

# 三尖杉短周期药用林高产栽培技术研究\*

潘标志

(福建省林业科学技术推广总站, 福建 福州 350003)

**摘要:** 针对三尖杉生长缓慢的生物学特性, 设置了有关苗木培育、幼林栽培和采收利用等试验, 并结合生产经验, 研究了三尖杉优质苗木培育、短周期药用林高产栽培和采收利用技术体系。试验结果表明, 通过及时催芽和提早至 3 月进行点播, 出苗后适时遮阳 (透光率为自然光照的 10%), 及加强水肥管理和病虫害防治等技术, 可突破 1 年生苗木生长慢的技术瓶颈, 可使大面积培育的三尖杉苗木平均苗高达 20 cm, 平均地径达 0.45 cm。选用药用优良种源和品种, 配套科学的栽培技术措施可实现三尖杉短周期药用林高产栽培。若利用山地经营, 可选择在 I、II 类立地的残次阔叶林林冠下或地形隐蔽、东向的山垅旱地, 采用苗高 21~25 cm, 地径 0.40 cm 以上的 I、II 级优质苗造林, 残次阔叶树要求林冠透光率在 55% 左右。林冠下栽植和山垅旱地造林的适宜密度分别为 1 m × 0.3 m 和 0.3 m × 0.3 m。若利用农田庇荫设施栽培, 应选用苗高 15~20 cm, 地径 0.30 cm 以上规格的苗木栽植, 栽植密度为 0.3 m × 0.3 m, 遮阳透光率在 50% 左右。苗木栽种后须加强幼林抚育和病虫害防治及配比施用 N 肥、P 肥或 K 肥等。利用农田设施栽培和山地种植的三尖杉药用林, 可分别于栽植后第 3~4 年和第 4~6 年秋冬季进行枝叶采收、截干采收和全株采收, 截干采收时截干高度以 10 cm 最佳。

**关键词:** 三尖杉; 苗木培育; 药用林; 栽培

中图分类号: S723.1

文献标识码: A

## Study on High-yield Cultivation Technology of Short Rotation Medical Plantation of *Cephalotaxus fortunei*

PAN Biao-zhi

(Extending Center for Forestry Science and Technology of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China)

**Abstract** Considering the slow growth rate of *Cephalotaxus fortunei*, field trials were conducted including seedling fostering, plantation cultivation as well as harvesting mode to establish systematic technique including nursing of super seedlings, cultivation of short period, high-yield officinal plantation of *C. fortunei*. Through timely accelerating germination, early sowing, timely shading after germination (10% intensity of the sunlight), favorable management for water and fertility, as well as strict control for disease and pest, the growth rate of one-year old seedlings were improved, and the average height and diameter of *C. fortunei* seedlings reached 20 cm and 0.45 cm respectively. The efficient nursing could be achieved by the utilization of super provenances and varieties, as well as matching for relevant scientific techniques for nursing. For the mountainous sites, land under the crown of broad leaf at grade I or II stands, as well as eastward shady land would be preferential, and super seedlings of grade I or II with 21–25 cm for height and 0.40 cm for diameter should be selected for cultivation. The proper planting density should be 1 m × 0.3 m and 0.3 m × 0.3 m for land under broadleaf crown and shady droughty land respectively. If the havelock

收稿日期: 2008-12-29

作者简介: 潘标志 (1973—), 男, 福建长乐人, 硕士, 高级工程师. E-mail: panbz2003@163.com

\* 本研究得到中国林科院亚热带林业研究所周志春研究员和福建省明溪县绿色生态研究所余能健教授级高级工程师的指导, 谨致谢忱!

equipment in field was used seedlings with 15–20 cm for height and 0.30 cm for diameter should be selected for cultivation, with the density and transmittance being 0.3 cm × 0.3 cm and 50% respectively. After planting, fostering for young seedlings and preventing for disease and pest should be strengthened, at the same time the N, P and K should be properly applied. The harvest, including harvest of branches, leaves, cutting stem or the whole plant in short period and high-yield official plantation of *C. fortunei* should be performed in autumn and winter 3–4 years or 4–5 years after planting, of which the stem should be cut at height of 10 cm.

