

南方红豆杉短周期药用林高产栽培技术研究

廖国华

(福建省三明市林业技术推广中心, 福建 三明 365000)

摘 要: 针对南方红豆杉生长缓慢的特性, 在福建省明溪县设置了林地套栽和农田设施栽培试验, 并结合生产经验, 提出其短周期药用林高产栽培技术体系。结果表明, 利用山地种植, 选择透光率为 55% ~ 60% 的 I、II 类立地的残次阔叶林和杉木林冠下, 或地形隐蔽、东向的山垅旱地, 选用苗高 25 cm 以上、地径 0.25 cm 以上的 1 年生优质苗木造林; 利用农田进行庇荫设施高产栽培, 应选用苗高在 15 cm 以上、地径 0.15 cm 以上规格的苗木栽植, 适宜栽植密度为 30 cm × 30 cm, 遮阳透光率在 50% 左右。苗木栽种后须加强幼林抚育、病虫害防治及配比施用 N、P、K 肥。利用农田设施栽培和山地种植的南方红豆杉药用林, 可分别于栽植后第 2~ 3 年和第 3~ 4 年秋冬季进行枝叶采收、截干采收和全株采收。截干采收的最佳季节为冬季, 截干高度 15 cm。

关键词: 南方红豆杉; 短周期; 药用林; 高产栽培

中图分类号: S 723. 1; S 725; S 727. 34

文献标识码: A

Cultivation of high-yield, short rotation, medicinal plantation of
Taxus wallichiana var. *mairei*

LIAO Guo hua

(Extension Center for Forestry Scientific and Technology of Sanming City, Sanming, Fujian 365000, China)

Abstract: Aimed to overcome the slow-growing disadvantage of *Taxus wallichiana* var. *mairei*, trials for inter-planting in forest and field cultivation were conducted. A short rotation and high yield cultivation method for medicine production purpose was resulted. On mountainous sites, grade I or II stands including land below the crown of the secondary broadleaf forest and the Chinese fir plantation or east facing, shady dry land could be considered for the plantation. The transmittance of crown in the areas should be 55% ~ 60%. One year old high quality seedlings above 25 cm tall and 0.25 cm in diameter near the ground level should be used. For high yield, field cultivation, shading facility should be considered and seedlings of taller than 15 cm and greater than 0.15 cm in diameter near the ground should be applied. The appropriate density and sunlight transmittance ought to be 30 cm × 30 cm and 50%, respectively. After planting, the young trees should be carefully tended, diseases and pests infestation well prevented, and N, P and K fertilizers properly applied. The short rotation and high yield medicinal plantations of *Taxus wallichiana* var. *mairei* cultivated in the field and mountainous sites could begin harvesting branches, leaves, stems or the plant in autumn and winter 2~ 3 years and 3~ 4 years after planting, respectively. Winter should be the best season for cutting stems at the height of 15 cm.

Key words: *Taxus wallichiana* var. *mairei*; short rotation; medicinal plantation; high yield cultivation

南方红豆杉 (*Taxus wallichiana* var. *mairei*) 为喜马拉雅红豆杉 (*T. wallichiana*) 之变种^[1], 广泛分布于我国南方各省区。其紫杉醇含量 (150 ~ 210 mg · kg⁻¹) 虽低于曼地亚红豆杉 (*T. × media*) 和喜马拉雅红豆杉, 但因其早期速生, 人工栽植 2~ 3 年即可收获, 因此南方很多省区营建了南方红豆杉原料林基地用以提取紫杉醇, 如福建南方生物技术股份有限公司和江苏红豆集团都已建

立了超过 1 300 hm² 的药用林基地。目前对南方红豆杉的栽培研究主要集中在育苗技术和合理施肥方面^[2- 4], 尚未见其高产栽培技术的系统研究报道。本文结合多年的生产经验, 研究和揭示了立地条件、苗木规格、栽植密度、光照条件、配比施肥、截干促萌等对南方红豆杉幼林生长和收获生物量的影响, 提出了配套的短周期高产栽培技术体系, 以期在生产应用提供理论依据。

