

⑮ 75-82

广西植物 (Gurhaia) 20 (1): 75-82

2000 年 2 月

文章编号: 1000-3142(2000)01-0075-08

红豆杉采穗圃营建技术

S792.490.4

S722.81

李莲芳¹, 尹嘉庆¹, 王达明¹, 杨军², 张廷俊³, 余腾怀⁴

(1. 云南省林业科学院, 云南昆明 650204; 2. 大理州林科所, 云南下关 671000;

3. 文山州林业局, 云南文山 663000; 4. 威信县林业局, 云南威信 553600)

摘要: 红豆杉是提取紫杉醇(Taxol)等有效抗癌药物及其前体的主要原料, 其人工原料林的培育是目前获得原料最简单、最经济的途径, 采穗圃是提供原料林繁殖材料的基础。文章从苗木培育、圃地选择、造林技术等方面介绍了红豆杉采穗圃的营建技术。并对在丽江、漕涧、昆明和马关等地建立的红豆杉采穗圃的穗条产量及发展前景进行了分析。

关键词: 红豆杉; 采穗圃; 穗条 **营建技术**、**穗条产量**

中图分类号: S567.1⁺90.43 **文献标识码:** A

Establishment for cutting orchard of *Taxus* spp.LI Lian-fang¹, YIN Jia-qing¹, WANG Da-ming¹,YANG Jun², ZHANG Ting-jun³, YU Teng-huai⁴

(1. Yunnan Academy of Forestry Sciences, Kunming 650204, China; 2. Dali Institute of Forestry Science,

Xiaguan 671000, China; 3. Wenshan Prefecture Bureau of Forest, Wenshan 663000, China;

4. Weixin County Bureau of Forest, Weixin 553600, China)

Abstract: *Taxus* spp. are the main raw materials for the production of Taxol. Cultivating artificial forest of *Taxus* spp. is the most economical and effective way for gaining of raw materials. Cutting orchard is the base of silviculture of reproductive materials. In this paper, some technologies for the establishment of cutting orchard of *Taxus* spp. are introduced and discussed, including seedling raising, orchard site selection, and forestation, etc. In addition the output of seedlings and future development for cutting orchard in Lijiang, Caojian, Kunming and Maguan were also analyzed.

Key words: *Taxus* spp.; cuttings orchard; cutting

1 目的意义

红豆杉(*Taxus* spp.)为红豆杉科(Taxaceae)红豆杉属(*Taxus* L.)植物的总称。由于红豆杉

收稿日期: 1998-11-25

作者简介: 李莲芳(1964-),女,副研究员,主要从事云南热带人工林培育及云南红豆杉繁殖栽培研究。

植物体(根、茎、叶)内含有紫杉醇(Taxol)、紫杉烷(Taxane)等有效而安全的抗癌药物的主要成分及其合成前体,受到了人们的广泛关注。目前,紫杉醇的获得有以下几方面的途径^[1]:

(1) 半合成 利用从红豆杉属植物小枝叶中提取的 10-脱乙酰紫杉赤霉素Ⅱ通过比较简单的半合成法转化为紫杉醇。虽然针叶中半合成原料的含量普遍较低,但可通过优良单株选择,进行无性系繁殖的方法培育高含量原料林,利用红豆杉萌发力强、耐修剪的生物学特性大量获得提取半合成产物的小枝叶原料。

(2) 全合成 采用线性或聚合的方法,利用便宜的化工原料等通过化学过程合成紫杉醇。这一方法虽然原料便宜,但合成过程复杂、成本高,实现商品化生产尚需时日。

(3) 真菌培养 从红豆杉树皮中获得含有紫杉醇的真菌,通过培养液繁殖,用真菌培养液提取紫杉醇。由于获得含有紫杉醇的真菌较困难,加之培养液中紫杉醇含量极低,要达到商业化生产还需等待技术的重大突破。