**Key words** *Cephalotaxus fortunei* seedling raising, medical plantation, cultivation

三尖杉 (*Cephalotaxus fortunei* Hook. f.) 为我国重要的特有珍稀濒危木本药用植物<sup>[1]</sup>, 星散广域分布于浙江、安徽、福建、江西、湖南、湖北、河南、陕西、甘肃、四川、云南、贵州、广东和广西等省区, 目前多散生于一些自然保护区和保护小区内。三尖杉酯碱和高三尖杉酯碱等我国首创的抗癌药物即来源于三尖杉及同属的粗榧 (*C. sinensis* (Rehd. et Wils.)), 海南粗榧 (*C. mannii* Hook. f.) 及篦子三尖杉 (*C. olinar* Mast) 等, 主要用于治疗急性白血病和恶性淋巴瘤, 同时还用于治疗黑素瘤、肺癌、乳腺癌和脑肿瘤等<sup>[2]</sup>。我国从 20 世纪 70 年代开发利用三尖杉双酯碱以来, 其重要经济价值渐被人们认识, 从而加大了研发的力度与进程。三尖杉双酯碱的国际市场巨大, 但因受制于较少的自然资源, 我国的生产量很少。通过人工种植是解决当前三尖杉酯碱类提取原料短缺的主要途径。

建立三尖杉优质高效药用林基地, 必须选用三尖杉双酯碱含量高、幼林生物收获量大的优良种源和品种, 同时还须实施科学的配套栽培技术措施。李因刚等<sup>[3]</sup>基于来自 11 个省区 24 个产地的三尖杉种源试验, 初选出福建武夷山、柘荣等 7 个药用优良种源可供生产应用。三尖杉短周期药用林高效栽培涉及立地选择、壮苗造林、幼林抚育、配比施肥、栽植密度、采收林龄、截干促萌、病虫害防治等培育技术及其优化配置, 然而有关三尖杉药用林相关栽培研究却较少, 仅见播种和扦插育苗等研究<sup>[4–6]</sup>。本文基于三尖杉育苗和药用林栽培的系统研究, 并结合多年来的生产经验, 提出了三尖杉短周期药用林高效栽培技术体系, 以供生产应用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于福建省明溪县, 该县座落于福建省的西北部, 武夷山的东南侧, 属中亚热带季风气候区, 气候温和, 雨量充沛, 湿润多雾, 冬少严寒, 夏无

酷暑, 年平均气温 15.7~18.6℃, 极端最高气温 39℃, 极端最低气温 -11℃, 年降水量达 1700~1900 mm, ≥10℃年积温 4525.8~5472.9℃, 年平均无霜期 261 d 是三尖杉中心分布区之一和发展三尖杉短周期药用林的适生区。

三尖杉育苗及农田设施栽培试验设置在明溪县城关镇上坊村苗圃, 其农田土壤为沙底灰泥田, 肥力中等, 有机质含量 42.0 g·kg<sup>-1</sup>, 全 N 含量 1.0 g·kg<sup>-1</sup>, 速效 N、有效 P、速效 K 含量分别为 218.3 & 48 mg·kg<sup>-1</sup>, pH 值为 5.4。三尖杉林地栽培试验设置在明溪县沙溪乡梓口坊村盘井山场, 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°, 植被以栲栳类 (*Castanopsis* spp.) 为主, 并零星分布有泡桐 (*Paulownia* spp.) 和山芝麻 (*Hemilictes* spp.) 等, 土壤是砂岩风化的山地红壤。

