

## 滇南红厚壳的造林技术研究

任盘宇 肖文祥 邹寿青 刘祖瑜

(中国科学院西双版纳热带植物园 勐腊 666303)

关键词: 滇南红厚壳, 造林技术, 热带雨林树种, 造林学特性

中图分类号: 727.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-7488(2004)03-0189-04

### The Silviculture of *Calophyllum Polyanthum* (Guttiferae) in China

Ren Panyu Xiao Wenxiang Zou Shouqing Liu Zuyu

(Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences Mengla 666303)

**Abstract:** *Calophyllum polyanthum* is a climax tree species in the tropical rain forest of south Yunnan, China. It has excellent timber qualities and straight and orbicular bole which be favored by the local residents and be prepared for selection in afforestation. But so far, the research on the afforestation techniques of this species is scarce. In this paper, we demonstrated the silviculture characters of *C. polyanthum* through the researches of its seed and seedling biology, the techniques of nursery, and the ecological and geographic adaptability experiments in different climate zones. The results showed that: ①The seeds of *C. polyanthum* are not resistant to storage, less than 40% of the seeds can germinate after 3 months storage under the condition of room temperature, so, it should be collected and sowed as soon as the fruits are ripe. ②It is harder to be survived by planting naked-root seedlings due to its flourishing and less fibrous root taproot. ③The seedlings can not bear the direct sunlight, but the full sunlight is needed after several years growing. Therefore, one-year-old seedlings must be planted in shade or the understory of the forest, 2 years old seedlings can be planted in open area. ④1/2 of each leaf should be cut before planting if some fineroots are damaged. ⑤Good irrigation and fertilization condition are needed for the growth of *C. polyanthum* seedlings, and the major limitation of the plantation is low temperature the plants will die if the temperature is under 0°C for continuous 7 days. We conclude that *C. polyanthum* can be planted in the mountainous areas characterized by semi-shade or shade slope at 500~1000 m above sea level to the north of the tropic of cancer, such as Southern Yunnan, Southern Guangxi and the whole Hainan Island.

**Key words:** *Calophyllum polyanthum*, Afforestation techniques, Tropical rainforest tree species, Silviculture character

滇南红厚壳 (*Calophyllum polyanthum*) 是藤黄科(Guttiferae) 高大乔木, 高30~35 m, 胸径达1.2 m。树冠在林中或散生时均呈塔形, 树干通直圆满, 自然整枝良好, 枝下高高, 出材率高; 木材纹理直, 结构较细且均匀, 木质软硬适中、强度中等, 锯解和旋刨性能极佳, 表面平滑光洁, 易干燥, 不开裂, 少变形, 油漆后光亮红润, 胶粘极好, 握钉力中等。耐腐能力强。在原产地是老百姓建房、做家具爱用的树种之一(邹寿青等, 1999)。

滇南红厚壳在我国主要分布于云南省南部西双版纳、思茅、临沧等地海拔550~1800 m的热带山地雨林、热带雨林中, 老挝、缅甸、印度等也有分布。随着生境的改变及当地百姓对其偏爱性采伐利用, 现其野外自然资源已十分稀少, 仅在一些保护区及国有林内有零星的团状分布, 已被列为国家三级保护植物(邹寿青等, 1999; 西南林学院等, 1988)。目前仅在西双版纳热带植物园有小面积栽培, 国内外尚无有关滇南红厚壳造林技术的系统研究和报道。发展滇南红厚壳造林对保护该树种、解决全面禁伐天然林后给老百姓带来的建房用材难等问题具有十分重要的意义, 同时也为我国热带及泛热带地区增加一个好的造林树种。

### 1 材料与方法

1.1 种子和育苗试验 1998、1999年从云南省景洪市大勐龙镇勐宋(E100°29', N21°28')海拔1600 m的山地雨林中采种, 用常规方法进行种子一般特性测定, 萌发试验分别采用果、种子、种仁在沙床上播种, 每天观测

收稿日期: 2002-09-03。

基金项目: 云南省应用基础基金项目(98C097M), 云南省、中国科学院“省院合作项目”(99F01)资助。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

