

尾巨桉和厚荚相思人工林水源涵养功能研究

罗柳娟¹, 韦理电², 何 斌¹, 蒙春江², 梁丽虹², 刘红英¹, 刘 莉¹, 覃祚玉¹
(1 广西大学 林学院, 广西 南宁 530004; 2 广西环江县华山林场, 广西 环江 547106)

摘要:为了了解尾巨桉 *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* 和厚荚相思 *Acacia crassicarpa* 人工林的水源涵养功能, 对相似立地条件下尾巨桉和厚荚相思人工林的林冠层、林下植被层、枯枝落叶层和林地土壤的贮水性能进行比较分析. 结果表明, 尾巨桉和厚荚相思人工林林分不同结构层次的持水量大小顺序均为土壤层(0~40 cm) > 枯枝落叶层 > 林冠层 > 林下植被层, 厚荚相思人工林林冠层、枯枝落叶层和土壤层的持水量及渗透性能均高于尾巨桉, 但林下植被层则呈相反趋势. 尾巨桉和厚荚相思人工林的林分总持水量分别为 1 852.82 和 1 917.72 t/hm², 林分单位面积水源涵养总价值分别为 1 241.39 和 1 284.87 元/hm².

关键词:尾巨桉; 厚荚相思; 人工林; 水源涵养功能
中图分类号:S714.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2012)02-0220-05

Water Conservation Effects of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crassicarpa* Plantations

LUO Liu-juan¹, WEI Li-dian², HE Bin¹, MENG Chun-jiang², LIANG Li-hong²,
LIU Hong-ying¹, LIU Li¹, QIN Zuo-yu¹
(1 College of Forestry, Guangxi University, Nanning 530004, China;
2 Huashan Forest Farm of Huanjiang County, Huanjiang 547106, China)

Abstract: In order to investigate the water conservation effects of *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crassicarpa* plantations, plots with similar stand conditions were selected, and comparative studies were made on water-holding capacity of canopy, vegetation layer under canopy, litter layer and soil. Results showed that water-holding capacity in different layers of two different plantations were in the order of soil layer > litter layer > canopy > vegetation layer under canopy. The water-holding capacity of canopy, litter layer, and the water-holding capacity of soil were in the order of *A. crassicarpa* plantation > *E. urophylla* × *E. grandis* plantations, but the water-holding capacity of layer under canopy was just the opposite. The total water-storage capacity both above ground and soil in *E. urophylla* × *E. grandis* and *A. crassicarpa* plantation were 1 852.82 and 1 917.72 t/hm² respectively, and the total value of water conservation for the two plantations were 1 241.39 and 1 284.87 yuan/hm², respectively.

Key words: *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*; *Acacia crassicarpa*; plantation; water conservation effect

森林的水源涵养功能是森林生态系统的重要功能之一. 不同森林类型由于其树种生物学特性与林分结构的不同, 其水源涵养效应存在一定的差异^[1-3]. 因此, 分析和比较不同森林类型水源涵养功能及其差异, 对于合理经营森林资源, 实现人工林的可持续发展具有重要的现实意义.

收稿日期:2011-09-16
作者简介:罗柳娟(1985—),女,硕士研究生;通信作者:何 斌(1962—),男,研究员,硕士;E-mail:hebin8812@163.com
基金项目:国家自然科学基金(31160152,40861025);广西重大林业科技项目(桂林科字[2010]第6号);国家林业局中南速生材繁育重点开放性实验室开放课题基金(ZR[2009]-02);广西大学实验室建设与实验教学项目(20111602).

桉树 *Eucalyptus* 具有适应能力强、生长迅速、单产高、生长周期短、树干通直、用途广泛和经济效益高等特点,已成为世界许多国家引种和推广的速生树种^[1-2],成为华南地区短周期工业用材林生产基地的首选树种.尾巨桉 *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* 是由尾叶桉 *E. urophylla* 和巨桉 *E. grandis* 杂交获得的杂交种,具有生长快、干形好、轮伐期短、伐根萌芽力强、无性繁殖容易、经济效益高等特点,是目前我国南方实施速生丰产用材林基地建设的主要桉树优良品种之一,并取得了显著的经济效益^[4-6].厚荚相思 *Acacia crassicarpa* 又名粗果相思,属含羞草科金合欢属常绿乔木,原产澳大利亚、巴布亚新几内亚和印度尼西亚等地,具有生长迅速、干形较直、耐干旱瘠薄、抗逆性强等特点,是一种多功能的速生用材树种^[7-8].本文通过对相似立地条件下尾巨桉和厚荚相思人工林的林冠层、林下植被层、枯枝落叶层和林地土壤持水量和渗透性能进行对比研究,揭示尾巨桉和厚荚相思人工林水源涵养功能特点及差异,为客观评价尾巨桉和厚荚相思人工林的水分生态功能,合理经营和管理这两种人工林提供科学依据.

