分析

2012—2014年期间，每年年底进行全林每木检尺，对试验林内林木生长状况进行调查。2016年6月，调查试验林的生长状况并统计各树种的保存率。

表 1 广东省云浮市西江林场参试树种苗木概况

Tab.1 The profile of seedlings of the tree species for test in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

树种 Tree species	学名 Scientific name	苗龄 Seedling age/a	苗高 Height/cm
米老排	*Mytilaria laosensis*	1.5	60~80
西南桦	*Betula alnoides*	1.0	50~60
红椎	*Castanopsis hystrix*	1.5	40~50
灰木莲	*Magnoliaceae glanca*	1.3	60~80
红苞木	*Rhodoleia championii*	1.5	40~50
乐昌含笑	*Michelia chapensis*	1.3	40~60
山桂花	*Paramichelia baillonii*	1.3	50~70
火力楠	*Michelia macclurei*	1.3	40~60
山杜英	*Elaeocarpus sylvestris*	1.3	50~70
油楠	*Sindora glabra*	1.5	40~50
格木	*Erythrophleum fordii*	1.5	40~50
土沉香	*Aquilaria sinensis*	1.3	40~50

采用 Microsoft excel 2007 软件对数据进行处理并绘制图表，用 SPSS 20.0 进行聚类分析、方差分析以及多重比较。

2 结果与分析

2.1 保存率

林木的保存率一定程度反映出其在当地的适应性。由表 2 可以看出，不同树种的造林保存率存在显著差异（$P<0.05$）；西南桦、米老排和油楠 6 a 生时的保存率为 97% 以上，格木、山桂花、山杜英、火力楠和红苞木的保存率变化范围为 93.4%~96.4%，红椎和乐昌含笑的保存率变化范围为 90.9%~92.5%，而土沉香的保存率仅为 32.3%。总体上，除了土沉香的保存率明显偏低外，其它 11 个树种的保存率均超过 90%。

2.2 各树种的胸径和树高生长比较

从各树种的生长状况来看（图 1 和表 3,4），多树种混交林中不同树种的生长差异显著，其中西南桦和米老排生长最佳，胸径年均生长量为 2.49 和 2.36 cm，树高年均生长量为 1.79 和 1.47 m。

红椎、山桂花和灰木莲，其胸径年均生长量为 1.67~1.86 cm，树高年均生长量为 1.26~1.37 m；火力楠、红苞木、山杜英以及乐昌含笑等树种的长势中等；这些树种的生长量均超过了丰产林指标。而油楠、土沉香和格木等珍贵树种生长较慢，胸径和树高的年均生长量均较低。

2.2.1 胸径生长比较 从各树种的胸径年均生长量方差分析结果（表 3）看出，多树种混交林分中不同树种间的胸径年均生长量差异显著（$P<0.05$），其中西南桦的胸径年均生长量最高，除了与米老排无显著差异外，显著高于其他 10 个树种；而土沉香的胸径年均生长量最低，除了和格木无显著差异外，显著低于其他 10 个树种。此外，根据各树种的胸径年均生长量可将其分为 4 类，年均生长量在 2.0 cm 以上的是西南桦和米老排，年均生长量在 1.5~2.0 cm 的有红椎、山桂花、灰木莲以

表 2 12 个树种在广东省云浮市西江林场的保存率比较

Tab.2 The preservation rates of 12 tree species in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

树种 Tree species	保存率 Preservation rate/%	树种 Tree species	保存率 Preservation rate/%	树种 Tree species	保存率 Preservation rate/%
西南桦	97.6 ± 1.9 a	山桂花	95.8 ± 1.4 ab	灰木莲	93.4 ± 3.9 abc
米老排	97.3 ± 0.8 a	山杜英	94.8 ± 3.5 abc	红椎	92.5 ± 3.5 bc
油楠	97.1 ± 1.9 a	火力楠	94.2 ± 3.7 abc	乐昌含笑	90.9 ± 2.6 c
格木	96.4 ± 1.4 ab	红苞木	93.6 ± 3.1 abc	土沉香	32.3 ± 4.6 d

注：表中数据为平均值 ± 标准误，不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。Note: Data in the table are means ± standard error. Values in each collumn with different lower case superscripts are at $P < 0.05$.