### 1.2 育苗试验

分别设计不同播种时间、不同播种方式和不同施肥等育苗试验, 试验种子为福建省明溪县当地产。于 2002 年 3 月 5 日、4 月 5 日和 5 月 5 日采用点播方式开展不同播种时间的育苗试验, 试验按完全随机区组设计, 重复 3 次, 试验小区 2 m<sup>2</sup> (播种种子数约 300 粒)。2003 年 3 月 25 日进行点播、条播和撒播 3 种播种方式的育苗试验。试验同样按完全随机区组设计, 重复 3 次, 试验小区 2 m<sup>2</sup>。点播株行距为 5 cm × 14 cm, 条播行距为 14 cm, 每 m<sup>2</sup> 出苗 155 株; 撒播处理每 m<sup>2</sup> 出苗 210 株。不同播种时间和播种方式的育苗试验其遮阳透光度为 25%, 其它措施同常规生产。选用复合肥 (N、P、K 含量为 15%) 和大肥葆 (湖南正旺农肥科技有限公司产的富含大量和微量元素的叶面专用肥, N-K<sub>2</sub>O ≥ 25%, MgO ≥ 3%, 水溶性 ≥ 99%) 进行苗期施肥试验, 设置大肥葆、大肥葆 + 复合肥、复合肥和不施肥对照 4 个施肥处理, 试验按完全随机区组设计, 重复 3 次, 试验小区 5 m<sup>2</sup>, 大肥葆和复合肥皆采用水施追肥, 浓度分别为 0.3% 和 1%, 追肥时间、次数和方法相同。

### 1.3 幼林栽培试验

2001年2月利用1年生实生裸根苗在福建省明溪县沙溪乡梓口坊村盘井山场开展立地条件、苗木规格及林冠透光度对三尖杉幼林生长影响的造林对比试验。选择3种土壤条件的立地开展造林对比试验,即I类地,其立地质量和土壤肥力好,A层厚度21~30 cm,B层厚度60~82 cm;II类地,立地质量和土壤肥力较好,A层厚度10~20 cm,B层厚度50~60 cm;III类地,立地质量和土壤肥力一般,A层厚度5~10 cm,B层厚度50 cm以下。试验按完全随机区组设计,3次重复,小区面积300 m<sup>2</sup>,每小区栽植120株,苗高18~20 cm,地径0.30 cm。林冠透光度为50%~55%。

在II类地上,通过采伐部分阔叶树和灌木设置30%、40%和55%3种林冠透光度的对比造林试验,利用1年生II级实生裸根苗(苗木分级标准见表1)造林,试验重复3次,50株小区。同时,在林冠透光度为50%~55%的II类地上,选用I、II和III级3种规格的1年生实生裸根苗进行林地套栽对比试验。林地带状整地,带宽60 cm,带间距1 m,栽植株行距1 m×1 m,试验为完全随机区组设计,3次重复,40株小区。此外,还在福建省明溪县沙溪乡盘井坑山垅地的东、西坡旱地各选择6块立地条件相同的试验小区,用1年生II级实生裸根苗造林,每个小区栽植40株。

在福建省明溪县城关镇上坊村农田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,研究农田遮阳对三尖杉生长的影响,试验采用完全随机区组设计,3次重复,50株小区,

2002年2月利用福建明溪当地地产的三尖杉1年生II级实生裸根苗栽植。是年,还利用栽植的1年生苗木,连续开展2年的农田幼林施肥试验。设置复合肥、K肥、P肥、N肥和不施肥对照5个处理,采用完全随机区组设计,3次重复,20株小区,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5月中旬。此外,还于2002年12月中旬利用农田设施栽植的1年生三尖杉幼树,设置5、10、15 cm 3个截干高度的促萌试验。截干试验采用完全随机区组试验设计,3次重复,15株小区。