1 试验地概况

试验地位于广西南宁市北郊,地理位置为东经108°21′,北纬22°58′,地处南宁盆地的北缘,大明山山脉南伸的西支,林地平均海拔300 m以下.属南亚热带季风气候,年平均温度21.8℃,极端最高气温40℃,极端最低温-2℃,≥10℃年积温约7 200℃,年平均降雨量1 200~1 500 mm,降雨多集中在5—9月,年蒸发量1 250~1 620 mm,年日照450~1 650 h,相对湿度大约79%^[9].标准地位于山坡中部,海拔约200 m,坡度25°~28°,东南坡,土壤类型为砂页岩发育形成的赤红壤,土壤厚度在70 cm以上.

试验地前茬林分均为杉木 *Cunninghamia lanceolata* 人工林,2000年底采伐后,经炼山和整地,于2001年4月分别用尾巨桉和厚荚相思组培苗造林,初始造林密度为1 140株/hm².2008年1月调查时,尾巨桉人工林林相整齐,郁闭度为0.70,经自然稀疏和间伐后林分保留密度为1 320株/hm²,林分平均树高18.8 m,平均胸径13.2 cm,林下植被以五节芒 *Miscanthus floridulus*、蔓生莠竹 *Microstegium vegans* 等为优势,还少量分布有木姜子 *Litsea pungens*、越南悬钩子 *Rubus cochinchinensis*、盐肤木 *Rhus chinensis* 和路边青 *Clerodendrum bungei* 等,枯枝落叶层厚度约2.2 cm,其中枯枝占40%以上.厚荚相思人工林林相

较整齐,郁闭度0.75,林分平均树高14.8 m,平均胸径15.2 cm,林下植物主要有毛桐 *Mallotus barbatus*、桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*、潺槁树 *Litsea glutinosa*、越南悬钩子等灌木,以及五节芒和蔓生莠竹等,枯枝落叶层厚度3~4 cm,其中落叶占85%以上^[9].

2 研究方法

在经过全面实地调查并分析林分状况的基础上,分别在尾巨桉和厚荚相思人工林中选择邻近分布,母岩一致,海拔、坡向、坡位等立地条件基本相同,长势良好且较一致的林分,分别设置面积20 m×20 m的标准样地各3块,测定各样地树木的树高和胸径,分别以林分平均树高和平均胸径选择平均木,用Monsi分层切割法测定各林分的树枝及树叶的生物量^[10],在各样地中设置面积为1 m×1 m的样方5个,用“样方收获法”测定各林分的林下植被层和枯枝落叶层的生物量^[3],用“浸水法”测定持水量和持水率^[11].土壤调查采用剖面法,即在每个标准样地内中设置3个代表性土壤剖面,按0~20和20~40 cm分层采集土壤样品(考虑到两树种林龄仅为8年,加上75%以上的根系均集中在0~40 cm土层中,因此本文参照文献[3]仅研究0~40 cm土层),同时用环刀(体积100 cm³)采集原状土壤,用环刀法测定土壤水分物理性质和渗透性能^[3],用硫酸-重铬酸钾容量法测定土壤有机质^[3].

3 结果与分析

3.1 地上部分的持水性能

林分地上部分的持水性能主要由林冠层、林下植被(灌草)层和枯枝落叶层3个层次组成.降水在森林中首先被林冠所截留,其截留功能主要取决于林冠层枝叶生物量和叶面持水能力.林冠的下木和活地被物 also 具有很强的截留降雨能力,是第二作用层.林地上的枯枝落叶层具有很强的吸水性,能吸收大量降水,缓冲雨水动能,避免雨水溅击而导致土壤结构破坏,并有调节和阻滞地表径流的作用.

