

文章编号: 1001-1498(2008)02-0139-06

华南乡土树种在松杉林下生长及林下植物多样性研究*

张浩^{1,2}, 庄雪影^{1*}, 黄永芳¹, 赖植添³, 邹寿明³, 何汉波³

(1. 华南农业大学林学院, 广东 广州 510642; 2. 香港中文大学生物系, 香港; 3. 增城市林科所, 广东 增城 511300)

摘要:研究了 11 种华南乡土阔叶树种幼树在广东增城市林科所松杉人工林林下的生长表现, 结果表明: 4 种壳斗科植物黎蒴、米锥、甜锥和榔椰青冈在移植后 5 a 均具有较高的树高和冠幅生长量, 可作为人工林改造优良树种; 香椿在前期生长表现良好, 而移植后 4~5 a 生长速度有所下降, 反映该树种随着年龄增长, 其需光性加强, 该树种仅适用于低密度人工林的改造; 石笔木生长虽然稍慢, 但其耐荫性较强, 在林下生长良好, 可作为次生林改造树种; 樟树、枫香和火力楠等树种在林下生长不良。样方调查结果表明: 松杉林下植物以耐荫性和鸟播植物为主。

关键词:人工林改造; 乡土阔叶树种生长; 林下植物多样性

中图分类号: S725

文献标识码: A

Growth of Some Native Broad-leaved Trees and Plant Diversity in the Coniferous Plantation of South China

ZHANG Hao^{1,2}, ZHUANG Xue-ying^{1*}, HUANG Yong-fang¹, LAI Zhi-tian³, ZOU Shou-ming³, HE Han-bo³

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China; 2. Department of Biology, the Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China; 3. Forestry Research Institute of Zengcheng City, Zengcheng 511300, Guangdong, China)

Abstract: The growth of 11 native broad-leaved tree species in a coniferous plantation located in Zengcheng, Guangdong Province was studied. The result showed that the saplings of four Fagaceae species (*Castanopsis fissa*, *C. carlesii*, *C. eyrei*, and *Cyclobalanopsis bella*) had vigorous growth in the plantation during the first 5 years, which were excellent species in the ecological plantations. The saplings of *Toona sinensis* had rapid growth in the first 3 years, but the growth declined in the fourth and fifth year. It had higher light requirement with its growing. It can be used as reformed species in the low-density ecological plantations. The saplings of *Tutcheria championii* was shade-tolerant and showed good competition under the canopy. It can be used as the enrichment species for the reformation of secondary forests. The saplings of *Cinnamomum camphora*, *Liquidambar formosana*, and *Michelia macclurei* had relatively poor growth in the high-density ecological plantations. The plot investigation result indicated that most understory species invading the plantation were shade-tolerant and bird dispersed.

Key words: plantation reformation; growth of the native tree species; plant diversity in the understory

森林是人类生存和社会经济发展极为重要的自然资源, 但过去人类没有把森林定位为生态环境建设的主体, 过渡砍伐森林, 导致生态环境严重恶化。

随着经济的发展和人们生活水平的提高, 人们逐渐认识到保护森林是生态平衡和保护生物多样性的基础, 对生态环境的重视程度越来越高, 因此, 森

收稿日期: 2007-09-07

基金项目: 广东省林业局 (4400-F98017) 和香港嘉道理农场暨植物园研究基金项目 (4400-G00003)

作者简介: 张浩 (1980—), 男, 博士研究生, 主要从事华南地区人工林生态效益研究。

*通讯作者: 庄雪影 (1961—), 女, 博士, 教授, E-mail: xzhuang@scau.edu.cn

林的生态服务功能越来越被人们认可和重视。

广东省具有热带、亚热带季风海洋气候特征,光照充足,雨量充沛,孕育了丰富的森林资源。然而,由于长期的人类活动使大面积天然植被受到破坏,导致当地生态环境日益恶化。1994年广东省政府作出《关于巩固绿化成果、加快林业现代化的决定》,提出了全省建设 340 万 hm^2 生态公益林体系的目标。经过十余年的努力,广东生态公益林建设取得了显著的成绩。1999 年省政府颁发了《广东省生态公益林建设管理和效益补偿办法实施意见》,标志着广东省林业进入了以分类经营为龙头的改革与发展的新阶段^[1]。