(4) 植物细胞培养 采用少量的红豆杉植物繁殖材料,通过组织培养获得植物原料提取紫杉醇。这是紫杉醇的一个有希望的长期资源,不过由于目前的高产细胞株未广泛发掘及成本的高昂等不利条件未解决,虽获得了诸多的试验室科研成果和专利,但要在商品生产中广泛应用,还需假以时日。

(5) 原料林培育 通过有性或无性繁殖的方法培育原料林直接提取紫杉醇或紫杉醇的半合成前体,这是目前最简单、最经济的方法。

综上所述,除全合成外,提取紫杉醇原料均离不开红豆杉植物本身。云南是我国红豆杉资源最为集中和丰富的地区^[2],但是,天然红豆杉的分布以零星散生的形式出现,难以满足生产上大批量的苗木繁殖所需,加之红豆杉中药用有效成分含量较低,即使含量最高的树皮,紫杉醇也仅达干皮重的 0.01%~0.02%^[3,4],提取药用有效成分的原料需求将是极大的。红豆杉采穗圃的营建,不但为红豆杉原料林培育提供大量的繁殖材料,而且保存了种质资源和基因资源的多样性,为科研及生产提供条件。同时红豆杉不但木材淡红色坚实、耐腐,具有很高的经济价值,而且树型美观、耐修剪、易造型,是优良的庭院绿化树种。采穗圃营建亦将为这一方面提供繁殖材料,因此,采穗圃的营建,无论对种质资源的保存与提供,还是生物多样性的保护都具有重要意义。

2 树种及实施地概况

2.1 树种

据资料记载,红豆杉属有 4 种分布于云南。采穗圃营建从物种多样性保存与保护的需要出发,除喜马拉雅红豆杉(*Taxus wallichiana*)因分布于滇西北,资源较少,难以采种和采条未收集外,其余 3 个种以云南红豆杉(*T. yunnanensis*)为主,部分收集了南方红豆杉(*T. mairei*)和红豆杉(*T. chinensis*) (见表 1)。

2.2 实施地概况

根据云南红豆杉属的天然分布区域,采穗圃共设置 5 个实施点,其中 4 个为自然分布区,1 个(昆明)为引种栽培区。实施点及其概况见表 1。

表 1 可知,采穗圃横跨经度 6°05',跨纬度 4°48',海拔高差达 1 228 m,年均温差 8.1℃,最冷月均温差 6.4℃,最热月均温差 8.7℃,年降雨量差 1 041.9 mm,涵盖了云南红豆杉属树种自然分布区的主要地域。

3 苗木培育

红豆杉大批量的苗木培育目前较为成功的有扦插和种子繁殖两种, 云南红豆杉和红豆杉由于种子产量少、发芽率低, 多以扦插育苗为主, 南方红豆杉分布地气温较低, 雨热同季, 不易控制温湿度, 扦插穗条生根率低, 加之种子发芽率较高, 以种子育苗为主。

表 1 红豆杉采穗圃实施点及其概况
Table 1 Location and climatic characteristics of experimental fields

位置 Location	地点 Site	经度 Longitude	纬度 Latitude	海拔(m) Altitude	年均温(°C) Mean annual temperature	最冷月均温 (°C) Coldest month mean temperature	最热月均温 (°C) Hottest month mean temperature	年降雨量 (mm) Annual rainfall	树种 Species
滇西北 Northwest of Yunnan	丽江 Lijiang	E99°33' ~ 100°16'	N26°11'	2 303	12.6	5.9	18.0	758.9 ~ 1 391.7	<i>Taxus yun- nannensis</i>
滇西 West of Yunnan	大理 Dali	E98°58' ~ 99°15'	N25°29'	2 400	8.8	1~9	14.2	1 500 ~ 2 000	<i>Taxus yun- nannensis</i>
滇中 Center of Yunnan	昆明 Kunming	E102°47'	N25°08'	1 970	11.7	7.6	19.6	958.1	<i>Taxus yun- nannensis</i>
滇东南 Southeast of Yunnan	马关 Maguan	E104°23'	N23°02'	1 500 ~ 1 600	16.9	9.5	21.8	1 291.2	<i>Taxus yun- nannensis</i> <i>T. chinensis</i>
滇东北 Northeast of Yunnan	威信 Weixin	E105°03'	N27°50'	1 172	13.4	3.1	22.9	1 062.5	<i>T. mansi</i>