收稿日期: 2009- 01- 12 初稿; 2009- 02- 05 修改稿
作者简介: 廖国华 (1963-), 男, 高级工程师, 从事森林培育研究和林业科技推广 (E-mail: lgh696872@sohu.com)
基金项目: 国家林业局重点科技推广项目 ([2005] 71 号); 国家林业局林业标准制修订项目 (2008-LY- 067)

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于福建省西北部、武夷山东南侧的明溪县，属中亚热带季风气候区。年平均气温 15.7~18.6℃，年降雨量 1700~1900 mm，≥10℃年积温 4525.8~5472.9℃，年平均无霜期 261d，是南方红豆杉中心分布区之一和发展南方红豆杉短周期药用林的适生区。

林地高产栽培试验设置在沙溪乡梓口坊村盘井山场和沙溪村，前者海拔 450 m，地形切割深度 50~100 m，地形较隐蔽，坡向东，坡度 10~20°，植被以槲栎类 (*Castanopsis* spp.) 为主，并零星分布有泡桐 (*Paulownia* spp.) 和山芝麻 (*Helicteres* spp.) 等，土壤为砂岩风化的山地红壤；后者用于开展杉木林冠下套种南方红豆杉的试验，海拔 250~360 m，地形切割深度为 50~100 m，坡度 20~30°，西向，土壤属山地红壤，土层深厚。该杉木林于 1985 年营造，1992 年开始抚育间伐。

农田设施栽培试验设置在城关镇上坊村，土壤为沙底灰泥田，肥力中等，有机质含量 42.0 g·kg⁻¹，全 N 含量 1.0 g·kg⁻¹，速效 N、有效 P 和速效 K 含量分别为 218 mg·kg⁻¹、3.8 mg·kg⁻¹ 和 48 mg·kg⁻¹，pH 值 5.4。

1.2 林地幼林栽培试验

1.2.1 2002 年 2 月在沙溪乡梓口坊村开展立地条件、苗木规格和不同坡向对比试验。(1) 选择 I 类、II 类和 III 类 3 个立地类型进行造林对比。I 类地 A 层厚度 21~30 cm，B 层厚度 60~82 cm；II 类地 A 层厚度 10~20 cm，B 层厚度 50~60 cm；III 类地 A 层厚度 5~10 cm，B 层厚度 50 cm 以下。试验 3 次重复，小区面积 300 m²，每小区栽植 100 株，选用苗高 20 cm、地径 0.20 cm 的 1 年生裸根苗造林，林冠透光度为 60%~70%。带状整地，带宽 60 cm，带间距 1 m，株行距 100 cm×100 cm (下同)；(2) 在林冠透光度为 50%~60% 的 II 类立地上，选用 4 种不同规格的 1 年生实生裸根苗 (表 2) 进行林地套栽对比试验，3 次重复，每小区 50 株；(3) 在东、西照的山垌旱地各选择 6 块立地条件相同的试验小区，用苗高 20 cm、地径 0.20 cm 的 1 年生裸根苗造林，每小区 50 株。

1.2.2 2001 年和 2002 年在沙溪乡梓口坊村分别利用肥力中等山地上栽植的 1 年生和 2 年生幼林开展不同肥种的施肥试验。设置复合肥、钾肥、磷肥、氮肥和不施肥对照 5 个处理，3 次重复，每小

区 20 株，1 年生和 2 年幼树分别每株施肥 15 g 和 40 g，施肥时间为每年的 4 月中旬。

1.2.3 2002 年 2 月在沙溪村结合杉木人工林的间伐利用设置 30%、50%、55% 和 60% 4 种林冠透光度进行对比造林试验，用苗高 22 cm、地径 0.30 cm 的 1 年生裸根苗造林，3 次重复，每小区 80 株。