记录, 萌发率连续 60 d 没有变化为结束。种子贮藏试验在西双版纳热带植物园分别用室温布袋贮藏、室温干沙贮藏和自然阴干 15 d (含水量为 42%) 的种子, 用铝箔密封后贮藏于西双版纳热带植物园种子库 4℃库, 分别于 2、3、4、8、10 个月时进行种子萌发试验, 其余种子在西双版纳热带植物园及思茅地区景谷县凤山育苗, 育苗时先在沙床上播种, 待胚芽出土后移入营养袋。

1.2 地理适应性试验 于 1999 年用 1 年生苗送不同海拔、不同气候条件的昆明、玉溪、临沧、思茅等 7 个点种植, 适时记录生长成活情况, 并于 2 a 后调查保存率。

1.3 造林定植试验 分别于 1998-08、1999-06、2000-06、2001-06 用 3 月苗、1 a 苗、2 a 苗在西双版纳热带植物园及景谷凤山、思茅白木河进行造林定植, 设计了不同苗木类型(1 a 裸根苗与袋苗)、不同苗龄(3 月苗、1 a 苗、2 a 苗), 不同遮荫水平(在定植点周围用树枝“搭荫枝”, 下称“遮荫”; 在郁闭度为 40%~60% 的林下种植, 下称“林下种植”及全光照)及起苗时不同叶面修剪水平对比(不剪叶、每片叶剪 1/2、2/3 及半截干、叶片全去等 5 种方式); 同时用每叶剪 1/2 的修剪分别在不同的坡向作造林试验。定植 3 个月时检查成活率、半年及 1 a 时检查保存率。

1.4 生长速度测定 前 3 a 为 1999 年定植苗每年 6 月测定, 15 a 数据为 1987 年定植于西双版纳热带植物园的数据(种子采集地相同)。

## 2 结果与分析

2.1 种子及育苗特性 滇南红厚壳果实在高海拔地区(1 200 m 以上)4 月下旬至 5 月上旬成熟, 在低海拔地区(550~700 m)于 1 月中旬成熟, 果实成熟时其颜色从绿色渐变为暗绿色并落果, 采收可上树打落并在树下收集。果实椭圆球形核果, 直径 2~3 cm, 长 3.0~4.2 cm, 干粒重 12.2~14.1 kg, 种子干粒重 7.0~8.5 kg。刚采收的果实含水量 53.34%, 种子含水量为 65.08%。

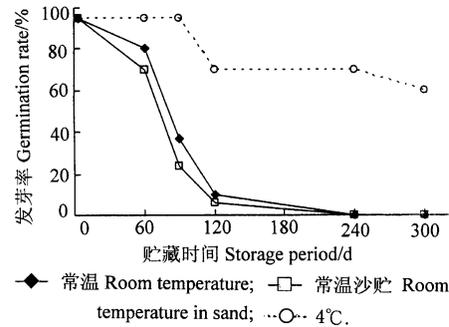


图 1 不同贮藏方式和时间的发芽率

Fig. 1 The germination rate of different storage condition and period

滇南红厚壳种子含水量较高, 不耐贮藏, 在常温下存放 4 个月后种子发芽率降到 10% 左右, 自然干燥 15 d 种子含水量降至 42% 后密封贮藏于 4℃冷库内可贮藏到 10 个月, 但其萌发率仅为 60% (图 1)。刚采集的种子萌发率最高, 故采种后应及时播种。也可考虑适当降低种子含水量后密封贮藏于 4℃环境, 待有条件时播种。

采用种仁播种发芽率最高, 达 98%, 且发芽迅速, 播种后 18~40 d 胚芽出土, 出苗整齐, 用种子播种发芽慢而不整齐。直接用果实播种也有较好的发芽率, 但胚芽出土最慢, 也不整齐(表 1)。胚芽出土后可

逐步移入营养袋培育。

表 1 滇南红厚壳不同材料发芽速度比较

Tab. 1 Comparison of sprouting speed among different materials

播种材料 Sowing materials	开始发芽天数 Days of starting sprouting/d	持续天数 Days of sprouting continued/d	发芽率 Germination rate/%
果实 Fruits	61	65	80
种子 Seeds	55	60	95
种仁 Kemels	18	22	98

滇南红厚壳 1 a 苗根系生长以主根生长为主, 须根很少。进袋 3 个月主根长 20 cm, 半年苗根长 30 cm, 这时主根已穿出营养袋, 1 a 后主根长 50 cm。而在移苗后半年采用将穿出的部分切除的方法进行切根处理的袋苗 1 a 时主根长也达 45 cm。而采用不通底袋育苗, 其主根不易穿出袋, 而在袋内盘绕, 穿出部分不多。2 a 苗的须根数量明显比 1 a 苗增多。

