

# 不同密度马尾松林林冠下套种福建柏生长效应试验研究

廖灿斌

福建省清流县林业局 福建 三明 365300

**摘要:** 2020年春季,在不同密度马尾松林冠下套种福建柏营造复层林,初步探讨总结了不同密度马尾松林冠下套种福建柏培育经营技术,为拓展马尾松、福建柏混交林的培育,促进林木生长,增强林分抵抗病虫害能力,提高林分质量和产量提供参考经验。试验结果表明:保留密度1200/hm<sup>2</sup>的马尾松林冠下套种的福建柏混交对林分生长量增长,平均胸径增大变化的影响最佳。

**关键词:** 马尾松;林冠下;福建柏;生长效应

## Experimental study on the growth effect of *Fokienia hodginsii* (Dunn) under different density of *Pinus massoniana* forest canopy

Liao can bin

Fujian Qingliu County Forestry Bureau, Fujian SanMing 365300

**Abstract:** In the spring of 2020, the *Fokienia hodginsii* was interplanted under different densities of *Pinus massoniana* forest crown to construct Multi-layer Forest. The cultivation and management technology of *Fokienia hodginsii* interplanting under different density *Pinus massoniana* forest crown was discussed and summarized, which provided reference experience for expanding the cultivation of *Pinus massoniana* and *Fokienia hodginsii* mixed forest, promoting forest growth, enhance stand resistance to diseases and insect pests, improve stand quality and yield to provide reference experience. The results showed that the mixed cross of *Pinus massoniana* under the crown of *Pinus massoniana* with 1200/hm<sup>2</sup> retention had the best effect on the increase of stand growth and the increase of average chest.

**Key words:** *Pinus massoniana*; under the canopy; *Fokienia hodginsii*; growth effect

### 引言

近年来,清流县爆发较大面积马尾松松材线虫病,13个乡镇中有9个乡镇都是疫点乡镇,发生疫点的山场基本上都是马尾松纯林山场,所以要防治尾松松材线虫病,就要对马尾松纯林造林山场进行改造。本试验就是要在马尾松林冠下套种福建柏苗,通过复层林培育试验,改良林下条件,改善林分结构,初步浅谈不同密度马尾松林冠下套种福建柏进行混交培育复层林经营技术,培育马尾松、福建柏混交林,得出有效果的经验提供给大家参考。

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 常绿乔木,高达40M,直径可达1.2m,树皮暗褐色,不规则的鳞块状裂,福建省每个县都有分布,是福建最重要的造林及用材树种,木材可供建筑、装修、车船和造纸等用。福建柏 (*Fokienia hodginsii* (Dunn) Henry et Thomas) 也称建柏 柏科 建柏属常绿乔木,高达26m,树干笔直,树皮初时很滑,老时纵向会开裂,鳞叶的枝叶扁平,排成一个平面,鳞叶很大,长3—5(9)mm,节非常明显,下面带有粉白色气孔带。花雌雄同株,单顶生枝;果是球形,木材可供使用的行为等广,大部

分分布在东南至华南各省。

### 1 试验材料与方法

#### 1.1 试验地概况

试验地为福建省清流县灵地镇灵地村黄坪山场,011林班01大班020、021小班,北纬25°52'16"—25°52'29",东经116°48'5"—116°8",属中亚热带季风气候,降雨强度大,气候温暖,年平均气温达20℃,年均降雨量大概1750',年均相对湿度约为75%,季节分明但无严寒和酷日。土壤为红壤和山地红壤,pH值5~6,呈酸性,土层深厚且肥沃。试验地为马尾松中龄林抚育间的采伐迹地,是在2021年10月份下半月落实山场采伐清理的,试验地面积有19hm<sup>2</sup>,海拔300~440m<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 试验设计

在试验区安排了4个处理,每个处理3个重复。每个重复的标准面积是20m×20m,标准地之间间隔相差10m。试验地为2021年十月份抚育间伐完成山场采伐清理作业的马尾松中龄林分,试验区采用了块状清理方式,整地清杂,穴的规格60\*40\*40cm,株行距离为2.0m×2.0m,650—2000穴/hm<sup>2</sup>。马

尾松选取生长强健, 树形、长势极好的保留木, 按比例与福建柏(2年生营养袋苗)进行混交, 采用行间混交。4种马尾松保留株数与福建柏栽植比例株数 见表1。

表1 马尾松保留株数与福建柏栽植株数 单位: (株/亩)

| 处理<br>树种 | I   | II | III | IV  |
|----------|-----|----|-----|-----|
| 马尾松      | 120 | 80 | 40  | 20  |
| 建柏       | 40  | 80 | 120 | 140 |