3.1.1 林冠层的持水性能 降雨到达森林时,首先为庞大的林冠层所截持.林冠层持水能力的大小除了受降水特征影响外,还取决于林分特性^[12],主要由林冠层枝叶生物量、叶面积指数、枝叶分枝角度、枝叶表面粗糙度及其持水率所决定.由表1可见,尾巨桉和厚荚相思人工林林冠层生物量分别为19.77和21.99 t/hm²,二者之间无显著差异,但后者的持水量7.40 t/hm²显著大于前者的5.93 t/hm²,表明厚荚相思人工林林冠层对降雨具有更强的截留能力.

表 1 尾巨桉和厚荚相思人工林地上部分持水性能¹⁾

Tab. 1 The water-holding capacity of aboveground part in *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crasscarpa* plantation

林分类型	林冠层(枝叶)		林下植被层		枯枝落叶层		地上部分
	生物量	持水量	生物量	持水量	现存量	持水量	总持水量
尾巨桉林	19.77 ± 0.96a	5.93 ± 0.29a	5.45 ± 0.54a	2.07 ± 0.20a	4.65 ± 0.30a	13.22 ± 0.84a	21.22 ± 0.77a
厚荚相思林	21.99 ± 1.34a	7.40 ± 0.28b	2.03 ± 0.27b	0.77 ± 0.10b	9.38 ± 0.65b	22.15 ± 1.55b	30.32 ± 1.21b

1)表中数据为平均值±标准误;同列数据后凡具有一个相同英文字母者,表示差异不显著(*F*检验,*P*>0.05)。

3.1.2 林下植被层的持水性能 不同林分结构影响了林下植被的种类及数量,使得不同林分林下植被层的持水能力存在差异.林下植被层的生物量和持水率共同决定林下植被层持水量的大小^[13].由表1可见,尾巨桉人工林林下植被生物量和持水量分别为5.45和2.07 t/hm²,分别是厚荚相思人工林(2.03和0.77 t/hm²)的2.68倍和2.69倍,无论是生物量还是持水量,两者之间均存在显著差异.这是由于尾巨桉人工林的郁闭度较厚荚相思人工林小,更利于林下植被的生长,因而其林下植被的生物量明显大于厚荚相思人工林,持水量也相应比厚荚相思人工林高.

3.1.3 枯枝落叶层的持水性能 森林凋落物层是森林生态系统垂直结构上的3个主要功能层之一^[14],是森林涵养水源中的重要环节,既能截持降水又能使土壤免受雨滴直接打击地面,又能阻滞径流和地表冲刷,还能通过腐殖质的形成,改良土壤结构,提高土壤渗透性.其持水性能与枯落物的组成、数量及分解速度有关^[7].由表1可见,尾巨桉、厚荚相思人工林枯枝落叶层现存量分别达4.65和9.38 t/hm²,持水量相应为13.22和22.15 t/hm²,后者分别是前者的2.02和1.68倍,两者之间也均存在显著差异.由此可见,厚荚相思人工林比尾巨桉人工林更有利于截持降水,避免雨滴溅蚀地表土壤,有利于改善土壤结构,减少土壤流失.

3.2 林地土壤的持水性能

森林在其生长过程中,林地土壤逐步形成由大

量腐根所产生的粗大孔隙、动物孔隙和其他非毛管孔隙,同时由于大量枯枝落叶的分解,使林地土壤有机质逐步聚积,改善了土壤结构和物理性状,形成较多水稳性团聚体.因此很多林地土壤特别是表土层土壤常常属于海绵状的疏松多孔结构,降雨时大量雨水沿着土壤孔隙下渗,暂时存贮于土壤孔隙中,其存贮水分的能力要比地上部分的持水能力要大得多^[3].因此,林地土壤通常是森林涵养水源的最重要场所,其透水和蓄水能力是反映森林涵养水源功能的重要指标之一.林地土壤对降雨的调节能力主要表现在对降雨的渗透能力和贮水能力两方面.