2.2 地理适应性 定植在 7 个试种点的滇南红厚壳除昆明、玉溪经过连续 1 周霜冻后全部死亡外, 其它 5 个点均能正常生长(表 2)。比较各点气候特点可见, 冬季低温是制约正常生长的主要因素。其原产地每年也偶有 1~2 d 霜冻, 但大多数年份全年无霜。如果出现连续 1 周以上霜冻的地方则不宜种植。由此可以看

出滇南红厚壳可在北回归线以南、1月平均温 10℃以上、无霜期 350 d 以上的地区发展种植。

表 2 地理适应性试验地点概况及苗木成活情况<sup>①</sup>

Tab. 2 The general situation of geographical adaptability experiment sites and the survival rates of seedlings

地点 Site	经纬度 Longitude & latitude	平均年降雨量 Average annual rainfall / mm	海拔 Altitude/ m	1月平均气温 Average temperature of January/ °C	有霜日数 Days of frost / (d·a <sup>-1</sup> )	1 a 保存率 Survival percent after 1 year/ %
昆明 Kunming	E102°41' N25°01'	1 011. 8	1 891	7. 7	79. 7	0
玉溪 Yuxi	E102°33' N24°21'	887. 8	1 637	8. 8	58. 4	0
临沧 Lincang	E100°05' N23°53'	1 166. 9	1 502	10. 7	39. 6	40
景谷县凤山 Fengshan, Jinggu	E100°50' N23°41'	1 253. 7	1 100	13. 0	1. 8	20~ 70
墨江县通关 Tongguan, Mojiang	E100°25' N23°20'	1 361. 0	1 800	11. 5	13. 9	75
思茅市白木河 Bainuhe, Simao	E100°52' N22°45'	1 547. 6	900	11. 4	14. 7	42~ 66
勐腊县勐仑 Menglun, Mengla	E100°25' N21°41'	1 532. 0	520	15. 3	0	75~ 91

①气象资料来源于云南省气象局出版的《云南气候图册》。The climatic data are from “Booklet of Yunnan Climate” published by the Meteorological Bureau of yunnan province.

2.3 立地条件 从各造林定植点的情况可以看出滇南红厚壳对立地条件有一定的要求, 喜爱微酸性、水分较好的壤性土壤, 在采伐迹地上生长较好, 在砂砾含量较高、坡度较大(大于 30°)、水分条件较差的地段生长不良。在同一造林点的不同坡向上, 造林保存率呈现出半阴坡> 阴坡> 阳坡> 脊地的规律(图 2)。可以看出, 滇南红厚壳的幼苗期喜阴湿环境, 造林地最好选择在土壤水湿条件较好的阴坡和半阴坡。

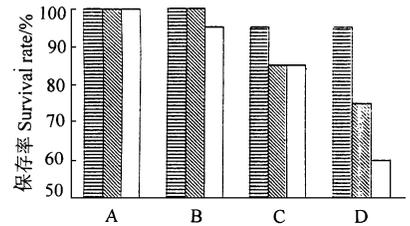
2.4 不同苗木类型对造林成活率的影响 用 1 年生裸根苗造林成活率很低, 采用定植后加遮荫方法试验, 裸根苗造林试验成活率仅 18%, 1 a 后保存率 7%, 而采用营养袋苗的造林试验成活率达 71%, 1 a 后保存率 62%。说明 1 a 苗很难用裸根苗定植成活, 发展造林应培育容器苗。

2.5 造林定植苗龄 幼苗雨季定植均具较高成活率, 但 3 月苗和 1 a 苗定植后 1 a 的保存率明显下降, 而 2 a 苗具较高的保存率(表 3)。主要由于 1 a 以内的幼苗根系还以直根系为主, 侧根不发达, 在起苗定植中有可能伤及根系, 植株蓄积的营养物质不够丰富, 雨季中恢复和生长的营养物质还不足以度过漫长的旱季; 而 2 a 苗则具较发达侧根系统, 并且植株蓄积了较充足的营养物质, 在水分条件好的雨季能迅速恢复并生长, 在旱季来临时已有较强抗旱性。