3.1 种子繁殖

种子繁殖的云南红豆杉, 在引种区的昆明, 8~10 a 开始结实, 远早于东北红豆杉(*T. cuspidata*) 40~60 a 的始开花结实期^[2]。红豆杉和南方红豆杉始开花结实期目前不明确, 但都有结实现象, 尤其南方红豆杉, 仅威信县 1995 年采种量达 107 kg(带假种皮鲜种), 说明在种子丰年, 南方红豆杉有一定的种子产量。南方红豆杉和红豆杉由于分布区域较窄, 为保存遗传基因的多样性以便于进一步研究和优选, 采穗圃以种子繁育苗木定植为主。

3.1.1 采种及种子调制 云南的红豆杉属种子一般 7~10(~12)月陆续成熟, 成熟特征: 假种皮逐渐膨大, 由绿色变为绿黄色, 再变为红色时, 种子已成熟。成熟的红豆杉种子假种皮有甜味, 是鸟鼠喜食之物, 应立即采收。

采集的带假种皮的鲜种, 稍堆放 3~5 d 后, 用清水搓洗, 去除假种皮及杂质, 滤出种粒置于通风、干燥的阴凉处晾干待处理。

3.1.2 种子贮藏及催芽 红豆杉属种子为深休眠类型^[5], 必须经过半年以上的催芽处理, 否则播种后 1 年才能陆续发芽, 发芽极不整齐, 若不经催芽直接播于苗圃, 苗床管理不善, 会造成种子在发芽前腐烂而导致育苗失败。

红豆杉上述生理特性, 要求种子播种前必须作催芽处理。晾干的种子计划翌年播种育苗, 则贮藏与催芽同时进行。目前, 较为有效的方法是: (1) 湿砂贮藏催芽, 即种子经消毒后用湿砂拌种, 置于通风阴凉处贮藏, 贮藏的整个过程必须保持砂潮润, 隔 1~2 周翻动种子 1 次; (2) 冷冻贮藏催芽, 晾干的种子用布袋贮藏于冰箱(库)内冷冻, 到翌年 2~3 月份开春时取出同(1)法再催芽 1~2 个月后播种。威信县林业局对南方红豆杉种子作了 75 种不同的催芽处理, 结果

除上述 2 种方法外均未打破种子休眠。

3.1.3 播种与苗木管理 经催芽的种子,春季出现种壳裂嘴露白时即可播种。贮藏的种子未见露白,于播种前 2 周左右把种子置于向阳处,上盖塑料薄膜强化催芽,这期间,注意保持种子湿度,隔 1~2 d 翻动种子一次,部分种子露白时,播于苗床。播种苗床一般作成高床,宽 1 m,长视地形而定,沟播,沟距 20 cm,沟宽 3~5 cm 或 2~3 cm,每沟均匀播种 20~30 粒,覆土厚约 2 cm,上盖一层禾秸类保湿,但覆盖物不宜过厚,以免种子发霉腐烂。播种后要注意防止鸟鼠害,苗床适时适量浇水,保持土壤潮湿。种子播于苗床约 1 个月始发芽出土。

苗木出土初期,红豆杉生长缓慢,抗病力弱,半年内,每 20~30 d 交替喷 0.5% 多菌灵、1% 波尔多液、0.5% 高锰酸钾溶液。苗床应勤除草。一般春季播种,第 3 年雨季苗高 > 20 cm 时出圃定植。

