

马尾松母树林营建技术及结实特性研究*

谌红辉 温恒辉

摘要 通过对马尾松母树林 7 a 的观测资料分析表明: (1) 马尾松花期为 10~15 d, 雌雄球花的散粉期与受粉期大致同步; (2) 球果及种子产量与雌球花数正相关, 与雄球花数相关性不显著; (3) 建立母树林可从幼林期开始疏伐, 7 年生时密度每公顷保留 330 株左右为宜; (4) 7 年生时开花结实率率达 80% 以上, 母树结果较多的部位为中下冠层的东南方向, 占 60% 以上, 10 年生母树林每公顷可产种 6.7 kg。

关键词 马尾松 母树林 密度 花期 结实量

广西桐棉松是我国南方马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 品种中的一个优良地理种源, 为了在短期内尽快提供遗传品质较好的种子, 从 1991 年开始在中国林科院热带林业实验中心伏波实验场红星站选择了 4 年生马尾松优良实生林 10 hm², 进行了为期 7 a 的马尾松母树林营建技术与结实特性的研究^[1,3], 现将结果报道如下。

1 试验材料及处理方法

1.1 母树林基本情况

母树林位于凭祥市西 15 km 处, 伏波实验场红星站 2 林班(海拔 410~430 m, 22°02' N, 106°41' E), 低山, 属于北热带季风气候, 年平均温度 19.5℃, 10 年积温 6 500~7 000℃, 年降雨量 1 200 mm, 土壤为花岗岩发育成的红壤, 土层深度 1 m 以上, pH 值 4.5, 坡向以南坡为主, 坡度 20~25°, 坡位中下部, 马尾松立地指数为 18。

母树林系 1988 年广西桐棉松种源实生 0.5 a 苗造林, 初植密度为 4 500 株/hm², 3 a 内每年铲草抚育 2 次, 以后以砍草清理为主, 保存率 80% 以上。交通方便, 林区公路贯穿其中, 林分生长良好, 林权属国有林, 便于经营与管护。

1.2 母树林营建技术

1.2.1 母树林调查登记 在有代表性的地段设立永久性标准地 4 块, 每块面积为 666.6 m², 并统计母树林基本情况(见表 1)。

1.2.2 疏伐原则、依据及作业情况 疏伐主要根据母树的干形、树皮、健康状况及生长势来确定, 选留干形通直饱满、树皮薄、健康及

表 1 各标准地基本情况

标准地号	坡向	坡位	林龄 (a)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	林分组成
1	东南	中下	4	2.80	2.60	10 松
2	南	中下	4	3.41	3.00	10 松
3	南	中下	4	2.81	2.67	10 松
4	东南	中下	4	3.34	2.97	10 松
平均			4	3.09	2.81	10 松

注: 林分平均密度 3 600 株/hm²。

1998-06-26 收稿。

谌红辉工程师, 温恒辉(中国林业科学研究院热带林业实验中心 广西凭祥 532600)。

* 本文为 1991 年世行贷款国家造林项目“马尾松速生丰产技术研究”内容之一, 承蒙秦国峰、荣文琛等先生审阅并提出修改意见, 在此一并致谢。

生长势旺盛的优良母树, 疏伐强度主要根据冠形生长状况与郁闭度来确定, 尽量使树冠不产生重叠, 郁闭度控制在 0.5~0.6 左右, 以利于母树保持良好的光照与通气条件。本着留优去劣、照顾均匀及促进生长、提高质量的原则, 采取边观测边淘汰的方法, 在 1991 年 7 月(林龄 4 a) 进行林分基本情况调查后进行了第 1 次疏伐, 保留密度为 1 600 株/hm², 1992 年 8 月根据上年底每木调查结合实地情况进行了第 2 次疏伐, 以利于母树林生长并逐步优化, 保留密度为 875 株/hm²。1994 年 4 月进行了第 3 次疏伐, 保留密度为 330 株/hm², 每次疏伐后标准地优良木、中等木、劣等木所占比例及密度情况见表 2。

表 2 各年度母树分级情况

年度	林龄 (a)	4 块样地 母树总株数	优良木		中等木		劣等木		平均密度 (株/hm ²)	疏伐次数
			株数	(%)	株数	(%)	株数	(%)		
1991	4	345	203	58.9	117	33.8	25	7.3	1 600	1 次
1992	5	187	108	57.6	72	38.7	7	3.7	875	2 次
1993	6	187	112	60.1	67	35.7	8	4.2	875	
1994	7	89	78	87.4	10	11.4	1	1.2	330	3 次
1995	8	89	72	80.9	16	17.9	1	1.2	330	
1996	9	89	71	79.8	17	19.0	1	1.2	330	
1997	10	89	73	82.0	14	15.7	2	2.3	330	