3.2.1 林地土壤的贮水性能 林地土壤是水分贮蓄的主要场所,林地土壤对水分的蓄持能力与土壤厚度和土壤孔隙状况密切相关^[15].由表2可见,无论是0~20 cm土层还是20~40 cm土层,尾巨桉人工林土壤容重均略大于厚荚相思人工林,土壤毛管孔隙度和非毛管孔隙度则呈现相反的趋势,但2种人工林之间的上述指标均无显著差异.根据文献[3]和[13]计算出来的厚荚相思人工林0~40 cm土层的总贮水量(1 887.4 t/hm²)比尾巨桉人工林(1 831.6 t/hm²)增加55.8 t/hm²,可见与尾巨桉人工林相比,虽然营造厚荚相思人工林较有利于改善土壤结构,增强土壤通气透水能力,提高林地的涵养水源和保持水土能力,但2种林分总贮水量间的差异未达到显著水平.

3.2.2 林地土壤的渗透性能 土壤渗透性能是林

表 2 尾巨桉和厚荚相思人工林 0~40 cm 土壤层贮水性能¹⁾

Tab. 2 The water-holding capacity in 0-40 cm depth in *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crasscarpa* plantation

林分类型	土层厚度/cm	容重/(g·cm ⁻³)	毛管孔隙度/%	非毛管孔隙度/%	最大持水量/%	0~40 cm 土层
						总贮水量/(t·hm ⁻²)
尾巨桉林	0~20	1.250 ± 0.05a	40.64 ± 1.85a	7.15 ± 0.38a	38.23 ± 2.72a	1 831.6 ± 41.20c
	20~40	1.426 ± 0.04A	38.12 ± 1.57A	5.67 ± 0.62A	30.71 ± 2.85A	
厚荚相思林	0~20	1.138 ± 0.048a	41.68 ± 1.01a	8.24 ± 0.37a	43.87 ± 1.33a	1 887.4 ± 20.04c
	20~40	1.384 ± 0.05A	38.61 ± 1.79A	5.84 ± 0.40A	32.12 ± 2.15A	

1)表中数据为平均值±标准差;相同土层厚度的同列数据后凡具有一个相同大写或小写英文字母者,表示差异不显著(*F*检验,*P*>0.05)。

分水源涵养功能的重要指标之一,它与土壤质地、结构、孔隙度、有机质含量、湿度和土壤温度有关.森林通过地上植被和林地土壤层对雨水的涵蓄后,除了林地蒸发散失外,大部分降水通过林地土壤渗透,以壤中流或地下水潜流形式汇入江河.土壤渗透能力大小一般用10℃时土壤渗透系数(K_{10})来表示^[13].从表3可知,无论是初渗值还是终渗值,厚荚相思人

工林0~20 cm土层的渗透速度或渗透系数均比尾巨桉人工林高,20~40 cm土层也有相似的结果,虽然除0~20 cm土层稳渗值外,两者之间的差异不显著,但总的来说,与尾巨桉人工林相比,厚荚相思人工林由于枯落物较丰富且较易分解,有利于提高土壤有机质含量,改善土壤结构和其他物理性质,从而更提高土壤的渗透能力,减少因超渗而引起的地表径流的产生.

表3 尾巨桉和厚荚相思人工林土壤渗透性能¹⁾

Tab.3 The soil permeation capacity in *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crasscarpa* plantation

林分类型	土层厚度/ cm	有机质/ (g · kg ⁻¹)	渗透速度/(mm · min ⁻¹)		K_{10} /(mm · min ⁻¹)	
			初渗值	稳渗值	初渗值	稳渗值
尾巨桉林	0~20	22.18±0.91a	18.60±1.27a	6.07±0.53a	6.63±0.48 a	2.28±0.18a
	20~40	8.72±0.93A	11.28±2.32A	3.56±1.28A	4.54±0.87 A	1.34±0.33A
厚荚相思林	0~20	27.70±0.62b	21.58±1.30a	11.40±0.31b	8.11±0.49a	4.29±0.18b
	20~40	11.08±0.57B	12.25±1.67A	4.02±0.44A	4.60±0.60 A	1.51±0.23A

1) 表中数据为平均值±标准差;相同土层厚度的同列数据后凡具有一个相同大写或小写英文字母者,表示差异不显著(F 检验, $P>0.05$).