### 1.3 套种整理与种植

#### 1.3.1 造林地的整理

2019年10月中旬开始在试验区迹地内清理并清杂整地。采用块状整地的方式, 穴的规格60cm×40cm×40cm, 株行距离2.0m×2.0m。

### 1.3.2 种植与抚育管理

第二年立春前, 把2年生的营养袋福建柏壮苗按行间距混交种植, 严格按照设计方案要求落实, 种植前, 每穴施400g左右的Ca、Mg、N复合肥, 同时做好补植、除草、扩穴等等抚育管理<sup>[2]</sup>。

### 1.4 调查方法

在2020年至2022年10到11月, 分别设置了20×20m的标准地来调查, 在先布置好的各个标准地内逐一调查, 全部测量马尾松的胸径、树高与福建柏的地径、树高、冠幅, 再行对各数据统计及分析对比。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 两种树种的生长情况 (见表2、3)

表2 2020年—2022年度胸径、地径调查统计表 单位: cm

| 处理          |    | 重复1  |       |      | 重复2  |       |      | 重复3   |       |       | $\bar{X}_i$ |       |       |
|-------------|----|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|             |    | 20   | 21    | 22   | 20   | 21    | 22   | 20    | 21    | 22    | 20          | 21    | 22    |
| I           | 马  | 14.0 | 15.8  | 18.1 | 14.1 | 16.1  | 17.9 | 13.6  | 15.6  | 17.7  | 14.09       | 15.91 | 17.96 |
|             | 建柏 | 0.5  | 1.0   | 1.5  | 0.52 | 0.98  | 1.50 | 0.5   | 1.0   | 1.50  | 0.52        | 0.995 | 1.50  |
| II          | 马  | 14.2 | 16.1  | 18.1 | 14.3 | 16.1  | 18.2 | 14.0  | 15.7  | 17.7  | 14.27       | 15.97 | 17.97 |
|             | 建柏 | 0.58 | 1.1   | 1.73 | 0.60 | 1.15  | 1.70 | 0.55  | 1.13  | 1.73  | 0.56        | 1.13  | 1.72  |
| III         | 马  | 14.4 | 16.3  | 18.3 | 14.3 | 16.2  | 18.2 | 14.1  | 15.9  | 17.9  | 14.27       | 16.2  | 18.13 |
|             | 建柏 | 0.55 | 1.05  | 1.62 | 0.53 | 1.25  | 1.58 | 0.51  | 1.05  | 1.60  | 0.53        | 1.13  | 1.58  |
| IV          | 马  | 14.5 | 16.5  | 18.4 | 14.5 | 16.4  | 18.3 | 14.1  | 15.9  | 18.1  | 14.37       | 16.27 | 18.3  |
|             | 建柏 | 0.53 | 0.97  | 1.62 | 0.55 | 1.0   | 1.52 | 0.52  | 1.03  | 1.52  | 0.53        | 1.00  | 1.54  |
| $\bar{X}_y$ | 马  | 14.3 | 16.23 | 18.4 | 14.3 | 16.17 | 18.3 | 14.03 | 15.76 | 17.83 | 14.22       | 16.06 | 18.06 |
|             | 建柏 | 0.56 | 1.05  | 1.60 | 0.56 | 1.04  | 1.58 | 0.52  | 1.05  | 1.61  | 0.54        | 1.08  | 1.61  |

表3 2020年—2022年度树高调查统计表 单位: m

| 处理          |    | 重复1  |       |      | 重复2  |       |       | 重复3  |       |      | $\bar{X}_i$ |       |       |
|-------------|----|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------------|-------|-------|
|             |    | 20   | 21    | 22   | 20   | 21    | 22    | 20   | 21    | 22   | 20          | 21    | 22    |
| I           | 马  | 10.7 | 11.7  | 13.3 | 11.0 | 12.3  | 13.5  | 10.7 | 11.8  | 13.3 | 10.8        | 11.92 | 13.38 |
|             | 建柏 | 0.51 | 0.70  | 1.10 | 0.49 | 0.70  | 1.00  | 0.50 | 0.70  | 1.00 | 0.50        | 0.72  | 1.00  |
| II          | 马  | 10.7 | 11.5  | 13.1 | 9.8  | 11.0  | 12.7  | 9.8  | 11.7  | 13.2 | 10.0        | 11.3  | 13.0  |
|             | 建柏 | 0.55 | 0.80  | 1.13 | 0.53 | 0.80  | 1.14  | 0.52 | 0.80  | 1.13 | 0.54        | 0.80  | 1.14  |
| III         | 马  | 9.7  | 11.2  | 13.0 | 9.6  | 10.8  | 12.7  | 9.5  | 10.7  | 12.5 | 9.6         | 10.97 | 12.73 |
|             | 建柏 | 0.55 | 0.85  | 1.08 | 0.52 | 0.75  | 1.08  | 0.52 | 0.60  | 1.08 | 0.53        | 0.75  | 1.08  |
| IV          | 马  | 9.7  | 10.8  | 12.5 | 9.5  | 10.7  | 12.4  | 9.5  | 10.8  | 12.3 | 9.6         | 10.73 | 12.4  |
|             | 建柏 | 0.51 | 0.73  | 1.00 | 0.50 | 0.73  | 1.00  | 0.51 | 0.60  | 1.00 | 0.51        | 0.73  | 0.98  |
| $\bar{X}_y$ | 马  | 10.2 | 11.31 | 13.1 | 9.95 | 11.23 | 12.83 | 9.78 | 11.08 | 12.8 | 9.98        | 11.32 | 12.87 |
|             | 建柏 | 0.52 | 0.745 | 1.05 | 0.51 | 0.74  | 1.05  | 0.50 | 0.74  | 1.05 | 0.51        | 0.74  | 1.05  |