生态公益林建设和发展是广东林业第 2 次创业的重要内容。生态公益林的目的是充分发挥森林的生态效益,在树种结构上应努力使其恢复为以阔叶混交林为主的多树种、多层结构、与气候带相协调的地带性森林。利用乡土树种改造和重建当地森林已经被证明是很成功的方法。日本横滨国立大学宫胁昭教授积极倡导和强调乡土树种重建环境生态林(简称宫胁造林法),在日本已经有许多成功的例子^[2-3];在美国、墨西哥、巴西、泰国、印度尼西亚等国均有成功利用乡土树种加速当地森林植被演替的报道^[4-8],这些经验对于华南地区森林植被的重建和恢复有很好的借鉴作用。广东省规划的生态公益林中有一半以上面积为人工松林,这些林分结构和组成单一,生态功能低,需要不同程度的改造和优化。华南地区树种丰富,但乡土树种的生态特性不同,相应的造林技术要求也不同^[9-11]。因此,开展乡土树种生态特性及造林技术研究,筛选适生于不同生境的优良乡土树种,可为成功营造高效益生态

公益林提供参考资料。作者研究了 11 种华南乡土阔叶树种在松杉林下的生长表现,拟为华南地区松杉林改造的树种选择提供参考。

1 研究地概况

增城市(23°05'~23°37'N, 113°29'~114°00'E)位于广东省珠江流域东江下游,东界博罗,北接龙门,西南邻广州市白云、黄埔两区,南隔东江与东莞相望;该市北部属低山谷地,中部为丘陵河谷平原,南部属珠江三角洲平原;北回归线横贯增城北部,市内大部分地区属南亚热带季风气候,长夏无冬,夏季炎热多雨,年均气温 21.6℃,年均降水量 1 921.6mm^[12]。

由于城市发展的影响,珠江三角洲地区的原生森林植被已破坏殆尽,现有森林类型多为次生林或人工林。本试验地设在位于荔城镇的增城市林科所内,森林类型为湿地松(*Pinus elliottii* Engelm.)和杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)组成的人工松杉林,郁闭度为 0.6~0.7。试验苗种植在海拔 119 m 的山坡上,东北坡向。土壤为酸性砂壤土,有机质 31.07 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全 N 0.92 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全 P 0.51 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,全 K 20.91 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效 N 78.09 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效 P 2.75 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,有效 K 40.00 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 值 4.20。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

试验苗由增城林科所播种培育,共有 11 种,分属 8 科 9 属(表 1)。每种树苗 100 株。

表 1 试验树种的基本情况

科名	树种	苗龄 /a	平均株高 /cm	平均冠幅 /cm
木兰科 (Magnoliaceae)	火力楠 (<i>Michelia macclurei</i> Dandy)	1	25.2	21.1
樟科 (Lauraceae)	樟树 (<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl)	1	26.5	22.8
壳斗科 (Fagaceae)	黎蒴 (<i>Castanopsis fissa</i> (Champ. ex Benth.) Rehd. et Wils.)	1	19.2	19.4
	米锥 (<i>Castanopsis carlesii</i> (Hemsl.) Hay.)	1	21.5	14.4
	甜锥 (<i>Castanopsis eyrei</i> (Champ. ex Benth.) Tutch.)	1	22.0	17.0
	槟榔青冈 (<i>Cyclobalanopsis bella</i> (Chun et Tsiang) Chun)	1	28.9	17.7
楝科 (Meliaceae)	香椿 (<i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) Roem.)	1	27.9	32.3
山茶科 (Theaceae)	石笔木 (<i>Tutcheria championii</i> Nakai)	1	29.4	19.5
桃金娘科 (Myrtaceae)	赤楠 (<i>Syzygium buxifolium</i> Hook. et Arn.)	2	53.6	24.8
金缕梅科 (Hamamelidaceae)	枫香 (<i>Liquidambar formosana</i> Hance)	2	56.9	13.5
蝶形花科 (Papilionoideae)	软荚红豆 (<i>Omoseia samicastrata</i> Hance)	1	11.9	12.1