及山杜英，年均生长量在1.0~1.5 cm的有火力楠、乐昌含笑和红苞木，年均生长量在1.0 cm以下的有油楠、土沉香和格木。

2.2.2 树高生长比较 从各树种的树高年均生长量方差分析结果（表3）看出，多树种混交林分中不同树种间的树高年均生长量差异显著（$P<0.05$），其中西南桦的树高年均生长量显著高于其他11个树种；而格木的树高年均生长量最低，除了和土沉香无显著差异外，显著低于其他10个树种。此外，根据各树种的树高年均生长量可将其分为4类，年均生长量为1.5 m以上的有西南桦，年均生长量为1.0~1.5 m的有米老排、红椎、山桂花、灰木莲以及火力楠，年均生长量为0.8~1.0 m的有：红苞木、山杜英和乐昌含笑，年均生长量在0.8 m以下的有油楠、土沉香和格木。同时，随着林龄的增加，各树种的树高生长变化表现出明显的分层现象（图1）。最上层的是西南桦，次层是米老排、红椎、山桂花和灰木莲，第3层是火力楠、红苞木、山杜英和乐昌含笑，而最底层的是油楠、土沉香以及格木等珍贵树种。

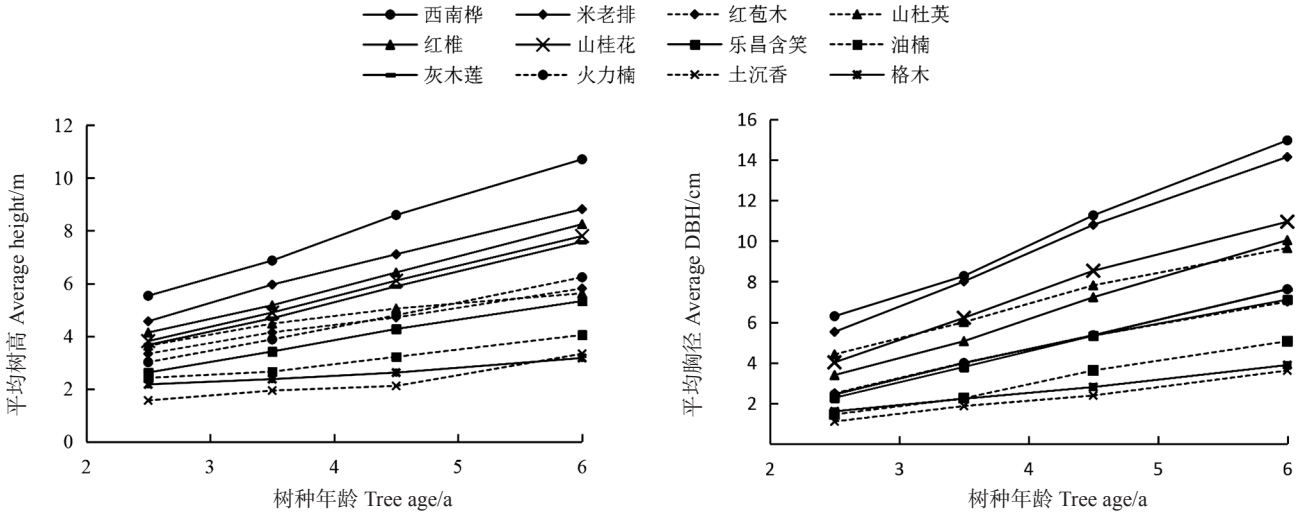

图1 广东省云浮市西江林场12个树种的胸径和树高生长对比

Fig.1 The DBH and height of 12 tree species in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

表3 广东省云浮市西江林场6 a生各树种的生长比较

Tab.3 The growth of 6–year–old tree species in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