2.6 不同强度叶面修剪对造林成活的影响 造林起苗时会对根系造成损伤, 为了保障成活率, 采用修剪部分叶片或截干的方法, 以减少定植后过多的叶面蒸腾失水。从图 3 可见, 滇南红厚壳 2 a 袋苗用常规方法起苗, 可采用每个叶片剪去一半或半截干进行叶面修剪, 以保证根系吸收和叶面蒸腾的水分平衡。如在起苗搬运过程中不损伤根系, 可不作叶面修剪, 也能有较高的成活率; 而修剪强度过大, 反而会降低造林成活率。

2.7 不同的遮荫管理水平对保存率的影响 通过试验可见, 1 年生滇南红厚壳幼苗造林的成活率和保存率与遮荫管理水平有明显相关性(表 4), 不遮荫成活率及保存率较低, 而在幼苗四周“搭荫枝”具有较高的成活及保存率, 但此种办法会增加造林成本, 不利于大规模造林。在郁闭度 40%~ 60% 的次生林或低质林下造林, 成活及保存率均较高, 是 1 a 苗造林的理想造林地。而 2 a 苗对光照具有较强的适应性, 是全光照条件下较理想的造林苗。

2.8 生长速度 滇南红厚壳生长速度中等, 造林前 3 a 生长较

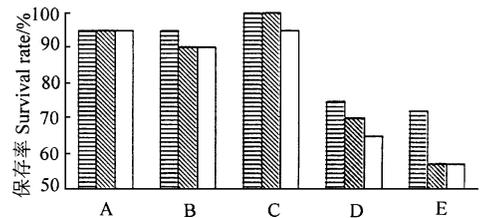


■ 3个月 3 months; ▨ 6个月 6 months □ 1 a 1 year

图 2 不同坡向对造林成活率的影响

Fig. 2 Influence of different aspects of slope on the survival percent

2 a 苗, 不遮荫 2-year old seedlings, without sunshading; 图中 A 为半阴坡 A: Semi-shade slope; B 为阴坡 B: Shade slope; C 为阳坡 C: Sun slope; D 为山顶 D: Mountain top.



■ 3个月 3 months; ▨ 6个月 6 months □ 1 a 1 year

图 3 不同叶面修剪方式的保存率

Fig. 3 The survival percent of seedlings in different leaf cut ways

2 a 苗, 不遮荫 2-year old seedling, without sunshading; A 全叶 A: Remaining all of leaves; B 截干 B: Cut half bole; C 剪 1/2 叶 C: Cut half leaf individually; D 剪 2/3 叶 D: Cut 2/3 leaf individually; E 去全叶 E: Cut all of leaves.

慢, 平均年高生长 0.5 m, 地径生长 0.7 cm, 定植 3 a 时平均高 2.1 m, 地径 2.5 cm, 定植 15 a 时平均高 14.3 m, 平均胸径 25 cm, 树高年平均生长量 0.8 m, 胸径年平均生长量 1.5 cm, 生长速度为中等。

表 3 不同苗龄幼苗对造林成活率及保存率的影响

Tab. 3 Influence of different seedling ages on the survival percent of seedlings

苗龄	平均高	平均地径	3 月时成活率	1 a 后保存率
Age of seedling	Mean height/m (n = 20)	Mean of basd diameter/cm (n = 20)	Survival percent 3 months later/ %	Survival percent after 1 year/ %
3 月苗 3 months	0.38 ± 0.09	0.3 ± 0.05	59	20
1 a 苗 1 year	0.81 ± 0.21	0.8 ± 0.12	65	32
2 a 苗 2 years	1.43 ± 0.34	1.2 ± 0.41	95	90

表 4 不同遮荫处理对造林成活及保存率的影响

Tab. 4 Influence of different sunshading treatments on survival percent of seedlings

处理	定植 3 月成活率	1 a 后保存率
Treatment	The survival percent after planting for 3 months/ %	The survival percent after planting for one year/ %
1 年生苗、不遮荫	65	32
1 year-old seedling, without sunshading		
1 年生苗、遮荫	71	62
1 year-old seedling, with sunshading		
1 年生苗、林下种植	84	70
1 year-old seedling, planted under forest		
2 年生苗、不遮荫	95	90
2 year-old seedlings, without sunshading		