2.2 造林和抚育方法

造林和抚育按常规速生丰产林技术进行。2001 年 4 月对造林地林下植被进行带状清理和穴垦整地,穴规格为 50 cm ×40 cm ×40 cm,株行距为 2 m ×3 m。移植前每穴施 150 g 磷肥和 150 g 复合肥作基肥。2001 年 5 月分树种分片移植,移植后半个月进行第 1 次抚育,松土、扩穴、施尿素 25 g ·穴⁻¹; 2 个月后进行第 2 次抚育,除草、追施复合肥 75 g ·穴⁻¹; 2002 年 1 月进行第 3 次抚育,除草、施复合肥 100 g ·穴⁻¹。第 3 次抚育完,造林地进行封山育林,人为活动干扰较少。

2.3 调查和统计方法

在试验苗移植 1 个月后,调查每树种(100 株)幼树的成活植株数(N₀);移植 1 a 后,继续调查每树种(100 株)幼树的成活植株数(N₁)。

移植后 1 a 幼树的成活率(S):

$$S = (1 - (N_0 - N_1)) / N_0 \times 100\%$$

树苗移植 1 个月后,每树种随机选择 20 株生长良好的幼树,编号、挂牌,并记录其树高(H₀)和冠幅(C₀);以后每年定期检测树高(H_n)和冠幅(C_n),连续测量 5 a(n=1, 2, 3, 4, 5);对于胸径大于 2.0 cm 的植株同时测定其胸径的生长。每树种的年均树高生长量(R_{hm})和冠幅生长量(R_{Cn})分别为:

$$R_{hm} = H_n - H_{n-1}$$

$$R_{Cn} = C_n - C_{n-1} (n=1, 2, 3, 4, 5)$$

2.4 林下植物物种多样性调查

2004 年与 2005 年秋冬季分别在试验地中设置 3 个 10 m ×10 m 的小样方,记录乔灌木植物的种类、株数,草本植物的覆盖度,比较其植物多样性,所应用的指数为:

(1) Shannon 指数(H):

$$H = - \sum P_i \ln P_i (P \text{指第 } i \text{ 种的相对多度})$$

(2) 均匀度指数(E):

$$E = H / \ln S (S \text{指植物种数}, H \text{为 Shannon 指数})$$

3 结果与分析

3.1 不同树种移植后 1 a 幼树的成活率

移植后 1 a,不同试验树种的幼树成活率均在 60%以上(表 2),其中枫香的成活率最高,达 97%;黎蒴、石笔木、槟榔青冈和米锥的成活率次之,均达 90%以上;甜锥、软荚红豆、赤楠和香椿的成活率达 80%~86%;樟树和火力楠的成活率较低,分别为 75%和 68%。移植 1 a 后幼树的死亡率较低,故对

成活率未进行连续调查。

表 2 不同试验树种移植后 1 a 幼树的成活率

树种	成活率 / %	树种	成活率 / %
枫香	97	软荚红豆	83
黎蒴	95	赤楠	83
石笔木	95	香椿	80
槟榔青冈	92	樟树	75
米锥	92	火力楠	68
甜锥	86		

3.2 不同树种移植后 5 a 幼树的生长表现

不同树种移植后 5 a 幼树的生长情况见图 1、2。由图 1 可见:黎蒴在 5 a 的生长过程中,一直保持着较高的树高生长,移植后 1~3 a 树高年均生长量保持在 1 m 以上,第 4 年后树高年生长略有下降,年生长量低于 1 m,移植后 5 a 树高均值达 5.95 m;米锥在移植后 1 a 中树高生长较慢,年均生长量仅为 0.4 m,2~4 a 树高生长较快,年均生长量保持在 0.7~1.5 m,第 5 年树高生长迅猛,年均生长量达 2.1 m,树高均值达 5.93 m;与前 2 个树种相比,甜锥、香椿和槟榔青冈在 5 a 的生长过程中,树高生长次之,均为移植后 1 a 中树高生长较慢,第 2 年生长较快,年均生长量在 1 m 以上,而 3~5 a 树高生长减慢,年均生长量低于 1 m,第 5 年树高均值为 3.2~4.2 m;软荚红豆、枫香、火力楠、石笔木和樟树树高生长较慢,5 a 中年均树高生长量均低于 1 m,移植后第 4 年树高均值为 2.0~2.2 m,第 5 年树高均值均低于 3 m,其中火力楠在第 5 年树高出现负增长;赤楠树高生长最慢,移植后 2~3 a 树高出现负增长,第 5 年树高均值小于 2 m。