1.3 农田幼林设施栽培试验

2002 年 2 月和 2004 年 2 月在明溪县城关镇上坊村农田分别开展遮阳、苗木规格和栽植密度等试验。苗木为当地种源的 1 年生裸根苗。(1) 2002 年 2 月，利用黑色塑料网搭设透光度分别为 50%、75% 和 100% (不遮阳) 庇荫环境，探讨遮阳对南方红豆杉生长的影响，试验 3 次重复，每小区 50 株。(2) 2002 年 2 月，选择 4 种规格的苗木 (表 2) 进行农田设施栽培比较，3 次重复，每小区 50 株，栽植密度 60 cm×60 cm，遮阳透光率为 50%。(3) 2004 年 2 月，设 20 cm×30 cm、30 cm×30 cm 和 30 cm×40 cm 3 种栽培密度，3 次重复，每小区 50 株，栽植遮阳透光率为 50%，

上述 1.2 和 1.3 的幼林栽培试验均采用完全随机区组设计。

1.4 幼林采收促萌试验

2001 年 12 月中旬，利用农田设施栽植的 1 年生幼林，设置 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 4 个截干高度进行促萌试验。同时于 2001 年 12 月中旬和 2002 年 2 月下旬进行两种不同截干时间的促萌试验。两试验皆采用完全随机区组设计，3 次重复，每小区 30 株。2007 年 12 月底，在农田设施栽培的 1、2 和 3 年生南方红豆杉药用林中，分别挖取 5 株生长平均值的幼树，测其树高、地径、冠幅、分枝和根系性状及各器官的收获生物量 (鲜重)，探讨林龄对生长和收获生物量影响，并考虑到不同林龄幼树和不同器官紫杉醇含量差异 (另文报告)，确定最佳的采收年龄。

2 结果与分析

2.1 立地条件对幼林生长的影响

5 年生测定结果表明 (表 1)，在 I 类地生长的幼树树高和地径与 II 类地差异不显著，而与 III 类地差异极显著，II 类地与 III 类地间的差异也极显著。与 II 类地比较，I 类地和 II 类地的 5 年生幼树树高分别提高了 30.1% 和 19.1%，地径则分别提高了 69.3% 和 45.9%。5 年生幼树冠幅在 3 种不同质量的立地上差异不显著。南方红豆杉幼树的根系穿透

能力较差，在土壤有机质量含量高、疏松透气、肥沃、湿润、排水良好的Ⅰ类和Ⅱ类立地上有利于其幼树根系的生长和发育。在生产中须选择Ⅰ类和Ⅱ类立地栽植南方红豆杉以实现高产经营。

表 1 不同立地条件 5 年生南方红豆杉的生长表现
Table 1 Growth performance of 5-year old *T. wallichiana* var. *mairei* trees on different sites

性状	树高 (m)	地径 (cm)	冠幅 (m)
Ⅰ类地	2.72 aA	3.69 aA	1.35 aA
Ⅱ类地	2.49 aA	3.18 aA	1.37 aA
Ⅲ类地	2.09 bB	2.18 bB	1.33 aA

2.2 苗木规格对幼林生长的影响

从表 2 可以看出，在农田底荫设施栽培条件下，不同规格苗木的栽植成活率皆达到 98%，苗木大小不影响栽植成活率。然而苗木大小对 1 年生幼树（不包括苗龄，下同）的生长影响却较大，与苗高 15 cm、地径 0.15 cm 小规格的苗木比较，苗

高 30 cm、地径 0.30 cm 和苗高 25 cm、地径 0.25 cm 两种规格的苗木其 1 年生幼树树高分别比增 36% 和 24%，地径分别比增 29% 和 16%，冠幅分别比增 36% 和 22%，全株鲜收获生物量分别比增 32% 和 22%。由于农田水肥条件较好，苗高 15 cm、地径 0.15 cm 规格的小苗木经过 1 年的生长和发育，幼树树高可达 50 cm，地径 0.86 cm，冠幅 0.36 cm，全株鲜生物收获量达 67 g，说明农田也适应小苗的生长。