3.3 水源涵养功能及价值评价

林分的总持水量由林分林冠层、林下植被层、枯枝落叶层和土壤层的涵养水分能力所决定^[3].林分总持水量越大,表明林分涵蓄水分能力越强^[8].由表4可以看出,厚荚相思人工林0~40 cm土壤层持水量为1 887.4 t/hm²,尾巨桉人工林为1 831.6 t/hm²,林分土壤层持水量均占林分总持水量的98.6%以上,在森林涵养水源中土壤层的作用均远远大于其他结构层次.森林不同层次的持水量大小顺序是:土壤层>枯枝落叶层>林冠层>林下植被层.厚荚相

思人工林林分总持水量(1 917.72 t/hm²)略大于尾巨桉人工林林分的总持水量(1 852.82 t/hm²),二者之间未达到显著水平.

鉴于国内还没有林分水源涵养价值的标准,因此,本文采用替代工程法,根据我国每建设1 m³库容的成本0.67元^[16]可计算出尾巨桉和厚荚相思人工林的林分单位面积水源涵养总价值分别为1 241.39和1 284.87元/hm²(表4),可见,2种人工林林分的水源涵养价值是十分可观的,但厚荚相思人工林的水源涵养价值比巨尾桉人工林略高.

表4 尾巨桉和厚荚相思人工林林分总持水量¹⁾

Tab.4 The total water-holding capacity in *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis* and *Acacia crasscarpa* plantation

林分类型	地上部分		0~40 cm土壤层		总持水量/ (t · hm ⁻²)	水源涵养价值/ (元 · hm ⁻²)
	持水量/(t · hm ⁻²)	占比/%	持水量/(t · hm ⁻²)	占比/%		
尾巨桉林	21.22±0.77a	1.14	1 831.6±41.20a	98.86	1 852.82±41.89a	1 241.39±28.07a
厚荚相思林	30.32±1.21b	1.35	1 887.4±20.04a	98.65	1 917.72±19.96a	1 284.87±13.37a

1) 表中数据为平均值±标准差;同列数据后凡具有一个相同英文字母者,表示差异不显著(F 检验, $P>0.05$).

4 讨论与结论

由于树种组成与林分结构的不同,尾巨桉和厚荚相思人工林的林冠层、林下植被层和枯枝落叶层的生物量和持水量均存在一定的差异.研究表明,7年生厚荚相思人工林林冠层、林下植被层、凋落物层生物量分别为21.99、2.03和9.38 t/hm²,持水量分别为7.40、0.77和22.15 t/hm²,依次为尾巨桉人工林相应组分持水量的124.79%、37.20%和167.55%,林分地上部分持水量(30.32 t/hm²)明显

高于尾巨桉人工林(21.22 t/hm²)和相似立地条件下18年生杉木人工林(13.89 t/hm²)^[3]和40年生马尾松人工林(16.10 t/hm²)^[13],表明厚荚相思人工林林分地上部分具有较高的储水性能.

厚荚相思人工林枯枝落叶丰富,分解较快,对土壤结构有良好的改善作用.因此,无论是0~20 cm土层,还是20~40 cm土层,厚荚相思人工林的渗透速度均比尾巨桉人工林高,土壤的持水性能也大于尾巨桉人工林,其中厚荚相思人工林土壤(0~40 cm)持水量(1 887.4 t/hm²)比尾巨桉人工林

(1 831.6 t/hm²) 高 55.8 t/hm².

尾巨桉和厚荚相思人工林的林分总持水量分别为1 852.82和1 917.72 t/hm²,林分单位面积水源涵养总价值分别为1 241.39和1 284.87元/hm²,表明2种人工林的水源涵养价值都比较可观,但由于厚荚相思人工林的枯枝落叶量较大并主要以落叶为主,凋落物中含N量较高^[7],有利于促进土壤良好结构的形成,增加土壤的通气透水性能,提高林分尤其是土壤容蓄能力,因而更有利于改善土壤肥力和提高林分的水源涵养功能.