3.2 扦插繁殖

云南红豆杉和红豆杉以扦插繁殖为主要的苗木培育方式,这是由于(1)天然的红豆杉零星散生,种子成熟期延续较长,采收费工时;(2)种子难以满足大规模的苗木培育所需;(3)红豆杉种子必须经过半年以上的催芽处理才能播种育苗,延长了育苗期。因此,采穗圃营建以扦插繁殖为主。

3.2.1 扦插季节 红豆杉四季均可扦插,具体时期据实施地的实际条件而定,如有雪的滇东北威信,以早春 2~3 月份较好;而昆明及马关,由于穗条必须远距离调运,为便于运输及保存,选择冬季 10 月至翌年早春的 1~2 月份较易实施;丽江与漕涧因穗条随采随插。为了获得较高的成活率,扦插时避开树木生长旺盛期为佳。

3.2.2 苗床与温棚(室) 由于扦插的红豆杉苗木在苗圃内生长 1~2 a 定植较易成活,苗床一般作成高床,以防雨季积水。苗床高 10~20 cm,宽 1 m,长视地形而定。

红豆杉扦插适宜的条件:空气日均温 18~26℃,≥32℃的气温延续时间不超过 6 h,土壤日均温度≥10℃,空气相对湿度≥70%,初期遮荫度≥75%,因此,温室(棚)加遮荫棚是扦插必须的条件。温棚分高棚和低棚两种。高棚,即 2~4 畦苗床共建一个塑料拱棚,棚中央高 1.5~2.0 m,两头分别各留一活动的通道以便于施工人员进出及通风控温。低棚,即每畦苗床分别建一塑料小拱棚,棚中央高 0.4~0.6 m。温棚可达到与温室相同的效果,如漕涧,最热月平均气温 14.2℃,温棚内同月平均气温 19.1℃,平均增温达 4.9℃,棚内日平均相对湿度≥75%,满足了生根的必须条件,昆明实施点的结果(表 2)进一步说明了温棚(室)的必要性。

表 2 表明塑料温棚平均提高温度 2.6~4.0℃,可保证≥20℃,提高相对湿度 27.3%~30.9%,满足≥70%的生根要求。

昆明和丽江干季较长,风大、空气干燥,温室内的湿度不易控制在生根要求范

围;温度过高,湿度不足。因此,若在温室下扦插,必须建塑料小温棚,如昆明 3~6 月份玻璃温室内空气相对湿度 40%~65%,温室下塑料小温棚内则达 73.3%~87.3%,提高相对湿度 35.9%~22.3%,玻璃温室最高温可达 34℃,而塑料温棚可控制在 32℃内。

3.2.3 采条及插穗制备 选择生长健壮的植株,采集 1~3 a 生饱满健康的枝条。采集时期以枝

表 2 昆明 3~6 月温棚内外温湿度比较

Table 2 Temperatures and moistures outside and inside of greenhouse from March to June in Kunming experimental spot

类目 Term		3 月	4 月	5 月	6 月
气温(℃) Temperature	塑料温棚 Inside of plastic shed		20.6	20.0	22.2
	棚外 Outside of plastic shed	13.6	16.6	18.9	19.6
相对湿度(%) Relative humidity	塑料温棚 Inside of plastic shed	73.3	81.9	80.1	86.2
	棚外 Outside of plastic shed	46.0	51.0	62.0	76.0

条充分木质化、含营养物质和水分较多时为最佳。

红豆杉扦插枝条长度 15~20 cm, 剪裁时, 上切口为平面, 下切口为单马耳(斜口), 下切口尽量在节上。为使穗条在生根萌芽前有部份光合作用, 保持水分与养分的平衡, 穗条上必须保留 1~2 个短侧枝(芽), 但留叶不宜过多。为防止日晒风吹, 剪制插穗应在荫凉处进行。不能立即处理的制备插穗, 捆成 50 条一捆, 贮藏于阴凉、潮湿处, 以防止下切口和穗条干燥。