## 2 结果与分析

### 2.1 优质苗木培育技术

#### 2.1.1 播种时间和方法对三尖杉苗木生长的影响

采收种子洗净阴干后,及时用干净塑料袋包装密封,放在5℃环境中低温贮藏30天左右,然后在室内常温下用新鲜清水沙进行沙藏催芽。当3月上旬至5月上旬三尖杉种皮裂口露白时及时播种。播种前须先整地做床和对土壤进行杀虫灭菌,每公顷施饼肥7 500~15 000 kg,床面宽100~120 cm,床高25 cm左右,床间步道30 cm左右。要求苗床表面土层整细、整平、压紧后,即可播种。一般每公顷播种量为1 875 kg,大约每公顷播种已发芽的种子75万粒,产苗量在67.5万株左右。种子发芽后进行点播,行距14 cm,株距5 cm,点播后立即覆盖火烧土,盖土厚度为0.5~1 cm,并覆盖一层稻草,厚度以见不到苗床表土为准。一般在4月下旬至5月上旬,幼苗出土60%时立即揭去稻草,同时进行搭设荫棚遮阳。

表 1 不同播种时间的三尖杉 1 年生苗木质量

播种时间 (月-日)	苗高 / 地径 / 冠幅 / 侧枝数			等外苗		III级苗		II级苗		I级苗		超级苗			
	cm	cm	cm	株数	比例 %	株数	比例 %	株数	比例 %	株数	比例 %	株数	比例 %		
03-05	24.87	0.63	17.07	3	27	0	0	101	33.5	101	33.5	60	20.0	38	13.0
04-05	18.33	0.47	13.87	3	13	87	27.0	159	53.0	60	20.0	0	0	0	0
05-05	7.93	0.33	7.00	1	33	300	100.0	0	0	0	0	0	0	0	0

注:超级苗:苗高31 cm以上,地径0.60 cm以上,冠幅24 cm以上,侧枝6条以上;I级苗:苗高26~30 cm,地径0.50 cm以上,冠幅20 cm以上,侧枝4条以上;II级苗:苗高21~25 cm,地径0.60 cm以上,冠幅18 cm以上,侧枝3条以上;III级苗:苗高15~20 cm,地径0.30 cm以上,冠幅15 cm以上,侧枝2条以上。

表1结果表明,3月5日播种育苗的苗木质量最好,平均苗高24.87 cm,平均地径0.63 cm,分别较4月5日播种的苗木高出35.7%和34.0%,较5月5日播种的苗木分别高出213.6%和90.9%。在3月5日播种的苗木中超级苗占13.0%,I级苗占20.0%,II级苗占33.5%,III级苗占33.5%,而在4

月5日播种的苗木中II级苗占20%,III级苗占53%,等外苗占27%,在5月5日播种的苗木皆为等外苗。3月5日播种,3月底幼苗即可出土,4月份幼苗已形成,5月初即可进入苗木高、径生长盛期,生长盛期可达70天;5月5日播种,5月20日左右幼苗出土,6月上旬幼苗形成,6月中旬才能进入苗

木高、径生长盛期,生长盛期只有 30 天,导致苗木生长量小,出圃质量低。

虽然 3 种播种方式培育的三尖杉苗木高生长差异不显著,但地径、冠幅、侧枝数等差异都达到极显著水平,点播苗木的地径、冠幅和侧枝数分别较撒播高出 25.0%、31.2% 和 42.3% (表 2)。点播的 1 年

生苗中, I 级苗和 II 级苗比例合计占 53.0%, III 级苗比例为 47.0%, 条播苗中 I 级苗和 II 级苗比例合计占 38.0%, II 级苗比例为 62.0%, 而撒播苗中 I 级苗和 II 级苗比例合计占 38.0%, II 级苗比例为 52.0%, 等外苗比例达 10.0%。结果说明点播的三尖杉苗木质量明显优于条播和撒播。

表 2 3 种播种方式的三尖杉 1 年生苗木质量

播种方式	苗高 / 地径 / 冠幅 / 侧枝数			等外苗		III 级苗		II 级苗		I 级苗		超级苗		
	cm	cm	cm	株数	比例 / %	株数	比例 / %	株数	比例 / %	株数	比例 / %	株数	比例 / %	
点播	21.14	0.55	20.81	4.00	0	0	99	47.0	90	43.0	21	10.0	0	0
条播	20.29	0.53	17.19	3.00	0	0	130	62.0	69	33.0	11	5.0	0	0
撒播	19.95	0.44	15.86	2.81	21	10.0	109	52.0	69	33.0	5	5.0	0	0