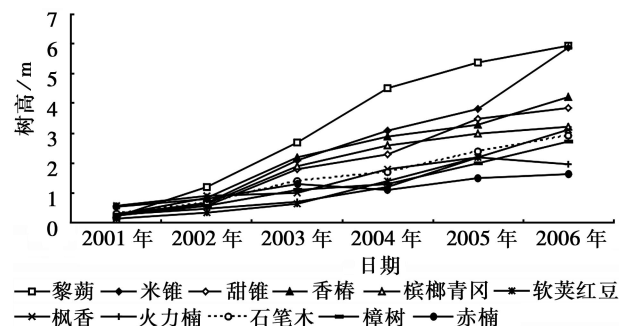


图 1 不同树种移植后 5 a 的树高生长

由图 2 可见:黎蒴在 5 a 的生长过程中,一直保持着较高的冠幅生长,移植后 1~3 a 冠幅年均生长量保持在 0.8~1.2 m,第 4 年冠幅年生长有所

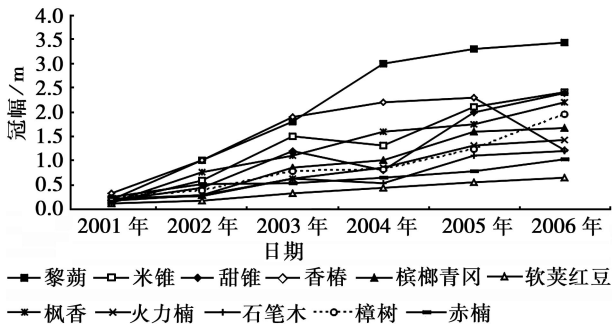


图 2 不同树种移植后 5 a 的冠幅生长

下降,年生长量低于 0.50 m,移植后第 5 年冠幅均值达 3.44 m;米锥和甜锥在移植后 1 a 中冠幅生长较慢,年均生长量低于 0.50 m,第 2 年生长较快,年均生长量保持在 0.80 ~ 1.00 m,而第 3 年冠幅出现负增长,第 4 年冠幅生长迅速,移植后第 5 年米锥和甜锥的冠幅均值分别为 2.40 m 和 2.39 m;香椿在移植后 2 a 内冠幅生长速度保持较快,但在第 3、4 年的冠幅生长较缓,冠幅均值分别为 2.20、2.30 m,而第 5 年的冠幅出现负增长;火力楠、樟树和石笔木在移植后 5 a 的生长过程中,冠幅生长速度较缓,1 ~ 3 a 的冠幅均值低于 1.00 m,第 4 年的冠幅均值在 1.10 ~ 1.30 m,第 5 年的冠幅均值低于 2.00 m;赤楠和软荚红豆冠幅生长最慢,年均冠幅生长量均低于 0.30 m,其中赤楠移植后第 5 年的冠幅均值为 1.02 m,软荚红豆移植后第 5 年的冠幅均值低于 0.70 m。

移植后 2 a,黎蒴和香椿的胸径达 2.0 cm 以上,其中黎蒴在 5 a 的生长过程中,一直保持较高的胸径生长,3、4 年生的胸径均值分别为 4.3、5.0 cm,而 5 年生的胸径均值高达 8 cm;香椿的胸径生长速度较慢,年均胸径生长量保持在 0.2 ~ 0.4 cm,5 年生的胸径均值为 3.4 cm;米锥、甜锥、槟榔青冈移植后 4 a 的胸径达 2 cm 以上,分别为 2.8、2.7、2.3 cm,米锥和甜锥在第 5 年胸径分别增加 1.4 cm 和 1.3 cm,而槟榔青冈增加 0.4 cm;樟树、石笔木、枫香移植后 5 a 的胸径达 2 cm 以上,分别为 3.1、2.9、2.8 cm。