建柏成活率、保存率都在90%以上。

表4 各处理2022年度马尾松胸径方差分析表

| 误差来源 | 自由度 | 离差平方和 | 均方差   | F值    | Fa                     |
|------|-----|-------|-------|-------|------------------------|
| 组间   | 3   | 0.267 | 0.089 | 1.871 | $F_{0.05(3,8)} = 4.0$  |
| 组内   | 8   | 0.380 | 0.047 |       | $F_{0.01(3,8)} = 7.59$ |
| 合计   | 11  | 0.647 |       |       |                        |

$F < F_{0.05(3,8)} = 4.07 < F_{0.01(3,8)} = 7.59$  说明:用不同密度马尾松林冠下套种建柏混交对马尾松胸径生长无影响。

表5 各处理2022年度 马尾松胸径生长多重比较表 单位: cm

| 处理  | $\bar{X}_i$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iv}$ (与第二组平均值差异) | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iu}$ (与第三组平均值差异) | $\bar{X}_i - \bar{X}_u$ (与第四组平均值差异) |
|-----|-------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|
| I   | 17.87       | -0.13                                  | -0.27                                  | -0.40                               |
| II  | 18.00       |                                        | -0.13                                  | -0.13                               |
| III | 18.13       |                                        | -0.13                                  |                                     |
| IV  | 18.27       |                                        |                                        |                                     |

$D_{0.05} = 0.455$   $D_{0.01} = 0.623$ 。

表6 各处理2022年度福建柏胸径方差分析表

| 误差来源 | 自由度 | 离差平方和 | 均方差   | F值     | Fa                     |
|------|-----|-------|-------|--------|------------------------|
| 组间   | 3   | 0.079 | 0.026 | 26.182 | $F_{0.05(3,8)} = 4.0$  |
| 组内   | 8   | 0.008 | 0.001 |        | $F_{0.01(3,8)} = 7.59$ |
| 合计   | 11  | 0.087 |       |        |                        |

$F > F_{0.01(3,8)} = 7.59 > F_{0.05(3,8)} = 4.07$  说明:在不同密度下, 马尾松林下套种福建柏, 对福建柏胸径生长影响比较显著。

表7 各处理2022年度福建柏胸径生长多重比较表 单位: cm

| 处理  | $\bar{X}_i$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iv}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iu}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_u$ |
|-----|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| I   | 1.50        | -0.22*                     | -0.1*                      | -0.05                   |
| II  | 1.72        |                            | 0.12*                      | 0.12*                   |
| III | 1.60        |                            |                            | 0.05                    |
| IV  | 1.55        |                            |                            |                         |

$D_{0.05} = 0.09$   $D_{0.01} = 0.12$

注: \*表示具有显著差异, 例如-0.22\*, 为第一组与第二组福建柏胸径具有明显差异

表8 各处理2022年度马尾松树高方差分析表

| 误差来源 | 自由度 | 离差平方和 | 均方差    | F值     | Fa                     |
|------|-----|-------|--------|--------|------------------------|
| 组间   | 3   | 1.506 | 0.501  | 12.864 | $F_{0.05(3,8)} = 4.0$  |
| 组内   | 8   | 0.323 | 0.0375 |        | $F_{0.01(3,8)} = 7.59$ |
| 合计   | 11  | 1.823 |        |        |                        |

$F_{0.01(3,8)} = 7.59 > F_{0.05(3,8)} = 4.076$  说明:在不同密度下, 马尾松林下套种福建柏对马尾松树高生长影响非常的显著。