2.1.2 施肥对三尖杉苗木生长的影响 在 5 月上旬开始对三尖杉苗木进行追肥,此时三尖杉幼苗已形成 1~2 条侧枝和 1~2 条侧根。追肥结束时间在 9 月底,追肥全过程为 5 个月。追肥每 15 天施 1 次,全过程为 10 次。最好使用大肥葆追肥,采用水施,在幼苗前期 (5 月至 6 月) 追肥浓度采用 0.3%, 中后期 (7 月至 9 月下旬) 追肥浓度采用 0.4% ~ 0.5%。表 3 的施肥结果表明,施大肥葆的三尖杉苗木比施复合肥的苗木苗高增 10%, 地径增 16%, 冠幅增 4% ~ 11%, 侧枝条数增 21%。

表 3 追施不同种类肥料对三尖杉苗木生长的影响

肥料	施肥时间	施肥次数	调查时间	苗高 / 地径 / 冠幅 / 侧枝数
大肥葆				21.07 / 0.52 / 19.00 / 4.20
大肥葆 + 复合肥	5-9 月	9 次	11 月底	21.27 / 0.48 / 20.26 / 4.08
复合肥				19.13 / 0.45 / 18.20 / 3.46

## 2.2 短周期药用林高产栽培技术

2.2.1 立地条件对三尖杉生长的影响 7 年生测定结果表明 (表 4), 三尖杉在有机质含量高、土壤疏松肥沃和排水良好的 I 类地上其树高、地径和冠幅生长明显地优于 II 类地和 III 类地, 3 个生长性状分别较 II 类地高出 37.0%、18.9% 和 10.2%, 较 III 类地分别高出 118.9%、138.9% 和 86.4%。在 II 类地上三尖杉幼树生长也相对速生,但在 III 类地上生长很弱。在生产中,须选择 I 类地营造三尖杉药用林,

表 4 不同立地条件下 7 年生三尖杉生长表现

性状	I 类地	II 类地	III 类地
树高 / m	3.70	2.70	1.69
地径 / cm	4.85	4.08	2.03
冠幅 / m	1.51	1.37	0.81

其次选择 II 类地,在 II 类地上则不宜造林。

2.2.2 苗木规格对三尖杉幼林生长的影响 2 年生幼树生长测定结果表明 (表 5), 3 种规格的苗木造林成活率皆达到 96%, 其间没有差异,但苗木规格对幼林生长却影响显著,选用 I、II 级苗造林效果明显。与 II 级苗造林比较, I 级苗造林的 2 年生树高增 42.03%, 地径增 41.02%, 冠幅增 47.63%, II 级苗造林的 2 年生树高、地径和冠幅分别增 13.64%、28.20% 和 16.95%。利用山地营造三尖杉药用林基地,应选用 I、II 级苗造林。若利用立地条件良好的农田设施栽培,也可选用 II 级苗栽植。

表 5 在山地利用不同规格苗木造林第 2 年的生长表现

苗木规格	树高 / m	地径 / cm	冠幅 / cm	栽植成活率 / %
I 级苗	71.00	1.10	68.80	96
II 级苗	56.80	0.80	54.50	96
III 级苗	49.98	0.78	46.60	96

2.2.3 栽植密度 三尖杉生长速度较慢,其短周期药用林栽植密度宜稍密些。在山地营造药用林,收获期一般为 4~6 年,可选择坡度在 25° 以下的平缓残次林下进行,栽植株行距为 1 m × 0.3 m,按可利用面积 70% 计,栽植密度大约为每公顷 23 000 株。在半日照的山垅旱地,栽植株行距为 0.3 m × 0.3 m,按可利用面积 50% 计,每公顷大约栽植 55 000 株。为提高经营效果,提倡利用农田进行设施高效栽培,收获期一般为 3~4 年,栽植株行距为 0.3 m × 0.3 m,按可利用面积 55% 计,每公顷大约栽植 61 000 株。