林地套种的 2 年生幼树生长测定结果表明（表 2），选用苗高 30 cm、地径 0.30 cm 和苗高 25 cm、地径 0.25 cm 两种规格的苗木造林效果较好，其树高分别较苗高为 15 cm、地径为 0.15 cm 的苗木幼树高出 200.0% 和 177.8%，地径则分别高出 88.0% 和 70.0%。由于残次阔叶林土壤水肥条件不如农田，壮苗的适应性远较弱苗强，生长表现好，因此利用林地营建南方红豆杉药用林基地，应选用苗高 25 cm 以上、地径 0.25 cm 以上的 1 年生苗木造林。

表 2 南方红豆杉不同规格苗木对 1~2 年生幼树生长表现
Table 2 Effect of seedling size on growth of young *T. wallichiana* var. *mairei* trees under field cultivation and inter planting in forest

栽培条件	苗木规格	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)	全株鲜生物量 (g)	栽植成活率 (%)
农田设施栽培(1 年生)	苗高 30cm, 地径 0.30cm	68	1.11	49	99	98
	苗高 25cm, 地径 0.25cm	62	1.00	44	86	98
	苗高 20cm, 地径 0.20cm	56	0.96	42	76	98
	苗高 15cm, 地径 0.15cm	50	0.86	36	67	98
林地套种栽培(2 年生)	苗高 30cm, 地径 0.30cm	81	0.94	—	—	—
	苗高 25cm, 地径 0.25cm	75	0.85	—	—	—
	苗高 20cm, 地径 0.20cm	42	0.55	—	—	—
	苗高 15cm, 地径 0.15cm	27	0.50	—	—	—

2.3 栽植密度对幼林生长和收获生物量的影响

试验结果表明（表 3），随着栽植密度的增大，单株生长和收获生物量明显减小，而在较稀栽植密度下植株树高和地径生长量大，冠幅宽，侧枝数较多，根系发达，全株收获生物量高。在南方红豆杉幼树各器官中地下根部和树皮的紫杉醇含量最高，枝条次之，而叶部和树干木质部的紫杉醇含量最低（另文报告）。随着栽植密度的减小，植株地下部分根系和枝条所占比例略有增高，树皮和树干木质部所占比例都略有下降，叶部所占比例相近。与 20 cm × 30 cm 栽植密度比较，在 30 cm × 40 cm 栽植

条件下 2 年生幼树的冠幅为 62.2 cm，比增 39.9%，侧枝总数 37 条，比增 85.0%；全株鲜重 578.5 g，比增 52.2 g；根系、树皮和枝条收获生物量所占比例为 45.6%，提高了 1.6 个百分点。

进一步比较单位面积的收获生物量（鲜重，下同）和收入，显示 30 cm × 30 cm 栽植密度最佳，幼树收获生物量和经济效益最高。30 cm × 30 cm 栽植密度，即每公顷定植 61 050 株，收获生物量 34 725 kg，生物量收购单价按 6 元 · kg⁻¹ 计，收入达 208 350 元；30 cm × 20 cm 栽植密度，每公顷定植 91 575 株，收获生物量 34 815 kg，收入 208

890 元，这虽较 30 cm×30 cm 栽植密度增加了 540 元·hm⁻²，但每公顷多定植了 30 525 株苗木，也即多投入了 12 210 元（每株苗木价格按 0.4 元计，未考虑栽植费用），每公顷实际收入为 196 680 元；30 cm×40 cm 栽植密度，即每公顷定植 45 780 株，

收获生物量 26 475 kg，收入 15 8850 元，但与 30 cm×30 cm 栽植密度比较因每公顷少定植了 15 270 株苗木，也即少投入了 6 108 元，每公顷的实际收入为 164 958 元。