3.2.4 扦插及苗期管理 穗条扦插前必须进行消毒及生根激素预处理。消毒用 0.5% 的多菌灵或高锰酸钾溶液浸泡约 30 s 钟。消毒后的穗条用吲哚丁酸(IBA)或 ABT2 号生根粉处理, 浓度以 0.2 g/L IBA 浸泡插穗 3 h 较好。但是, 在大批量扦插繁育苗木时, 由于浸泡时间长, 需要的容器多、不易操作, 因此宜以 1 g/L 或 0.5 g/L IBA 或 ABT2 号生根溶液速蘸扦插。

经过预处理的穗条, 以株行距 2 cm×4 cm、2 cm×8 cm 或 4 cm×5 cm 等密度扦插于苗床。为防止发霉, 密度不宜高于 2 cm×4 cm。扦插采用直插式, 若土壤疏松度不能使穗条直接插入, 可用木棍或铁棍先钻孔扦插。穗条务必入土深 1/2~2/3。插条地下部分与土壤紧密结合, 扦插后立即浇透水。

若苗床搭小温棚, 扦插后立即搭棚, 同样, 采用低遮荫棚的苗床, 在有阳光的晴天穗条扦插毕 3 h 内必须搭建荫棚。

红豆杉苗期必须注意水分管理及杂草控制。水分管理受季节、天气状况、实施点等影响, 判断方法为: 当塑料温棚内无水雾或水雾较少时(干燥季节有阳光的中午除外), 应立即浇水。浇水间隔期, 昆明、漕涧干季 2~3 d, 丽江约 7 d 左右, 雨季 15~20 d。由于温室(棚)内相对湿度大, 易发生病虫害或穗条发霉现象, 必须注意防范, 即定期(15~20 d)喷施药液, 药类由具体情况而定。

3.2.5 生根与保存率

(1) 生根率: 表 3 是各实施点的苗木生根率统计表。表中云南红豆杉昆明点生根率最低, 这是由于昆明扦插穗条均从大理、丽江调运, 运输及贮存时间较长所至, 说明

了长途运输对扦插生根的不利。丽江与漕涧穗条随采随插, 生根率较高, 且两地几近相等, 表明了就地育苗的优越性。威信生根率较低, 除树种原因外, 表明了高寒地区红豆杉扦插的劣势。

(2) 生根过程: 表 4 是漕涧林场云南红豆杉扦插 2~6 个月生根率统计表。表 4 说明: ①药剂处理可提高云南红豆杉生根率达 44.6%; ②未进行药剂处理的扦插苗, 扦插后 3~6 个月间, 生根率基本稳定, 说明无生根刺激素处理的红豆杉扦插苗, 仅是易生根或较健壮的穗条很快生根, 而难生根或较弱穗条, 基本不生根或经过漫长的愈合生根期(0.5 a 以上)。经药剂处理的与之相反, 逐渐刺激穗条生根, 0.5 a 时, 生根基本结束。

(3) 影响生根的因子: 温湿度、插穗年龄等是影响生根的关键因子, 生根激素及扦插深度也同样影响穗条生根。药剂处理的生根率见表 5。

表 3 红豆杉扦插生根率统计表

Table 3 Rhizogenesis of seedling in four trial plots

实施地 Experimental site	昆明 Kunming	丽江 Lijiang	漕涧 Caojian	威信 Weixin
树种 Species	<i>Taxus yunnanensis</i>	<i>Taxus yunnanensis</i>	<i>Taxus yunnanensis</i>	<i>T. mairei</i>
生根率(%) Rooted ratio	70~76.6	90.3	90.0	秋 48~60(93, 94 年) 春 15~25(94, 95 年)

注: 文山未进行扦插育苗, 扦插苗由省林科院提供。

表 4 云南红豆杉生根过程统计表(生根率(%))