2.2.4 光照条件对三尖杉幼树生长的影响 在农田培育 3 年生的三尖杉幼树,以透光度为 50% 的遮阳处理效果最佳,其树高、地径、冠幅和全株鲜质量分别较未遮阳的全光照处理高出 154.7%、157.7%、

172.3%和 144.0% (表 6)。因未遮阳的全光照下的 3 年生三尖杉幼树的光饱和点低, 仅为 29 600 lx, 6—9 月高温和强光照不但影响三尖杉幼树的光合作用, 而且造成 74% 的日灼死亡率。与透光率为 75% 的遮阳处理比较, 透光度为 50% 的遮阳处理下 3 年生三尖杉幼树树高增 16.81%, 地径增 21.08%, 冠幅增 28.11%, 全株鲜生物量增 33.21%。

表 6 农田不同遮阳条件下三尖杉 3 年生幼树生长和生物收获量比较

遮阳处理	树高 / cm	地径 / cm	冠幅 / cm	全株鲜质量 / g	死亡率 / %
50% 透光率	114.6	2.01	108.9	219.8	0
75% 透光率	98.1	1.66	85.0	165.0	0
全光照	45.0	0.78	40.0	90.1	74

在不同透光率阔叶树林冠下栽植的三尖杉幼树生长差异显著 (表 7)。三尖杉 6 年生幼树在 55% 树冠透光率的阔叶树林下生长最好, 与林冠透光度 30% 的处理比较, 6 年生幼树树高增 39.88%, 地径增 76.08%、冠幅增 79.48%。随着三尖杉幼树林龄增加, 其光饱和点也不断增加。据测定, 6 年生三尖杉幼树 (不含苗龄) 的光饱和点为 42 000 lx。林冠透光度为 30% 的处理光照不足, 影响了三尖杉幼树的光合作用, 幼树表现为地径细小, 树冠生长发育不良。

表 7 不同透光率阔叶树林冠下 6 年生三尖杉植株生长

阔叶树林冠透光率 /%	树高 /cm	地径 /cm	冠幅 /cm
30	168.0	2.30	78.0
40	210.0	3.80	125.0
50	235.0	4.05	140.0

表 8 不同坡向对 2 年生三尖杉生长的影响

半日照山垅 旱地坡向	树高 / cm	地径 / cm	冠幅 / cm	全株鲜质量 / g
东向	73.40	1.50	69.87	138.9
西向	60.88	1.30	58.00	117.0

在不同光照坡向间的栽植试验表明 (表 8), 在半日照的山垅旱地, 东照 (东向) 的 2 年生三尖杉幼树比西照 (西向) 的树高增 20.56%, 地径增 15.38%, 冠幅增 20.46%, 全株鲜质量增 18.71%。与西向旱地比较, 东向旱地上午光照强度较弱, 湿度大, 温度适宜, 适宜三尖杉幼树生长。

2.2.5 幼林抚育 4—10 月是三尖杉幼树生长的高峰期, 其树高和地径生长量占全年生长量 80% 左右, 应加强幼抚。在林地栽植三尖杉, 造林后 1—3 年, 每年于 5 月和 8 月各抚育 1 次。5 月份以全面

锄草为主, 8 月份全面锄草并结合扩带培土, 但注意在扩带时不得锄伤幼树树冠, 培土要保证幼树直立, 锄草中不得锄伤幼树。造林后 4—5 年, 每年于 7—8 月全面锄草, 结合培土 1 次, 培土高度为 8—10 cm, 使幼树的树桩萌发的不定芽变为不定根, 增加根系生物量。农田水肥条件较好, 杂草生长较快较茂密, 为不影响幼树生长, 根据多年经验, 对农田定植的 1 年生幼树, 于 4—9 月每月锄草抚育 1 次, 全年抚育 6 次。第 2 年抚育 5 次, 第 3 年抚育 4 次。抚育以锄草、清沟、培土为主, 培土高度 8—10 cm。雨季须做好清沟排水工作。