树种 Tree species	胸径 DBH/cm		树高 Height/m	
	平均值 Mean	年均生长量 Annual growth rates	平均值 Mean	年均生长量 Annual growth rates
西南桦	14.97 ± 0.37 a	2.49 ± 0.06 a	10.71 ± 0.35 a	1.79 ± 0.06 a
米老排	14.15 ± 0.29 a	2.36 ± 0.06 a	8.82 ± 0.16 b	1.47 ± 0.03 b
红椎	10.05 ± 0.50 cd	1.67 ± 0.08 cd	8.25 ± 0.22 c	1.37 ± 0.04 c
山桂花	10.95 ± 0.26 bc	1.83 ± 0.04 bc	7.80 ± 0.08 cd	1.30 ± 0.01 cd
灰木莲	11.14 ± 0.47 b	1.86 ± 0.08 b	7.58 ± 0.20 d	1.26 ± 0.03 d
火力楠	7.63 ± 0.47 e	1.27 ± 0.06 e	6.24 ± 0.25 e	1.04 ± 0.04 e
红苞木	7.01 ± 0.17 e	1.17 ± 0.03 e	5.81 ± 0.09 ef	0.97 ± 0.02 ef
山杜英	9.65 ± 0.36 d	1.61 ± 0.06 d	5.62 ± 0.11 f	0.94 ± 0.02 f
乐昌含笑	7.11 ± 0.31 e	1.19 ± 0.05 e	5.33 ± 0.20 f	0.89 ± 0.03 f
油楠	5.06 ± 0.24 f	0.84 ± 0.04 f	4.04 ± 0.14 g	0.67 ± 0.02 g
土沉香	3.61 ± 0.32 g	0.60 ± 0.05 g	3.33 ± 0.18 h	0.56 ± 0.03 h
格木	3.88 ± 0.13 g	0.62 ± 0.02 g	3.17 ± 0.10 h	0.53 ± 0.02 h

注：表中数据为平均值 ± 标准误，同列不同小写字母表示在0.05水平差异显著。Note: Data in the table are means ± standard error. Values in each collumn with different lower case superscripts are at $P < 0.05$.

2.3 不同树种的生长聚类分析

按照各树种的胸径和树高年均生长量对其进行聚类分析 (图 2，表 4)，结果表明：第 1 类是西南桦和米老排，生长最快，属于速生型；第 2 类是红椎、山桂花、山杜英以及灰木莲，生长较快，属于较速生型；第 3 类是火力楠、红苞木以及乐昌含笑，生长中等，属于中生型；第 4 类是油楠、土沉香和格木，生长较慢，属于慢生型。

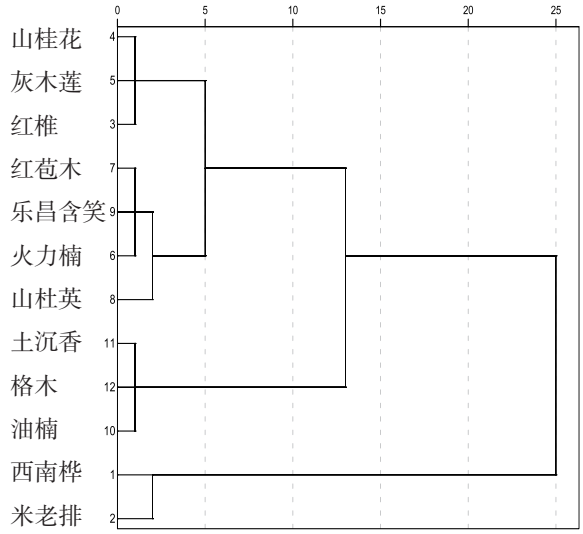

图 2 基于广东省云浮市西江林场 12 个树种胸径和树高年均生长量的系统聚类分析结果

Fig.2 The results of system clustering analysis on annual growth rates of DBH and height of 12 tree species in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

3 结论与讨论

本试验树种西南桦、米老排、红椎、山桂花、灰木莲、山杜英和火力楠等均是广东省生态公益林较常用的优良阔叶树种；除土沉香以外的 11 个参试树种的造林保存率均超过 90%，说明这些树种在当地都表现出很好的适应性；土沉香保存率为 32.3%，可能是与当地的土壤环境有关。

6 a 生的 12 个树种在当地的生长存在显著差异，原因是不同树种的生长习性和对当地适应性存在差异。通过对各树种的胸径和树高生长进行聚类分析，较全面地总结了其生长状况，结果表明：就 12 个试验树种在广东省云浮市西江林场生长情况而言，西南桦和米老排生长最快，属于速生型；红椎、山桂花、山杜英以及灰木莲生长较快，属于较速生型；火力楠、红苞木以及乐昌含笑生长中等，属于中生型；油楠、土沉香和格木生长较慢，属于慢生型。