表 3 农田庇荫条件不同栽植密度下南方红豆杉 2 年生幼树的生长表现

Table 3 Growth, root morphology and individual biomass yield of 2-year old *T. wallichiana* var. *mairi* trees at different planting densities in field cultivation

栽植密度	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)	侧枝总数 (条)	根系总数 (条)	平均根系粗 (cm)	最粗根系粗 (cm)	平均根系长 (cm)	最长侧枝长 (cm)	平均侧枝粗 (cm)	最粗侧枝粗 (cm)
20cm×30cm	103.8	1.09	44.4	27	20	0.24	0.70	30	40	0.24	0.50
30cm×30cm	110.0	1.48	60.2	35	23	0.25	0.75	34	62	0.25	0.75
30cm×40cm	109.6	1.60	62.1	37	22	0.30	0.75	35	60	0.25	0.75

栽植密度	全株鲜重(g)	根系鲜重(g)	根系鲜重占全株比(%)	树皮鲜重(g)	树皮鲜重占全株比(%)	树干木质部鲜重(g)	树干木质部鲜重占全株比(%)	枝条鲜重(g)	枝条鲜重占全株比(%)	叶片鲜重(g)	叶片鲜重占全株比(%)
20cm×30cm	380.2	61.7	16.0	21.0	6.0	69.6	18.0	83.7	22.0	144.2	38.0
30cm×30cm	568.9	100.6	18.0	24.3	4.0	84.0	15.0	138.7	24.0	221.3	39.0
30cm×40cm	578.5	96.8	17.0	27.0	4.6	90.2	15.4	140.5	24.0	224.0	39.0

2.4 光照条件对幼林生长的影响

2.4.1 农田不同遮阳处理对幼树生长的影响 利用农田发展南方红豆杉短周期高产药用林，庇荫设施极为重要。表 4 表明，通过搭设庇荫网，遮阳透光率控制在 50% 时，2 年生的树高、地径和冠幅生长量及全株鲜重明显大于 75% 透光率处理，两者的全株鲜重相差 40.0%。在全光照条件下，因 6~9 月份高温强光不仅造成植株日灼死亡率达 50%，而且植株生长和收获生物量很小，树高、地径和冠幅仅分别为 51 cm、0.87 cm 和 43 cm，分别为 50% 透光率处理的 34.9%、37.2% 和 26.9%，全株鲜重仅 181g，仅为 50% 透光率的 1/7 左右。可见 50% 的遮阳透光率有利于南方红豆杉农田设施高产栽培。

表 4 农田不同遮阳条件下南方红豆杉 2 年生幼树的生长和收获生物量

Table 4 Growth and biomass yield of 2-year old *T. wallichiana* var. *mairi* trees under different shading conditions in field cultivation

遮阳处理	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)	全株生物量 (g)	死亡率 (%)
50% 透光率	146	2.34	160	1372	0
75% 透光率	114	1.67	75	980	0
全光照	51	0.87	43	181	50

2.4.2 林冠不同透光率对幼林生长的影响 结果

表明（表 5），杉木林冠透光率在 55%~60% 时，4 年生幼树树高、地径和冠幅最大，与 30% 林冠透光率比较，树高比增 20%~30%，地径比增 13%~18%，冠幅比增 18%~28%。随着林龄的增大，幼树光饱和点也不断增加，30% 林冠透光率处理因光照不足而影响幼树生长发育。

表 5 不同透光率杉木林冠下的 4 年生南方红豆杉植株生长差异

Table 5 Growth performance of 4-year old *T. wallichiana* var. *mairi* trees growing under Chinese fir canopy with different rates of sunlight transmission

杉木林冠透光率	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)
30%	159	2.13	1.20
50%	170	2.18	1.21
55%	191	2.52	1.53
60%	211	2.41	1.41