Table 4 Process of root formation(Rooted ratio)

处理 Dispose	扦插时间(月)Period of cutting (Months)				
	2	3	4	5	6
200 mg/L IBA	20.0	57.5	67.5	92.5	100
CK	2.5	52.5	52.5	52.7	55.4

表 5 的数据不满足方差分析的齐性要求,经 $\arcsin \sqrt{x}$ 变换后进行方差分析,结果见表 6。

结果差异显著,进一步用 $k\bar{X}_i - \bar{X}_j/s$ 公式计算 Q' 与 $Q(7,21)$ 进行多重比较,见表 7。

表 5~7 反映了:

(1) 药剂处理是红豆杉

扦插生根较为有效的必须措施,比对照提高生根率 28.1%~44.6%。

(2) 药剂处理中,0.2 g/L IBA 浸条 3 h 和 1 g/L ABT2 蘸插是较为有效的方法,二者结果一致。从成本计算前者则较为合算,但处理时间相对较长。(3) 0.5 g/L IBA 蘸插优于浸穗条 1 h 的效果,平均提高生根率 9.5%,说明高浓度的生根激素在红豆杉扦插中不宜长时间浸泡。

红豆杉的扦插深度也是影响生根的因素之一,昆明点在其它条件相同深度不同时生根率统计见表 8。

表 8 说明穗条扦插深度应达到 1/2~2/3,才能够保证较高的生根率,扦插深度 6.0 cm 的成活率比 6~9 cm 的低 56.56%,比 10±1 cm 的低 61.15%,充分说明了适宜的扦插深度对获得高生根率的重要性。

(4) 苗木生长:春插的红豆杉苗木,

当年抽新梢,而秋插的苗木翌年春夏才发芽抽梢。一般 1~1.5 a 生苗木抽梢长 5 cm/a 左右,如漕涧 1.71 cm/a; 2 a 生苗可达约 20 cm/a,昆明 19.1 cm/a。新梢发枝数 1 a 生约 10 枝:漕涧 7 枝、丽江 11 枝; 2 a 生达 21 枝。根长 1~1.5 a 约 10~20 cm。苗木生长同时随着气候条件的不同而异,在温热潮湿的文山马关,1 a 生苗木高生长达 20 cm 以上,丽江 <10 cm。

4 采穗圃营建

4.1 圃址选择

最适的采穗圃应选择阴坡或半阴坡、坡度 5°~10°(~15°)的平缓地形,土壤水肥条件好,

表 5 药剂单因素处理生根率统计表

Table 5 Rhizogenesis of cutting treated by medicines

处理号 No. of dispose	因素及处理 Factor and dispose	生根率(%) Rooted ratio ¹⁾				平均生根率(%) Mean rooted ratio
		I	II	III	IV	
A	1 g/L IBA 蘸	80.0	100.0	81.7	88.9	87.65
B	0.5 g/L IBA 蘸	100.0	100.0	87.5	85.7	93.3
C	0.5 g/L 浸 1 h	75.0	100.0	100.0	60.0	83.8
D	0.2 g/L 浸 3 h	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
E	0.02 g/L 浸 12 h	75.0	100.0	87.5	100.0	90.6
F	1 g/L ABT2 蘸	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
G	CK	30.0	50.0	75.0	66.7	55.4

¹⁾生根率中 I~IV 为重复号,即每处理重复 4 次 I~IV is the repetition.