1.2.3 标准地年度调查 每年对各标准地进行每木调查, 调查包括高径生长、结实、干形等因子。生长势分旺盛、一般、缓慢; 结实为多、中、少; 干形为通直、中等、弯曲; 树皮特征为薄、中、厚; 健康状况为优良、一般、不良; 母树等级为优良、中等、劣等。详细记录并作为母树林疏伐的参考指标(见表 3)。

表 3 标准地各年度年终调查情况

年度	林龄 (a)	平均胸径 (cm)	平均树高 (m)	平均冠幅 (m)	平均活枝 下高(m)	优势木高 (m)	郁闭度	密度 (株/hm ²)	结实株率 (%)
1991	4	3.43	2.74	1.60	0.33		0.32	1 600	
1992	5	6.38	4.21	2.42	0.55	5.50	0.40	875	10.2
1993	6	9.29	5.13	3.50	0.79	6.60	0.82	875	49.2
1994	7	12.36	6.14	4.31	0.99	7.43	0.48	330	80.8
1995	8	14.30	6.81	4.41	1.40	8.32	0.51	330	97.8
1996	9	17.10	7.80	4.83	1.50	9.11	0.60	330	100
1997	10	19.40	8.81	5.02	1.70	10.3	0.65	330	97.8

1.2.4 开花结实观测方法

(1) 花期形态发育阶段划分标准^[1]:

雌球花:

花芽显露期。花芽露出顶梢, 但芽鳞紧包被花芽。

花芽绽开期。顶端芽鳞绽开, 球鳞成粉红色, 但球鳞尚未张开。

受粉期。细分 a 期和 b 期。a 期球花尚未全部伸出芽鳞, 部分球鳞张开成粉红色或红色。b 期雌球花全部伸出芽鳞, 球鳞大部分充分张开, 基部成透明黄色, 是受粉最佳期。

受粉末期。球鳞增厚, 大部分或全部闭合, 球花呈红色或紫色。

雄球花:

花芽萌动期。冬芽膨大, 鳞片紧闭, 呈褐黄色。

花芽显露期。鳞片松动,少数小孢子叶球开始露出。

散粉前期。鳞片全部张开,小孢子叶球全部露出呈黄色或黄绿色,体积增大。

散粉期。小孢子叶球基部伸长,花枝松软,小孢子囊绽开,开始撒粉,颜色开始转褐色。

散粉末期。花枝变褐色,散粉结束。

(2) 观测方法:对 4 块标准地按日期统计进入各花期阶段的株数以确定开花日期,并在各标准地内固定中等开花程度的 6 株观测雌球花数,及东南西北 4 个不同方向,上、中、下不同冠层的结果数,并统计开花株率及结果株率,每年底分标准地采集球果,脱粒处理,以便推算产种量。

2 结果与分析

2.1 马尾松母树林幼林期开花结实规律分析

2.1.1 花期的确定 3_a 的花期观测结果(表 4)表明:马尾松雄球花期为 2 月 14 日至 3 月 4 日,散粉期() 为 2 月 26 日至 3 月 4 日,雌球花期为 2 月 18 日至 3 月 6 日,受粉期(a 与 b) 为 2 月 26 日至 3 月 6 日,雌雄球花发育阶段虽然有差异,但散粉期与受粉期大致同步。由此可以控制最佳人工授粉期开展人工授粉,以提高植株座果率。

表 4 各年度花期阶段时间进程状况

(时间:月—日)

年度	雄 球 花					雌 球 花				
	a		b			a		b		
1992	02—20	02—24	02—28	03—03	03—11	02—24	02—28	03—03	03—06	03—14
1993	02—13	02—16	02—21	02—26	03—01	02—19	02—23	02—26	03—01	03—04
1994	02—10	02—12	02—16	02—20	02—28	02—12	02—16	02—20	02—22	02—28
平均	02—14	02—19	02—22	02—26	03—04	02—18	02—22	02—26	03—01	03—06

根据气象资料分析(见表 5),1994 年 1、2 月份比 1992、1993 年同期降水量少,并且 1993 年总辐射量大于 1991、1992 年,而 1994 年花期比前 2 a 有所提前,这种花期变动现象可能与当年花期前 1~2 个月降雨量及先年总辐射量有关,即先年总辐射量大、花期前降水少,花期提前。