2.4.3 坡向对幼树生长的影响 坡向比较表明（表 7），栽植在东向山垅旱地的 1 年幼林树高、地径和冠幅分别为 62 cm、1.20 cm 和 53 cm，较栽植在西向山垅旱地的分别比增 15%、20% 和 33%，全株鲜重比增 29%。据测定，1 年生幼树（不包括苗龄）的光饱和点为 29500Lx，适宜生长的相对光照强度为全光照的 40%。东向山垅旱地其光照强度较

弱、湿度大、温度适宜, 利于南方红豆杉的生长, 而在西向的山垅旱地, 下午光照强度较强, 特别是夏天日照极端高温时间长, 湿度相对低, 不利于幼树生长, 导致幼树的生长量小、生物收获量低。

表 6 不同坡向对 1 年生南方红豆杉生长的影响
Table 6 Effect of slope s facing direction on growth of 1 year old *T. wallichiana* var. *mairei* trees

半日照山垅旱地坡向	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)
东向	62	1.20	53
西向	54	1.00	40

表 7 施用 N、P、K 肥对林地套种的南方红豆杉幼树生长的影响
Table 7 Effect of N, P, K fertilizer on young *T. wallichiana* var. *mairei* trees by inter planting in forest

幼树年龄	肥种	树高 (cm)		地径 (cm)		冠幅 (cm)	
		平均值	增长率 (%)	平均值	增长率 (%)	平均值	增长率 (%)
1 年生	复合肥 (N、P、K)	85	21	0.86	10	56	21
	钾肥	82	17	0.76	-3	50	7
	磷肥	81	16	0.73	-6	47	2
	氮肥	79	12	0.81	4	49	6
	未施肥 (CK)	70	0	0.78	0	46	0
2 年生	复合肥 (N、P、K)	135	42	1.58	55	100	59
	钾肥	117	23	1.27	24	81	28
	磷肥	121	27	1.42	39	92	46
	氮肥	110	16	1.21	18	72	14
	未施肥 (CK)	95	0	1.02	0	63	0

2.6 收获和促萌技术

2.6.1 适宜采收年龄 从表 8 可看出, 苗木定植后随着幼树年龄的增大, 其树体、冠幅、侧枝数和全株鲜生物量快速增大或增高, 全株鲜生物量从 1 年生的 101.0 g, 增至 2 年生时的 509.2 g 和 3 年生时的 1126.9 g, 分别增加了 5.04 倍和 11.16 倍。由于紫杉醇提取主要是利用根、皮和枝叶, 而树干木质部利用价值较小。随着树龄的增大, 树干木质部所占比例大幅提高, 从 1 年生时的 10.0% 增至 3 年生时的 21.7%。栽植当年主要是植株扎根恢复阶段, 生物产量小, 不能采收利用; 3 年生的植株虽然收获生物量较高, 但树干木质部所占比例高, 加之其枝叶的紫杉醇含量低于 1 年生和 2 年生幼树 (另文报告), 紫杉醇提取的成本高、得率低; 2 年生幼树的全株鲜生物量可达 509 g, 根、树皮和枝条占比例达 45.5%, 较 3 年生幼树高出 5.2 个百分点, 加之其枝叶的紫杉醇含量也高于 3 年生幼

2.5 不同配比施肥对幼林生长的影响

施肥试验表明 (表 7), 2 年生南方红豆杉幼树的施肥效果明显高于 1 年生幼树。栽植当年的幼树因根系处于扎根恢复阶段, 吸取土壤养分的能力较弱, 施肥效果不明显; 在苗木栽植的第 2 年, 幼树根系已发育完整, 养分吸收能力较强, 肥效较好。比较不同的肥种, 发现以复合肥 (N、P、K) 的肥效最显著, 2 年生幼树平均高 135 cm, 较未施肥对照增加 42%, 较单施钾、磷和氮肥分别增加了 15%、12% 和 24%; 2 年生幼树平均冠幅为 100 cm, 较未施肥对照、单施钾、磷和氮肥分别增加了 59%、23%、11% 和 39%。