表9 各处理2022年度马尾松树高生长多重比较表 单位: m

| 处理  | $\bar{X}_i$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iv}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iu}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_u$ |
|-----|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| I   | 13.37       | 0.37                       | 0.63*                      | 0.97*                   |
| II  | 13.00       |                            | 0.27                       | 0.27*                   |
| III | 12.73       |                            |                            | 0.33                    |
| IV  | 12.40       |                            |                            |                         |

$D_{0.05} = 1.37$   $D_{0.01} = 1.87$ 。

表10 各处理2022年度福建柏树高方差分析表

| 误差来源 | 自由度 | 离差平方和 | 均方差   | F值     | Fa                     |
|------|-----|-------|-------|--------|------------------------|
| 组间   | 3   | 0.030 | 0.010 | 11.974 | $F_{0.05(3,8)} = 4.0$  |
| 组内   | 8   | 0.007 | 0.001 |        | $F_{0.01(3,8)} = 7.59$ |
| 合计   | 11  | 0.037 |       |        |                        |

$F > F_{0.01(3,8)} = 7.59 > F_{0.05(3,8)} = 4.07$

说明:用不同密度马尾松林冠下套种福建柏混交对建柏树高生长影响极显著。

表11 各处理2022年度建柏树高生长多重比较表 单位: m

| 处理 | $\bar{X}_i$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iv}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iu}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_u$ |
|----|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| I  | 1.03        | -0.10*                     | -0.05                      | 0.03                    |
| II | 1.13        |                            | 0.05                       | 0.05*                   |

续表:

| 处理  | $\bar{X}_i$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iv}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_{iu}$ | $\bar{X}_i - \bar{X}_u$ |
|-----|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| III | 1.08        |                            |                            | 0.08*                   |
| IV  | 1.00        |                            |                            |                         |

$$D_{0.05} = 0.09 \quad D_{0.01} = 0.12$$

表6和表9中的数据充分体现了林下套种混种的优势,只要在合理的密度下,就创造了良好的生长条件,对套种种树都是非常有利的,起到了双赢的效果。其中处理II(即用留1200株/hm<sup>2</sup>的方式进行套种)效果最佳,与其他处理有极显著差异;处理III(用600株/hm<sup>2</sup>的方式进行套种)的建柏地径、树高的生长也明显优于处理I和处理IV;处理I(用1800株/hm<sup>2</sup>的方式进行套种)的建柏的地径生长效果次于处理IV,增长势头稍弱,而建柏树高的生长略好于处理IV;处理IV(即用300株/hm<sup>2</sup>的方式进行套种建柏)对林木生长影响较大,建柏地径生长略好于处理,树高生长较差<sup>[5]</sup>。

### 3 结论与建议

3.1 根据实验的数据分析,要想通过套种的方式来相互提高两种树种的成活率和生长量,就要使马尾松的间伐过程要有合理的密度,福建柏可以充分利用马尾松林下的优势生长环境,快速的生长,增加郁闭度,同时也可以缩短马尾松生长周期<sup>[3]</sup>。

3.2 林冠下套种混交的结果为:1、按1:1,1200株/hm<sup>2</sup>标准来处理II效果最佳,建柏地径、树高的生长优于其它处理;2、按1:3标准(马尾松600株/hm<sup>2</sup>:建柏1800株/hm<sup>2</sup>)来处理III效果次于处理II,优于处理I和处理IV;3、按3:1(马尾松1800株/hm<sup>2</sup>:建柏600株/hm<sup>2</sup>)的标准来处理I用的

建柏地径生长效果次于处理IV,增长势头稍弱,而树高的生长率则优于处理IV;4、按1:7标准(马尾松300株/hm<sup>2</sup>:建柏2100株/hm<sup>2</sup>)来处理IV对林木生长影响较大,建柏树高生长较差,而地径的生长效果则略好于处理。根据试验证明,用不同密度马尾松林冠下套种福建建柏是可行的<sup>[4]</sup>。

### 结束语

通过林下套种的方式来混交,可以相互促使两个树种的生长,为今后工作中将会对其他树种加以实验,其他混交方式或另外的方式进行试验,以得出得更好的效果和方法提供经验。

### 参考文献:

- [1]王宏志.中国南方混交林研究[M].北京:中国林业出版社,1993:1-13.
- [2]盛炜彤.人工林地力衰退研究[M].北京:中国科学技术出版社,1993:1-13.
- [3]周长瑞.国内外混交林研究概况(下)[J].山东林业科技,1985(4):16—20
- [4]丁敏,倪荣新,毛轩平.马尾松林下套种阔叶树生长状况初报[J].浙江农林大学学报,2012(3):463-466.
- [5]乐兴钊.马尾松闽粤栲套种林的林木生长状况分析[J].福建:林业调查规划,2017(42)-3.