米老排和西南桦在当地生长表现最好，表现出很强的早期速生特性 [12-13]。但在不同地区或立地，其生长表现差异比较大，如米老排在增城 [1]、信宜 [6] 以及高要市 [7] 表现出很好的速生特性，而在惠州市 [14] 却表现一般，这表明由于种源、立地条件以及抚育措施的不同，同一树种在不同地区的生长表现差异明显。本试验表明，西南桦和米老排可作为当地生态公益林的造林先锋树种。其次是红椎、山桂花、山杜英以及灰木莲，其生长较快，而火力楠，乐昌含笑和红苞木等长势中等，其生长量均超过了丰产林指标。研究表明，红椎在中山市 [4] 和信宜市 [6] 生长较好，而在东莞市 [5] 生长较慢。本试验中的红椎树高和胸径年均生长量分别为 1.37 m 和 1.67 cm，生长状况均优于中山和信宜市生长的红椎。此外，本试验还发现部分山杜英发生虫害，影响其树高的生长，具体虫害情况需进一步研究。油楠、土沉香和格木等珍贵树种生长较慢，胸径和树高的年均生长量均较低，部分格木受到蛀梢蛾（*Chlumetia transversa*）危害，严重影响其早期生长，今后造林时需注意其病虫害防治 [15]。因此，在营建生态公益林时，优先选择生长较快、适应性强和病虫害少的树种；综合分析，优先推荐米老排、西南桦、红椎、山

表 4 广东省云浮市西江林场 12 个树种年均生长量 k– 均值聚类分析结果

Tab.4 The results of k–mean clustering analysis on annual growth rates of 12 tree species in Xijiang forest farm in Yunfu, Guangdong province

项目 Subject	速生型 Very fast-growing type	较速生型 Fast-growing type	中生型 Moderately growing type	慢生型 Slow-growing type
胸径年均生长量 Annual growth of DBH/cm	2.43	1.74	1.21	0.70
树高年均生长量 Annual growth of height/m	1.63	1.22	0.97	0.59
树种名称 Tree species	西南桦、米老排	山桂花、灰木莲 山杜英、红椎	火力楠、乐昌含笑 红苞木	油楠、土沉香、格木

桂花和灰木莲等5个树种用于发展粤西地区的生态公益林。

参考文献

[1] 赖植添, 庄雪影, 邹寿明, 等. 10种乡土阔叶树种在增城的早期生长[J]. 广东林业科技, 2003, 19(3): 15-18.

[2] 庄雪影, 黄坚城, 甄荣乐. 10种乡土阔叶树种造林效果初报[J]. 广东林业科技, 2001, 17(3): 11-15.

[3] 张运宏, 戴瑞坤, 欧世坤. 灰木莲等6种阔叶树种的早期生长表现[J]. 广东林业科技, 2004, 20(1): 43-46.

[4] 曾武. 红锥等7种阔叶树种早期生长分析[J]. 广东林业科技, 2015, 31(3): 53-56.

[5] 康敏明, 杨海燕, 陈红跃, 等. 34种阔叶树种早期生长比较[J]. 广东林业科技, 2006, 22(4): 83-87.

[6] 罗敏, 覃冀, 蔡燕灵, 等. 11个阔叶树种在粤西地区的早期生长表现[J]. 广东林业科技, 2006, 22(3): 69-71.

[7] 张栋, 杨振意, 李国新, 等. 华南地区7种阔叶树种早期生长表现[J]. 湖南林业科技, 2011, 38(6): 26-29.

[8] 庄雪影, 洪文君, 黄川腾, 等. 11种乡土阔叶树在广州南沙的早期生长表现[J]. 林业科技开发, 2012, 26(5): 17-21.

[9] 詹庆红, 赖建明, 陈志荣, 等. 粤西地区23个阔叶树种早期生长比较[J]. 湖南林业科技, 2009, 36(5): 5-8.

[10] 丘佐旺, 何波祥, 周保彪, 等. 5个雨树种源在湛江遂溪的早期生长[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(3): 29-32.

[11] 梁承坚, 陈水莲, 韩东苗, 等. 3种相思在肇庆造林生长对比[J]. 林业与环境科学, 2017, 33(4): 57-60.

[12] 郑海水, 黎明, 汪炳根, 等. 西南桦造林密度与林木生长的关系[J]. 林业科学研究, 2003, 16(1): 81-86.

[13] 郭文福, 蔡道雄, 贾宏炎, 等. 米老排人工林生长规律的研究[J]. 林业科学研究, 2006, 19(5): 585-589.

[14] 徐平, 周纪刚, 舒夏竺. 惠州市东江水源林树种早期生长研究[J]. 惠州学院学报(自然科学版) , 2008, 28(6): 50-54.

[15] 李胜强, 许建新, 陈波, 等. 珍稀植物格木的研究进展[J]. 广东林业科技, 2008, 24(6): 61-64.