3.3 不同树种树高生长与冠幅生长的关系

11 个树种在移植后 5 a 的生长过程中,树高生长与冠幅生长均表现出极显著的正相关 ($P < 0.001$) (表 3)。黎蒴的树高生长与冠幅生长的相关性最强, R^2 值为 0.916 1;米锥、甜锥、火力楠和樟树的树高生长与冠幅生长的相关系数 (R^2) 均在 0.8 以

上,其中米锥和甜锥的树高和冠幅生长较好,而火力楠和樟树的树高和冠幅生长表现较差;香椿和枫香的树高生长与冠幅生长的相关性较低, R^2 值低于 0.7,这 2 个树种均为落叶树种。

表 3 不同树种移植后 5 a 树高生长与冠幅生长的关系

树种	回归方程	R^2	T	P
黎蒴	$y = 1.571x - 10.356$	0.916 1	33.233 7	0.000 076
米锥	$y = 2.256x - 42.389$	0.803 3	22.068 9	0.000 011
甜锥	$y = 1.508x + 28.110$	0.809 2	22.490 1	0.000 018
香椿	$y = 1.371x + 5.343$	0.438 7	9.113 4	0.000 064
槟榔青冈	$y = 1.766x + 28.521$	0.760 4	18.540 5	0.000 034
软荚红豆	$y = 3.865x - 28.049$	0.738 8	17.908 0	0.000 012
枫香	$y = 0.721x + 50.499$	0.686 2	15.751 5	0.000 036
火力楠	$y = 1.618x - 11.714$	0.884 5	30.216 7	0.000 022
石笔木	$y = 1.899x + 32.865$	0.701 9	16.770 2	0.000 051
樟树	$y = 1.388x + 8.916$	0.872 5	27.208 6	0.000 069
赤楠	$y = 1.421x + 19.037$	0.734 8	18.185 8	0.000 051

注: y 为树高, x 为冠幅。

3.4 林地乔灌木层植物多样性

由表 3 可见:移植后 4 a,在 3 个 10 m × 10 m 的样方中,共记载了 34 种非栽培的乔灌木植物种类,比移植后 3 a 的增加了 4 种,而乔灌木植物的物种 Shannon 指数和均匀度指数分别为 2.53 和 0.84,高于移植后 3 a 的 2.37 和 0.77。

表 4 试验林地乔灌木层植物多样性比较

项目	移植后 3 a	移植后 4 a
林下木本植物种数/株	30	34
木本植物 Shannon 指数	2.37 ± 0.46	2.53 ± 0.22
木本植物均匀度指数	0.77 ± 0.09	0.84 ± 0.02

在调查样方中所记录的 34 种乔灌木分属于 18 科 28 属,其中 16 种乔木,18 种灌木。主要的乔木种类有变叶榕 (*Ficus variolosa* Lindl ex Benth)、银柴 (*Aponusa dioica* (Roxb) Muell Arg)、樟树、罗浮柿 (*Diospyros morrisiana* Hance)、山乌柏 (*Sapium discolor* (Champ. ex Benth) Muell Arg)、猴耳环 (*Archidendron clypearia* (Jack) I. C. Nielsen)、黄樟 (*Cinnamomum parthenoxylon* (Jack) Meisn)、楝叶吴茱萸 (*Evodia glabrifolia* (Champ. ex Benth) Huang) 和鸭脚木 (*Schefflera heptaphylla* (L.) D. G. Frodin) 等;主要的灌木种类有春花 (*Rhaphiolepis indica* (L.) Lindl)、九节 (*Psychotria asiatica* L.)、龙船花 (*Ixora chinensis* Lam.)、鬼灯笼 (*Clerodendrum fortunatum* L.)、黑面神 (*Breynia fruticosa* (L.) Hook f) 和岗柃 (*Eurya goffii* Merr) 等,它们均为鸟播植物。在