树, 此时采收不仅可获得较高的收获生物量, 而且提取紫杉醇的得率也较高, 同时还可提早 1 年回收药用林建设的投资。经过几年的多次试验, 我们认为农田设施栽培的南方红豆杉药用林采收年龄为 2~3 年, 2 年生时就已达到了工艺、数量和经济成熟年龄。林地套栽的南方红豆杉药用林可实现 3~4 年生收获利用。

2.6.2 采收方法 南方红豆杉药用林收获可分枝叶采收、截干采用和全株采收 3 种。枝叶采收即于每年的 9~12 月采收 2~3 年生幼树 50% 的枝叶。全株采收则可隔株隔行采收全株生物量, 并挖取根系。每年按 50% 株数挖取, 连续采收 2~3 年。在生产上多采用截干采收以收获地上部分生物量, 并通过促萌实现多年采收利用。从表 9 可见, 冬天 (12 月 15 日) 截干促萌效果明显优于春季截干。冬季截干后树液和养分流失少, 截干伤口不易被真菌感染, 易愈合形成新的组织, 有利于冬季不定芽

的养分积累及在春季的萌发。春季（2 月 26 日）截干后伤口树液和养分大量流失且易为真菌感染，不利于不定芽的萌发。冬季截干萌条总数可达 6 71 条，鲜生物量达 186 g，分别是春季截干处理的 127. 1%和 744 0%。不同截干高度的对比试验表明（表 9），在幼树离地面高 15 cm 左右，采用修枝剪与树干 45°角斜切截干效果最好。截干保留树桩 15 cm 高度，幼树树桩一般留有 12 个左右的

不定芽，萌条的鲜生物量达 230 g，分别是截干高度 10 cm 和 20 m 处理的 123 7% 和 117. 9%。截干高度 5 cm 的处理，幼树树桩保留的不定芽偏少，仅 6~ 8 个，萌条也少，鲜生物量为 46 g，仅为截干高度 15 cm 处理的 1/ 5。此外，截干采收还应注意及时对截干后伤口涂腊或用塑料薄膜包扎，以利于来年萌芽生长。

表 8 农田底荫条件不同林龄南方红豆杉幼树的生长表现

Table 8 Growth, root morphology and individual biomass yield of young *T. wallichiana* var. *mairei* trees at different ages in field cultivation

林 龄	树高 (cm)	地径 (cm)	冠幅 (cm)	侧枝总数 (条)	根系总数 (条)	平均根系粗 (cm)	最粗根系粗 (cm)	平均根系长 (cm)	最长侧枝长 (cm)	平均侧枝粗 (cm)	最粗侧枝粗 (cm)
3	146	2 6	80	38	25	0 36	0 80	40	70	0 28	0 76
2	105	1 5	50	33	21	0 25	0 75	34	60	0 25	0 70
1	58	0 8	30	20	10	0 15	0 60	10	17	0 15	0 40

林 龄	全株鲜 重(g)	根系鲜 重(g)	根系鲜重占 全株比(%)	树皮鲜 重(g)	树皮鲜重占 全株比(%)	树干木质部 鲜重(g)	树干木质部鲜 重占全株比(%)	枝条鲜 重(g)	枝条鲜重占 全株比(%)	叶片鲜 重(g)	叶片鲜重占 全株比(%)
3	1126 9	148 0	13 0	71 1	6 0	245 0	21 7	239 7	21 3	423 2	38 0
2	509 2	86 4	17 0	24 1	4 7	81 3	16 0	121 0	23 8	196 5	38 6
1	101 0	36 6	36 2	5 7	5 6	10 0	10 0	10 5	10 4	37 2	37 7

表 9 不同截干时间和截干高度对 1 年生南方红豆杉幼树促萌生长的影响

Table 9 Effect of trancation time and height on sprout growth of one year old young trees of *T. wallichiana* var. *mairei*