表 6 药剂单因素处理方差分析表

Table 6 Single factor variance test

误差来源 Error origin	自由度 Free variable	离差平方和 Square sum of deviation	均方差 Mean square	F-值 F-price	$F_{0.05}(6,21)$
组间 Between of groups	6	4746.92190	791.15363	5.63*	2.57
组内 Inside of groups	21	2949.26560	140.44122		
总和 Total	27				

表 7 药剂单因素处理生根率多重比较表

Table 7 Single factor multiple comparison on root formation rate of cutting by medicine

Q'	B	C	D	E	F	G
A	1.07	0.25	2.88	0.74	2.88	4.17
B		0.81	1.81	0.33	1.81	5.24***
C			2.62	0.49	2.62	4.42*
D				2.14	0.00	7.04***
E					2.13	4.91**
F						7.05***

$Q_{0.05}(7,21)=5.66$

疏松, 通透性良好。

红豆杉为耐荫植物, 幼龄期必须遮荫, >4 a 林龄可全光下生长。因此造林初期, 若无遮荫条件, 干旱地区的干季必须有灌溉条件, 昆明、丽江属旱季必须遮荫灌溉地区, 马关、威信、漕涧降雨量多, 干季相对湿度大或干季较短, 裸地造林, 可不灌溉。

4.2 采穗圃营建

4.2.1 造林季节及苗木选择 红豆杉造林一般选择雨季定植, 有灌溉的地区, 亦可春秋造林。造林苗木要求实生苗高 >15 cm, 扦插苗 >25 cm, 一般实生苗春季播种至第 3 年雨季造林, 扦插苗春插翌年雨季造林, 秋冬插第 3 年雨季出圃定植。

无论实生苗或扦插苗, 造林苗木应选择生长健壮、长势旺盛, 芽饱满等的优良苗木定植。扦插苗偏冠严重的不宜作为营造采穗圃的苗木。

4.2.2 造林密度 采穗圃以生产穗条为目标, 因此采穗圃造林密度以高密度密植为主(包括 3 个种)。主要采用以下 2 种模式。

(1) 茶园式双行高密度种植: 株行距 $0.2\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$, 即株距 0.2 m , 双行间的窄行距 0.5 m , 宽行距 1.5 m , 每亩造林 3 335 株。

(2) 茶园式双行低密度种植: 株行距 $0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m} \times 1.0\text{ m}$, 每亩定植 1 779 株。采穗圃还可据不同的立地条件及土地面积, 设计各种造林密度。

4.2.3 造林成活率 红豆杉造林成活率主要受苗龄影响, $1.5 \sim 3$ a 内苗龄越大成活率越高。裸根苗和袋苗的造林成活率无明显差异, 如昆明实施点裸根苗平均成活率 88.2%, 袋苗平均成活率 81.0%。南方红豆杉扦插苗成活率低于实生苗, 如威信扦插苗 74%, 实生苗 87%, 这是由于扦插苗在起苗和苗木运输过程中易损伤根所致。在湿热的马关, 实生苗和扦插苗造林成活率均可达 100%。

坡位也影响造林成活率, 如昆明同一块采穗圃内, 山上部比下部成活率低 24%~28%, 说明了红豆杉造林初期对水、湿的高要求。

4.3 采穗圃管理

一般采穗圃的定植于雨季进行, 成活后紧接着于季来临, 因此成活率与保存率不截然呈正比。良好的管理是达到高保存率的基本保证。

在采穗圃定植时, 应尽量施足有机底肥, 促进林木快速生长。造林后可进行叶面施肥, 药品可选择叶面宝或云大-120 等等。水分也是红豆杉保存和生长的关键因素, 因此采穗圃应以生物活体遮荫保持土壤水分或旱季浇水保证成活率与生长。

采穗圃除草在雨季初或雨季进行, 秋冬季, 为了增加旱季的遮荫度, 一般定植塘(或沟)外的杂草尽量不除至雨季来临时再除去。

4.4 林木生长

表 9 是各实施点林木生长统计表。

表 9 反映出: ① 文山马关为红豆杉生长较快的地区, 约 4 a 生苗木, 文山平均地径 6.09 cm, 平均高 228.9 cm, 丽江仅为平均地径 0.41 cm, 平均高 65.0 cm, 马关平均地径为丽江的 14.85 倍, 高达 3.52 倍; ② $2 \sim 3$ a 生红豆杉扦插苗木, 年平均发枝数约 10 枝左右, 则高密度密植茶园式 $2 \sim 3$ a 可采穗条约 45 万余条/ hm^2 , 低密度密植茶园式约 27 万条/ hm^2 ; 4 a 生平均发