第 4 年新入侵的种类是山苍子 (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.)、亮叶冬青 (*Ilex viridis* Champ. ex Benth.)、白背叶 (*Mallotus apelta* (Lour.) Muell. Arg.) 和白背算盘子 (*Glochidion wrightii* Benth.), 它们也是鸟播树种, 其幼苗较耐荫, 可在林下正常生长。

4 讨论

木兰科、樟科、山茶科和壳斗科植物均为南亚热带阔叶林的优势类群, 将这些种类引入人工生态公益林地, 不仅有利于这些植物资源的保护和发展, 也有助于华南地区亚热带天然林群落生物多样性的自然恢复。壳斗科和部分山茶科植物, 如山茶属 (*Camellia* L.) 和石笔木属 (*Tutcheria* Dunn) 种实大, 自然传播能力差, 种子寿命短, 在人工林或严重退化的次生林群落中难以见到其足迹^[13]; 同时城市扩展或开发, 使大面积天然林遭到破坏, 从而导致许多壳斗科和山茶科植物种群的急剧萎缩, 甚至灭绝^[14-15]。把这些植物引入生态公益林, 不仅可提高生态公益林的生态价值, 而且也是华南地区植物资源保护和发展的措施。

本研究所涉及的林地为人工松杉林, 由于其林冠层的遮蔽作用, 林下水热条件相对比较均匀, 新栽苗木的成活率较高。本研究结果显示黎蒴在林下成活率高, 树高与冠幅生长在移植 5 a 中一直保持较高的速度, 且二者表现为极强的正相关, 这与中山生态示范林松林改造中黎蒴的生长结果 (树高 6.9 m, 冠幅 4.1 m) 相近^[16]; 其它 3 种壳斗科植物米锥、甜锥、槟榔青冈在林下的生长速度次之, 均表现为移植后 1~3 a 内生长速度较缓慢, 之后 4~5 a 植株生长迅猛, 树高与冠幅生长均表现为较高的正相关, 这一结果与已在生态林建设中广泛应用的红锥 (*Castanopsis hystrix* A. DC.) 相似^[16]。本研究中所涉及的 4 种壳斗科植物均可作为人工林改造的优良树种。壳斗科植物为南亚热带阔叶林中的建群种和优势种, 其根部具有丰富的菌根真菌, 应用该科植物改造现有低效人工生态林, 不仅改善生态林地的立地条件, 而且还加速生态林的演替。近年来, 在华南地区生态林建设中, 壳斗科植物的应用不断增多, 其中黎蒴已被广东省林业部门选为“十一五”期间大力发展的优良生态林和商品林树种; 红锥也被证明在不同立地条件下均表现为快速且稳定的生长特征。因此, 壳斗科植物在华南地区生态公益林的建设中具

有较广的应用前景。楝科香椿在林下早期生长良好, 但移植后第 4~5 年, 其生长下降, 反映了该树种随着年龄的增长, 幼树对光的需求增强, 因此, 适用于低密度人工林的改造。山茶科植物石笔木属于内禀生长率较低的树种, 其幼苗期间耐荫性较强, 在林下生长较慢, 可作为次生人工林改造的适生树种。樟树、枫香和火力楠等树种, 早期在阳光充足的生境生长迅速, 但其幼苗不耐荫蔽^[17-19], 在林冠层郁闭度较高的人工林中生长速度较慢。赤楠和软荚红豆在林下生长表现较差, 因缺少这 2 个种应用于其它不同立地条件的资料, 这 2 个种的应用评价还需要做进一步研究。