截干处理	萌条总数 (条)	长度 50~ 90 cm 的萌条数 (条)	长度 20~ 49 cm 的萌条数 (条)	萌条鲜生物量 (g·株 ⁻¹)
截干时间(截干高度 10 cm)				
12 月 15 日	6 71	2 42	4 28	186
2 月 26 日	5 28	0 70	4 57	25
截干高度(12 月 15 日截干)				
5 cm	6 28	1 71	4 57	46
10 cm	6 71	2 42	4 28	186
15 cm	11 0	3 28	7 71	230
20 cm	9 1	3 85	5 28	195

3 结论与讨论

南方红豆杉在自然条件下生长相对缓慢，但人工栽培尤其是在农田设施栽培条件下生长速度较快，可实现短周期高产经营。作为药用林经营，要求具有大的收获生物量和高紫杉醇含量，选用紫杉醇含量高的优良品系及实施配套的高产栽培技术是两大关键。通过多年的农田设施栽培和林地套种栽培试验，揭示了立地条件、苗木规格、栽植密度、光照条件等主要栽培环节对南方红豆杉幼林生

长和生物产量的影响，攻克了南方红豆杉短周期药用林高产栽培的关键技术。为实现高效经营，提倡利用农田进行底荫设施高产栽培，应选用苗高在 15 cm 以上，地径 0 15 cm 以上规格的苗木栽植，最佳的栽植密度为 30 cm × 30 cm，遮阳透光率在 50% 左右。同时，为充分利用林下空间，可选择在透光率为 55% ~ 60% 的 I 、 II 类立地的残次阔叶林和杉木林冠下，选用苗高 25 cm 以上，地径 0 25 cm 以上的 1 年生优质大田苗造林。1~ 2 年生南方红豆杉幼树喜荫，须在底荫的条件下生长，但

随着树龄的增大，南方红豆杉幼树光饱和点和光补偿点逐年增加，3~4 年幼树可在全光照下生长，这样不仅有利于侧枝生长发育和生物收获量的提高，而且也可促进紫杉醇含量的生物合成^[5]。南方红豆杉苗木栽种后须加强幼抚、施肥和病虫害防治等才能实现高产，提倡使用有机肥作基肥为主，追施复合肥为辅，而追肥应在栽植的翌年进行。试验观测到在南方红豆杉栽植的翌年 4 月份配比施用复合肥（N、P、K）的效果明显优于单施氮、磷或钾肥。

通过多年的栽培试验及药用示范林建设，农田设施栽培条件下 2 年生南方红豆杉药用林就达到了工艺、数量和经济成熟年龄，为最佳的采收年龄。山地栽种的南方红豆杉药用林因生长和管抚条件不及农田设施栽培，可于栽植后第 3~4 年采收利用。南方红豆杉药用林的采收方法包括枝叶采收、截干采收和全株采收。因南方红豆杉幼树以气候条件适

宜的 5 月及秋冬季的 1 月与 9~12 月时的枝叶紫杉醇含量较高，是适宜的采收季节。若考虑到截干促萌的需要，应在秋冬季节进行收获，截干采收时截干高度以 15 cm 最佳。

参考文献:

[1] Fu L, Mill R R. 1999. Taxaceae. Flora of China [M]. 1999, 4: 89–96.

[2] 潘标志. 南方红豆杉不同育苗方式苗木质量的比较研究 [J]. 福建林业科技, 2005, 32 (2): 39–42.

[3] 王月生, 周志春, 金国庆, 等. 基质配比对南方红豆杉容器苗及移栽生长影响 [J]. 浙江林学院学报, 2007, 24 (5): 643–647.

[4] 金国庆, 余启国, 焦月玲, 等. 配比施肥对南方红豆杉生长的影响 [J]. 林业科学研究, 2007, 20 (2): 251–256.

[5] 王晶伟, 仝川, 李文建, 等. 遮光对南方红豆杉生长及紫杉醇含量的影响 [J]. 生态学杂志, 2008, 45 (2): 1269–1273.

(责任编辑：翁志辉)