参考文献:

- [1] 薛立,李燕,屈明,等.火力楠、荷木和黎蒴林的土壤特性及涵养水源的研究[J].应用生态学报,2005,169:1623-1627.
- [2] 时志杰,王彦辉.宁夏六盘山林区几种主要森林植被生态水文功能研究[J].水土保持学报,2005,9(3):23-28.
- [3] 何斌,秦武明,戴军,等.马占相思人工林不同年龄阶段水源涵养功能及其价值研究[J].水土保持学报,2006,20(5):5-8.
- [4] 陈少雄,杨建林,周国福.不同栽培措施对尾巨桉生长的影响及经济效益分析[J].林业科学研究,1999,12(4):357-362.
- [5] 殷亚方,姜笑梅,吕建雄,等.我国桉树人工林资源和木材利用现状[J].木材工业,2001,15(5):3-5.
- [6] 苏有文,何斌,张伟,等.尾巨桉人工幼林营养元素的生物循环[J].安徽农业科学,2009,37(26):12773-12775.

- [7] 秦武明,何斌,覃世赢,等.厚荚相思人工林营养元素生物循环的研究[J].水土保持学报,2007,21(4):103-108.
- [8] ARNOLD R J, CUEVAS E. Genetic variation in early growth, stem straightness and survival in *Acacia crassiparpa*, *A. mangiu* and *Eucalyptus urophylla* in Bukidnon Province, Philippines[J]. Journal of Tropical Forest Science,2003,15(2):332-351.
- [9] 何斌,余春和,何荣,等.厚荚相思中龄林养分分布与生物地球化学循环[J].华南农业大学学报,2012,33(1):53-57.
- [10] 冯宗炜,王效科,吴刚.中国森林生态系统的生物量和生产力[M].北京:科学出版社,1999:112-129.
- [11] 薛立,冯慧芳,郑卫国,等.冰雪灾害后粤北杉木林冠残体和凋落物的持水特性[J].林业科学,2008,44(11):82-86.
- [12] 杨玉盛.不同栽杉代数林分水源涵养功能的分析[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(5):120-124.
- [13] 何斌,黎跃,王凌晖.八角林分水源涵养功能的研究[J].南京林业大学学报,2003,27(6):63-66.
- [14] 李红云,杨吉华,鲍玉海.山东省石灰岩山区灌木林枯落物持水性能的研究[J].水土保持学报,2005,19(1):44-49.
- [15] 王棣,吕皎.油松混交林的水土保持及水源涵养功能研究[J].水土保持学报,2001,15(4):44-46.
- [16] 李晶,任志远.秦巴山区植被涵养水源价值测评研究[J].水土保持学报,2003,17(4):132-134.

【责任编辑 李晓卉】

(上接第219页)

顶现象,但生根培养不受影响.因此,在规模化生产时,为了有效利用培养空间又能保证芽的质量,继代芽要及时接转,同时将增殖芽放在培养架下部,生根培养放在培养架的上部.

黄梁木较好生根培养基为MS+NAA 0.1 mg/L,第6天肉眼可见白色的根点,15 d内生根率达100%,平均根数7.8条,平均根长1.4 cm.林碧珍等^[7]筛选出1/2 MS+IBA 0.5 mg/L+NAA 0.1 mg/L为最好生根培养基,生根率也达到100%,但平均根数为3.5条.可见,低浓度NAA有利于黄梁木的生根培养.

黄梁木组培苗移栽以进口泥炭土或黄心土为基质,移栽成活率均可达90%以上.但黄梁木苗期不耐冻,组培苗冬季户外移栽一定要注意盖膜保温.

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志:第71卷:第1分册[M].北京:科学出版社,1999.
- [2] 郑万钧.中国树木志编辑委员会.中国树木志:第4卷[M].北京:中国林业出版社,2004:4594-4595.
- [3] 祁承经,汤庚国.树木学[M].北京:中国林业出版社,2005:521.
- [4] 苏光荣,易国南,杨清.团花生长特性研究[J].西北林学院学报,2007(5):49-52.
- [5] 速生树组.团花树木物理力学性质的初步测定[J].热带植物研究,1974(5):11-13.
- [6] 徐英宝,郑永光.广东城市林业优良树种及栽培技术[M].广州:广东科技出版社,2005:266.
- [7] 林碧珍,张树河,林加耕.团花树组培快繁技术研究[J].中国热带农业,2009(3):46-47.

【责任编辑 李晓卉】