2.2.6 配比施肥对三尖杉幼树生长的影响 为实现三尖杉短周期药用林高产栽培, 需加强施肥, 以施用生物有机肥为主, 施用化肥为辅。栽植时应施用经腐熟的生物有机肥作基肥, 而追肥应在栽植的第 2 年开始, 于每年的 4 月中旬和 6 月中旬结合幼抚各追肥 1 次。施肥量随三尖杉幼树年龄的增加而增加。1 年生三尖杉幼树, 以生物有机肥作基肥每株施用 30—40 g 作追肥每株施用 15—20 g 以化肥作基肥一般每株施用 10—15 g 2 年生三尖杉幼树, 施用生物有机肥每株 50—60 g 以化肥作追肥每株施用 30—40 g 3 年生三尖杉幼树, 施用生物有机肥每株 150—160 g 以化肥作追肥每株施用 90—100 g。

配比施肥对 2 年生幼树生长有明显促进作用, 而 1 年生幼树的施肥效果较小 (表 9), 这主要是由于栽植当年的幼树根系处于扎根恢复阶段, 吸取土壤养分的能力较弱。比较不同的肥种, 以复合肥 (N、P、K) 的肥效最显著, 2 年生幼树平均树高、地径、冠幅和单株鲜质量分别为 80.30 cm、1.20 cm、56.76 cm 和 149.80 g 分别较未施肥对照增加 32.12%、30.43%、28.71% 和 29.58%。其次单施 P 肥效果也较好, 再其次为 K 肥, 施 N 肥的效果最差。

### 2.3 截干高度对三尖杉采收生物量的影响

1 年生幼树不同截干高度的对比试验表明 (表 10), 在幼树离地面高 15 cm 左右, 采用修枝剪与树干 45 度角斜切截干, 幼树树桩一般留有 6—7 个不定芽, 但因不定芽数量多, 根系吸收养分和水分较难满足萌条的生长需求, 2 年生单株萌条鲜质量平均为 209 g 为 5 cm 截干高度处理的 195.3%, 但仅为 10 cm 截干高度处理的 64.7%; 截干保留树桩高度 10 cm, 一般留有 4—5 个不定芽, 2 年生萌条长 50—100 cm, 单株鲜生物量最多, 平均达 323 g 截干保留树桩高度 5 cm, 留有的不定芽过少, 仅 3—4 个,

表 9 N、P、K 对农田设施栽培的三尖杉 1 年生和 2 年生幼树生长的影响

幼树年龄	肥种	树高 /cm		地径 /cm		冠幅 /cm		单株鲜质量 /g	
		平均值	增长率 /%	平均值	增长率 /%	平均值	增长率 /%	平均值	增长率 /%
1 年生	N、P、K	43.18	17.97	0.78	9.85	32.18	11.35	81.60	12.70
	K	40.15	10.00	0.74	4.26	30.00	3.80	78.00	7.73
	P	40.00	9.28	0.73	2.81	29.10	0.69	77.80	7.45
	N	39.10	6.83	0.75	5.63	30.10	4.15	80.60	11.32
	未施肥 (CK)	36.60	0	0.71	0	28.90	0	72.40	0
2 年生	N、P、K	80.30	32.11	1.20	30.43	56.76	29.00	149.80	29.58
	K	78.80	29.64	1.10	19.56	50.12	13.90	136.60	18.16
	P	77.90	28.16	1.08	17.39	51.00	15.90	140.10	21.93
	N	76.00	25.04	1.04	13.04	51.40	16.81	130.66	13.03
	未施肥 (CK)	60.78	0	0.92	0	44.10	0	115.60	0

结果萌条鲜生物量也最少, 平均为 107 g。通过比较认为, 三尖杉采收时截干高度以 10 cm 为宜。

表 10 不同截干高度对 1 年生三尖杉幼树促萌的影响

截干处理	萌条总数	长度 50~100 cm 的萌条数	长度 20~49 cm 的萌条数	鲜生物量 / (g·株 <sup>-1</sup> )
5 cm	3.71	2.28	1.42	107
10 cm	4.98	3.24	1.74	323
15 cm	5.85	2.10	3.75	209