表 5 气象因子统计

月份	1991 年			1992 年			1993 年			1994 年		
	降雨量 (mm)	积温 ()	辐射量 (J/m ²)	降雨量 (mm)	积温 ()	辐射量 (J/m ²)	降雨量 (mm)	积温 ()	辐射量 (J/m ²)	降雨量 (mm)	积温 ()	辐射量 (J/m ²)
1 月	24.6	426.4	27.4	47.5	390.3	76.5	17.7	369.3	67.4	7.7	481.6	64.5
2 月	10.2	463.6	52.7	82.3	386.7	44.0	74.5	443.5	93.6	30.8	435.1	55.44
3 月	67.6	590.2	1.4	55.5	515.2	43.3	18.4	581.8	69.4	101.2	499.1	45.7
全年	1 019.8	8 015.6	1 419.8	1 201.4	7 811.5	1 604.0	1 299.9	7 898.8	1 723.8	1 600.1	7 962.4	1 304.1

2.1.2 马尾松幼林期开花结实株率统计及雌雄球花数与结实量的关系分析 根据表 6 可知,马尾松幼林期林龄超过 5 a 时已正常开花结实,随着林龄的增长,结果株率与开花株率呈上升趋势,到第 7 年时结实株率达 80% 以上,而且雌球花开花株率大于雄球花

表 6 马尾松母树林幼林开花结实株率

(单位:%)

年度	年龄 (a)	雄球花	雌球花	♂/♀	结实率	备注
1992	5	43.2	82.0	0.90	10.0	间伐 1 次
1993	6	50.5	93.7	1.21	49.2	
1994	7	59.8	59.8	1.59	80.5	间伐 1 次
1995	8				97.8	

开花株率, 偏雌或偏雄植株少, 雌球花开花结实情况与大小年有关(1993 年雌球花开花株率 93.7%, 1994 年为 59.8%), 雄球花数与雌球花数的比例随林龄增长呈上升趋势, 1992 年至 1994 年分别为 0.90、1.21、1.59。

根据对 24 株固定观测木 1993 年雌雄球花数(自变量 x) 与 1994 年球果数(因变量 y) 的回归分析, 得数学模型^[4]($f=22$, 临界值 $r_{0.1}=0.345$):

雌花模型 $y = -7.32 + 0.55x \quad r = 0.77 > r_{0.1}$ 呈正相关

雄花模型 $y = 18.26 + 0.077x \quad r = 0.12 < r_{0.1}$

因雄花数学模型回归关系不显著, 由此可知球果及种子产量主要与雌球花数有关。

2.1.3 球果的空间分布格局 根据表 7 对固定观测木 1994 年与 1995 年的结实统计情况可知:

球果分布以中、下冠层较多, 占 70% 以上, 上冠层较少, 低于 30%, 因为上冠层枝条多数为当年形成的嫩枝, 结果枝少, 而中、下冠层枝条先年贮存养分足, 生长好, 叶面积大, 加之疏伐改善了通风与光照条件, 有利于开花结实。因此在母树林营建工作中应适时疏伐, 尽量控制好郁闭度, 保持 0.5 ~ 0.6 左右最好, 以利于提高产种量; 在东南西北 4 个方向中, 东、南两个方向球果数偏多, 占 60% 以上, 因为东南方向阳光充足, 热量大, 有利于开花结实, 所以母树林应尽量选阳坡地段的林分改建。

2.1.4 各冠层方向种子质量分析 由表 8 可以看出, 在树冠、方向上平均单果重、单果出种数、千粒重无明显差异, 但中、上冠层的均大于下冠层, 这可能与中、上冠层的光照、受粉条件好及枝条的生物活性较好有关。

2.1.5 种子产量推算 根据 5 a 的采种资料(见表 9) 分析可知: 经第 3 次疏伐后的母树林单株产量逐年提高, 10 年生时母树林每公顷可产种 6.75 kg, 球果鲜果出种率为 2.5% ~ 3.0%, 千粒重为 10.8 g。

表 9 各年度采种记录

年度	年龄 (a)	密度 (株/hm ²)	产种量	
			单株(g)	公顷(kg)
1993	6	875	10.0	8.75
1994	7	330	10.4	3.43
1995	8	330	12.7	4.19
1996	9	330	13.6	4.49
1997	10	330	24.5	6.75

表 7 球果的空间分布状况 (单位: 个)

冠层	东	南	西	北	Σ	(%)	观测年度
上	32	25	28	17	102	18.1	
中	59	47	40	60	206	36.5	
下	101	66	45	44	256	45.4	
Σ	192	138	113	121	564		
(%)	34.0	24.5	20	21.5			
上	146	87	99	69	401	24.9	1995
中	297	253	138	113	801	49.7	
下	131	138	76	66	411	25.4	
Σ	574	478	313	248	1613		
(%)	35.6	29.6	19.4	15.4			