### 3 结论与讨论

滇南红厚壳为典型的雨林树种, 其幼苗期不耐光照, 生长达一定标准后又十分喜光。且其根系为直根系, 造林时应充分考虑这一特性, 1 a 苗上山最好采用遮荫的办法或在郁闭度为 40% ~ 60% 的低质林、次生林下造林, 在全光照条件下造林最好培育 2 a 苗。滇南红厚

壳对水湿条件要求较高, 造林时应选择较好立地。发展造林的制约因素是冬季的低温, 可以在北回归线以南, 无霜期 350 d 以上的热带、亚热带地区如云南南部、广西南部及海南等地海拔 500 ~ 2 000 m 地区的半阴坡及阴坡作为造林树种。

红厚壳属 (*Calophyllum* L.) 植物树干中含大量胶质浸填体, 使其木材具有较好的防腐能力。在菲律宾吕宋岛附近打捞的一艘 400 a 前的西班牙古船上, 同属的红厚壳 (*C. inophyllum*) 船体起主要的保护作用 (Detienne, 1999)。该属植物大多含有吡喃类香豆素化合物, 多具有抗 HIV 活性, 其中几种如 calanolida A、calanolida B、inophyllum A、inophyllum P 等具明显抑制 HIV 逆转录酶的作用, 且其毒性低、安全性好, 是目前抗艾滋病的热点先导物, 有望成为治疗艾滋病的新一代非核苷酸类药物 (Kashman *et al.*, 1992; Patil *et al.*, 1993)。在滇南红厚壳种子中目前已发现 5 种类似化合物 (陈纪军等, 2001), 在其树皮、树叶、果肉等部寻找该化合物的工作及其抗 HIV 活性的试验也正进行中。发展规模种植有望带来巨大的经济和社会效益。

阔叶树种造林普遍冠幅大, 单位面积上定植的株数较少, 导致木材产量较少。如热带速生树种团花 (*Anthocophalus chinensis*), 单株胸径生长量可达  $2 \text{ cm} \cdot \text{a}^{-1}$ , 树高生长量可达  $2.5 \text{ m} \cdot \text{a}^{-1}$ , 12 a 可成材, 但其成年树木冠幅达  $12 \text{ m} \times 12 \text{ m}$ , 工艺成熟时只能  $285 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。滇南红厚壳树冠呈塔形, 具有冠幅小的特点, 可以适当密植。15 年生树木的冠幅为  $4 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ , 造林初植密度用  $1110 \sim 2640 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$  (株行距  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \sim 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ), 单位面积上的定植株数可达团花的 4 倍, 从而得到较大的平均单产, 是较好的阔叶造林树种。在热带地区造林 (海拔 900 m 以下) 可采用与团花进行带状混交的办法, 团花以  $3 \text{ m} \times 6 \text{ m}$  定植, 次年或第 3 年在行间以  $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$  定植滇南红厚壳, 1 年生团花平均高达 2 m, 2 a 生达 5 m, 可以为滇南红厚壳幼树提供荫蔽, 当团花达工艺成熟时, 将其采伐利用, 这时滇南红厚壳已渡过了幼年的喜阴期而转为喜阳性, 这样可以充分利用树种特性, 增加单位面积的经济产出。

### 参 考 文 献

- 陈纪军, 许敏, 罗士德等. 滇南红厚壳的化学成分. 云南植物研究, 2001, 23(4): 521-526  
 西南林学院, 云南省林业厅. 云南树木志(上). 昆明: 云南科技出版社, 1988: 624  
 邹寿青, 任盘宇, 肖文祥等. 滇南红厚壳. 见: 叶如欣, 莫树门, 邹寿青. 中国云南阔叶树及木材图鉴. 昆明: 云南大学出版社, 1999: 97  
 Detienne P. Timbers from an ancient Spanish galleon. Bois et Forêts des Tropiques, 1999, (261): 84-86  
 Kashman Y, Gustafson K R, Fuller R W *et al.* The calanolide, a novel HIV-inhibitory class of coumarin derivatives from the tropical rainforest tree. *Calophyllum lanigerum*. J Med Chem, 1992, 35(15): 2735-2743  
 Patil D P, Freyer A J, Eggleston D S *et al.* The inophyllins, novel inhibitors of HIV-1 reverse transcriptase isolated from the Malaysian tree. *Calophyllum inophyllum* Linn. J Med Chem, 1993, 59(10): 4131-4138