促进人工生态林自然演替, 一是通过改善退化土地的自然条件, 为本土植物提供适宜的生存条件; 二是通过野生动物的觅食和栖息活动, 传播种子, 丰富植物多样性, 加速自然演替进程。湿地松和杉木作为亚热带地区荒山造林绿化的先锋树种, 随着树龄的增加, 群落的覆盖度随之增加, 林中小生境 (如郁闭度、光照、温度、湿度等) 也相应产生变化, 进而直接影响着林下植物的种类组成和结构。在靠近阔叶林地的松杉林, 不同种类的乔灌木植物的种子通过风、鸟、兽类等传播方式侵入林中, 自然萌发产生幼苗。自然入侵到林地的乔灌木植物多为较耐荫的植物, 这与稀树灌丛造林地中以阳性植物为主的结果^[18]相异。由此可见, 人工林改造后的林下植物组成与造林地类型有关。初步调查结果显示, 林地中植物的果实通常具翅或具肉质结构, 可为鸟类提供食物, 吸引鸟类的活动^[20]。因此, 鸟类的活动有利于促进人工林物种多样性的发展。

参考文献:

- [1] 梁星权. 森林分类经营 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001: 1-8
- [2] Miyawaki A, Golley F B. Forest reconstruction as ecological engineering [J]. *Ecological Engineering*, 1993, 2(4): 333-345
- [3] 王仁卿, 藤原一绘, 尤海梅. 森林植被恢复的理论和实践: 用乡土树种重建当地森林——官肋森林重建法介绍 [J]. *植物生态学报*, 2002, 26(增刊): 133-139
- [4] Carpenter F L, Nichols J D, Sandi E. Early growth of native and exotic trees planted on degraded tropical pasture [J]. *Forest ecology and management*, 2004, 196: 367-378
- [5] Pedraza R A, Williams-lina G. Evaluation of native tree species for the rehabilitation of deforested areas in a Mexican cloud forest [J]. *New forests*, 2003, 26: 83-99
- [6] Benitez-Malvido J, Martinez-Ramos M, Camargo J L C, et al. Responses of seedling transplants to environmental variations in contrast

- ting habitats of central Amazonia [J]. Journal of tropical ecology, 2005, 21: 397 - 406
- [7] Hardwick K, Healey J, Elliott S, *et al* Understanding and assisting natural regeneration processes in degraded seasonal evergreen forests in northern Thailand [J]. Forestry ecology and management, 1997, 99: 203 - 214
- [8] Parrotta J A, Tumbull J W, Jones N. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands [J]. Forestry ecology and management, 1997, 99: 1 - 7
- [9] 张德明, 陈章和, 陈兆平. 南亚热带森林几种乔木种子萌发和幼苗生长观察 [J]. 热带亚热带植物学报, 1996, 4(2): 31 - 39
- [10] 庄雪影, Corlett R T 香港次生林树种种子生理生态学特征的研究 [J]. 生态学报, 1999, 18(1): 1 - 6
- [11] Hau B C H, Corlett R T. Factors affecting the early survival and growth of native tree seedlings planted on a degraded hillside grassland in Hong Kong, China [J]. Restoration Ecology, 2003, 11(4): 483 - 488
- [12] 郑金榕. 增城县志 [M]. 广州: 广东人民出版社, 1995: 224 - 237
- [13] Dudgeon D, Corlett R T. The ecology and biodiversity of Hong Kong [M]. Hong Kong: Friends of the country parks and Joint publishing company Ltd, 2004: 90 - 105
- [14] 庄雪影, 王通, 甄荣乐, 等. 增城市主要森林群落植物多样性研究 [J]. 林业科学研究, 2002, 15(2): 182 - 189
- [15] Zhuang X Y, Xing F W, Corlett R T. The tree flora of Hong Kong: distribution and conservation status [J]. Memoirs of the Hong Kong Natural History Society, 1997, 21: 69 - 126
- [16] 薛立. 广东生态公益林研究 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 133 - 158
- [17] 庄雪影, Corlett R T 香港乡土树种幼苗在次生林下生长的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(4): 291 - 300
- [18] 张浩, 庄雪影, 黄永芳, 等. 11种乡土树种在带状清理林地的早期生长 [J]. 广西林业科学, 2003, 32(2): 77 - 80
- [19] 赖植添, 庄雪影, 皱寿明, 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
- [20] Corlett R T. Plants attractive to frugivorous birds in Hong Kong [J]. Memoirs of the Hong Kong Natural History Society, 1992, 19: 115 - 116