### 3 结论与讨论

种子休眠时间长、苗木生长慢、幼林生物收获量低、药用品种缺乏是三尖杉短周期药用林基地建设中存在主要技术瓶颈。三尖杉种子兼具生理休眠和器质休眠的特性, 当年不易发芽, 常有 1 年零 4 个月的休眠期, 但通过低温引发处理和层积沙藏 1 个冬季可解除大部分种子的休眠<sup>[7]</sup>。通过多年的研究和生产实践, 可通过及时催芽和提早至 3 月进行点播, 出苗后及时进行遮阳及加强水肥管理和病虫害防治等以大面积培育优质的三尖杉苗木, 1 年生苗木平均苗高可达 20 cm, 平均地径可达 0.45 cm。根据生长节律观测, 5—7 月是三尖杉苗木的生长盛期, 其苗高和地径生长量占全年的 50% 左右, 这一阶段须加强苗木的肥水管理。

与南方红豆杉 (*Taxus chinensis* (Pilg.) Rehd. var. *mairei* (Lemée et Lévl.) Cheng et L. K. Fu) 比较, 三尖杉在栽植的头 1~2 年生长相对缓慢, 分枝稀少, 生物收获量低, 因此科学栽培对实现三尖杉短周期高效经营更为重要。提倡选用优质苗木并利用农田进行设施密植, 栽植密度为 0.3 m × 0.3 m; 若利用山地经营, 应选择 I、II 类立地的残次阔叶林林冠下或地形隐蔽、东向的山垅旱地栽植。1~2 年生的三尖杉幼树喜荫, 须在庇荫的条件下生长。利

用农田设施栽培的遮阳透光率要求在 50% 左右, 残次阔叶树林冠下栽植要求林冠透光率在 55% 左右。试验观测到在三尖杉栽植的第 2 年 5 月份配比施用 N 肥、P 肥或 K 肥的效果明显优于单施 N 肥、P 肥或 K 肥。通过多年的栽培试验及较大规模的药用示范林建设, 利用农田设施栽培和山地种植三尖杉药用林可分别实现 3~4 年和 4~6 年收获利用。因三尖杉枝叶的双酯碱含量在秋冬季最高<sup>[8]</sup>, 并考虑到截干促萌的需要, 一般应在秋冬季节进行收获, 采收方法包括枝叶采收、截干采收和全株采收, 截干采收时截干高度以 10 cm 最佳。为提高三尖杉药用林的双酯碱含量, 下一步还应系统研究栽培措施对三尖杉双酯碱生物合成的影响, 以及三尖杉双酯碱在植株体内富集规律, 探索通过栽培措施提高植株的药用成分含量与产量的途径。

### 参考文献:

- [1] 胡玉熹. 三尖杉生物学 [M]. 北京: 科学出版社, 1999
- [2] 浙江省三尖杉研究协作组. 三尖杉植物生物碱的临床研究 [J]. 浙江肿瘤通讯, 1976(2): 14
- [3] 李因刚, 周志春, 金国庆, 等. 2 年生三尖杉生长和 2 种酯碱种源变异及初步选择 [J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(6): 749-755
- [4] 吕玉华, 沙 衍. 三尖杉的育苗技术 [J]. 云南林业科技, 2000(2): 12-14
- [5] 周华永, 余能健, 余 明, 等. 三尖杉切根育苗及造林成效的研究 [J]. 福建林业科技, 2003, 30(3): 5-6, 14
- [6] 王月生, 金国庆, 洪桂木, 等. 氮磷钾配比施肥对三尖杉幼林生长的影响 [J]. 浙江林业科技, 2008, 28(2): 11-16
- [7] 焦月玲, 周志春, 金国庆, 等. 低温引发处理过程中三尖杉种子生理变化及产地差异 [J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(2): 173-178
- [8] 马彦卿. 粗榧和三尖杉中两种酯碱的含量测定 [J]. 植物学报, 1984, 26(4): 405-410