表 8 各冠层、方向的球果与种子质量

冠层	冠向	单果重 (g)	单果 出种数 (粒)	千粒重 (g)	平均		
					单果重 (g)	单果 出种数 (粒)	千粒重 (g)
上	东	15.62	18	8.6	15.51	20	9.2
	南	17.22	25	9.8			
	西	14.20	19	10.1			
	北	15.00	18	8.3			
中	东	18.09	16	9.3	17.39	16	9.9
	南	17.45	19	11.4			
	西	17.75	18	9.2			
	北	16.25	13	9.8			
下	东	12.40	12	5.8	12.89	11	8.0
	南	13.09	6	8.2			
	西	13.25	12	7.5			
	北	12.80	14	10.7			
平均	东	15.37	16	7.9	15.26	15	9.0
	南	15.38	17	9.8			
	西	15.07	16	8.9			
	北	14.68	15	9.6			

2.2 疏伐作业对林分生长的影响分析

2.2.1 疏伐对平均生长量的影响 根据表 3 的年度调查情况统计与表 10 可知:母树林胸径、冠幅疏伐后 4 a 的定期年平均生长量比同立地条件初植密度相同而不间伐的普通林分大,而枝下高减小。疏伐对树高生长无显著影响。

表 10 林分各测树因子平均生长量

林分	林龄 (a)	密度 (株/hm ²)	胸径 (cm)	树高 (m)	冠幅 (m)	枝下高 (m)	备注
母树林	8	330	2.72	1.01	0.70	0.28	疏伐
普通林	8	3 000	1.60	0.98	0.35	0.51	不间伐

2.2.2 疏伐对郁闭度的影响 根据

表 3 可知疏伐对郁闭度的影响较大,1993 年(6 年生)未进行疏伐,林分郁闭度从 0.40 陡增至 0.82,所以幼林期应掌握好疏伐时机。为保证把郁闭度控制在 0.5~0.6 左右,5 年生密度每公顷控制在 870 株为宜,7 年生每公顷控制在 330 株为宜。这样既可保证良好的冠形利于开花结实,又可避免因自然整枝造成过高的枝下高不利于采种,该母树林 10 年生时枝下高控制在 1.7 m 以下。

2.2.3 疏伐对优良木所占的比例影响分析 从表 2 的统计情况可知,采取边观测边淘汰的方法进行疏伐,每疏伐 1 次,母树林中优良木所占比例都有所提高,第 3 次疏伐后优良木比例达 87%,幼林期对母树林进行选优性的疏伐改造是可行的。

3 结 论

(1) 研究表明马尾松母树林雄球花散粉期与雌球花受粉期大致同步,因此在经营母树林时应掌握好这一最佳时期开展人工授粉提高雌球花座果率。马尾松母树林幼林期随着林龄增长开花结实株率呈上升趋势,7 a 时结实株率达 80% 以上。

(2) 马尾松母树林幼林期中、下冠层的东南方向结果较多,但种质以中、上冠层为好,所以母树林应选在阳坡地段改建,有利于吸收足够的光热提高产种量。10 年生母树林每公顷可产种 6.75 kg。

(3) 为控制母树林的郁闭度、枝下高、冠形及提高优良木比例,5 年生时每公顷保留 870 株为宜,7 年生时每公顷保留 330 株为宜。同时为提高产种质量与数量,每年应适当施肥、除草、清理。

参 考 文 献

- 1 黄启强,廖明. 马尾松种子园无性系开花习性的研究. 见:王章荣,秦国峰,陈天华主编. 马尾松种子园建立技术论文集. 北京:学术书刊出版社,1990.
- 2 罗登义,周政贤主编. 贵州农学院丛刊. 马尾松专刊. 1991.
- 3 孙时轩主编. 林木种苗手册. 北京:中国林业出版社,1987.
- 4 北京林学院主编. 数理统计. 北京:中国林业出版社,1980.

Study on Establishment Technology and Seed Setting Habit of *Pinus massoniana* Seed Stand

Chen Honghui Wen Henghui

Abstract The successive 7-year observation on seed setting habit for *Pinus massoniana* seed stand was carried out, results show: (1) Flowering period ranged from 10 to 15 days, but the flowering period of male and female strobilus are overlapped; (2) There is a positive relationship between cone and seed production and female strobilus production, but no obvious relationship between the seed production and the amount of male strobilus production; (3) Seed stand at the beginning of establishment can be thinned, it is optimal that stand density at the age of 7 years old is 330 trees per hm^2 ; (4) More than 80% of the trees in the seed stand bear female and male strobili at the age of 7 years old, 80% of the male and female strobili are mainly borne facing the southeast in the middle and lower part of crown, 8.7 kg seeds can be produced per hm^2 at the age of 10 years old.

Key words *Pinus massoniana* seed stand density flowering period cone production

Chen Honghui, Engineer, Wen Henghui (The Experimental Center of Tropical Forestry, CAF Pingxiang, Guangxi 532600).