表 8 扦插深度与生根率统计

Table 8 Depth of cutting inside soil and root formation rate

扦插深度(cm) Depth of cutting	抽样数(株) Number of sample	生根率(%) Rooted ratio
≤ 6.0	179	10.10
6~9	312	66.66
10 ± 1	307	71.25

注: 穗条长 15~20 cm

Note: Length of cutting is 10~20 cm

枝达 34 枝/株,两种模式分别可采穗条约 165 万余条/hm²、90 万余条/hm²,说明采穗圃穗条产量相当可观。(3) 随林(苗)龄增加,红豆杉生长量增大,发枝数迅速增加。

表 9 各实施点林木生产情况一览表
Table 9 Increments of *Taxus* spp. planted in different trial plots

地点 Experimental site	育苗时间 Date of breeding	造林时间 Date of silviculture	测定时间 Minute	苗龄(a) Age	平均地径(cm) Average diameter of based part	平均高(cm) Average high	平均新梢长(cm) Net growth of new branch	平均新梢发枝数(枝) Number of new branch	树 种 Species
丽江 Lijiang	1995. 7	1996. 3	1997. 4	2	0. 41	24. 76	3. 99(96 年)	1. 2(97 年)	<i>Taxus yunnanensis</i>
	1994. 7	1995. 4	1997. 4	4	0. 78	65. 00	14. 0(96 年)	10. 5(96 年) 34. 0(97 年)	
昆明 Kunming	1995. 3	—	1996. 6	1. 3	0. 32	28. 35	8. 31(96 年)	—	<i>Taxus yunnanensis</i>
漕涧 Caojian	1995. 11	—	1997. 4	1. 5	0. 31	25. 15	4. 74	7. 2	<i>Taxus yunnanensis</i>
马关 Maguan	1995. 3	1996. 11	1997. 9	2. 5	0. 49	39. 19	—	—	<i>Taxus yunnanensis</i>
	1996. 4	1997. 8	1997. 9	1. 5	0. 21	12. 49	—	—	<i>T. mairei</i>
	1994. 7	1994. 12	1997. 9	4. 5	6. 09	228. 9	—	—	<i>Taxus yunnanensis</i>

5 结 语

目前,获得紫杉醇原料最简单、最经济的方法之一是红豆杉原料林的栽培。进行红豆杉高药用有效成分的单株优树选择,建立采穗圃,为培育高质量的原料林提供优良的繁殖材料是红豆杉研究的一项重要内容。由于本研究与试验的时间尚短,红豆杉采穗圃营建的技术还未达成熟阶段,有待进一步完善。

参加本项工作的还有云南省林业科学院的周 云、邵金平、汪福斌和丽江地区林科所的李宏。

参考文献:

- [1] 云南省科技情报所, 云南省科委科技处. 红豆杉及抗癌新药紫杉醇研究动态[J]. 国内外科技发展动态, 1996, 25
- [2] 刘 涤, 章国英, 王 晓等. 红豆杉资源与紫杉醇生产概况[J]. 植物资源与环境, 1997, 6(1): 49~53
- [3] 吴榜华, 孙广仁, 张启昌. 紫杉属树木培育技术及紫杉醇的开发利用问题[J]. 吉林林学院报, 1996, 12(4): 191~196
- [4] 李莲芳, 王达明, 尹嘉庆等. 云南红豆杉扦插繁殖试验[J]. 云南林业科技, 1995, 1: 20~27
- [5] 吴榜华, 张启昌, 李德志. 东北红豆杉生长及营林技术的研究[J]. 吉林林学院学报, 1996, 12(3): 125~129