

# 我国马尾松种子园研究进展

张国洲<sup>1</sup>, 谢维斌<sup>2</sup>

(1. 贵阳学院生物与环境工程系, 贵阳 550005; 2. 都匀市林业局, 都匀 558000)

**摘要:** 阐述了我国马尾松种子园的建国历程、生产能力、遗传多样性和生产管理, 并提出了马尾松种子园以后的发展方向。

**关键词:** 马尾松; 种子园; 综述

**中图分类号:** S791.248.04

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-352X (2012)01-0084-04

## Research advance of Masson pine seed orchard in China

ZHANG Guo-zhou<sup>1</sup>, XIE Wei-bin<sup>2</sup>

(1. Department of Biological and Environmental Engineering, Guiyang University, Guiyang 550005;

2. Duyun Forestry Bureau of Guizhou Province, Duyun 558000)

**Abstract:** In this paper, we summarized the orchard establishment history, production capacity, genetic diversity, and management of seed orchard of masson pine in China, and then made a proposal of the development trend of the seed orchard in China.

**Key words:** Masson pine; seed orchard; summary

森林资源是人类赖以生存不可或缺的一种自然资源, 林木则是构建森林资源最重要的组成部分, 也是人类社会利用森林资源最重要的产品之一。马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb) 系松科松属常绿乔木, 是我国松属中分布最广, 数量最多的一种主要用材树种。马尾松寿命长, 树势挺拔, 苍劲雄伟, 是营造风景林、疗养林的好树种。马尾松在适宜的立地条件下, 生长迅速, 有较强的耐瘠薄性和宽泛的适应性, 属难以替代的山地造林先锋树种。马尾松的扩大繁殖方式主要是通过有性繁殖进行, 而人们大规模获取遗传改良的种子, 主要是依靠马尾松种子园建设来实现的<sup>[1]</sup>。加强马尾松良种化及其扩繁能力的研究, 对我国南方生态林建设乃至全国的林业产业建设均有着重要的影响<sup>[2]</sup>。

### 1 马尾松种子园的建国历程

长期以来, 由于我国对马尾松只是着眼于自然资源的利用, 而对其种质资源保护与遗传改良的研

究一直未得到重视, 马尾松种子园的建设起步很晚。1958年, 福建林学院俞新妥教授开始马尾松种源试验。1972年, 全国召开了首次林木良种科研协会。20世纪70年代后期, 马尾松种子园建设被列入国家重点科技攻关项目, 马尾松遗传改良工作在我国全面地、系统地展开<sup>[3-4]</sup>。20世纪80年代以来, 我国马尾松种子园建设方面取得了重大进展, 研究内容主要涉及优树选择、育种园建设、无性系初级种子园建立、子代测定林营建等<sup>[5]</sup>。目前, 我国共选出优树 5 500 多株, 建立优树收集圃与育种园 100 hm<sup>2</sup>、无性系初级种子园 1 100 hm<sup>2</sup>, 其中, 马尾松 1.5 代无性系种子园 500 hm<sup>2</sup>, 子代测定林近 1 000 hm<sup>2</sup>, 并开始着手高世代无性系种子园建设<sup>[1]</sup>。

我国最早建立的良好基地之一的贵州黄平马尾松初级种子园, 经过 10 余年的子代测定和杂交组合试验, 从近 300 个优良无性系中, 筛选出 49 个经遗传测定的半同胞家系, 21 个控制授粉的全同胞家系, 并以此为建园的遗传材料营建了 10 hm<sup>2</sup> 高世代

收稿日期: 2011-06-13

基金项目: 国家林业局“贵州都匀马寨马尾松良种基地建设”项目(200757)资助。

作者简介: 张国洲, 男, 教授。E-mail: guozhou.jz@163.com

\* 通讯作者: 谢维斌, 男, 高级工程师。E-mail: gzdylylykj@163.com

种子园。福建漳平“五一”国有林场马尾松种子园、湖南城步林业科学研究所马尾松种子园等国家级的重点林木良种基地, 均经种子园多年的子代测定后选择出大量的优质的遗传材料, 建立了上千亩的高世代种子园。贵州都匀市国有马鞍山林场根据贵州黄平初级种子园子代测定材料, 在贵州都匀马寨建立了面积为  $57.5 \text{ hm}^2$  的马尾松 1.5 代种子园<sup>[6]</sup>, 2008 年, 着手营建马尾松高世代种子园。

## 2 马尾松生殖生物学研究与种子园的生产概况

马尾松种子园的生产水平是以其种子的优良品质和良种的数量为标准。马尾松种子园母树生长和结实受诸多因素影响, 如遗传、立地条件、树龄、密度及经营管理等方面<sup>[7]</sup>。赖焕林等<sup>[8]</sup>研究表明, 种子潜能与种子效率主要受遗传控制。王培蒂等<sup>[9]</sup>观察发现, 马尾松有性生殖过程有两次明显的生长节律。

开花结实能力是影响种子产量的最重要因素<sup>[5,10-12]</sup>。陈友力<sup>[13]</sup>研究表明种子园雌雄球花产量变异主要来源于年份、无性系、无性系与年份互作等效应。王培蒂等<sup>[14-16]</sup>研究发现, 雄雌球花在发育的时间上有差异, 但两者的花粉授受期是同步的。廖明等<sup>[17]</sup>研究发现, 马尾松各无性系间的遗传着花能力是有明显差异的并相对稳定。黄启强等<sup>[18]</sup>研究发现, 同一年份各无性系花期早晚有差别。方彦等<sup>[19]</sup>研究表明, 马尾松约 90% 的雄药集中在树冠的中下层, 80% 的雌花集中在中上层。王以珊等<sup>[20]</sup>研究表明, 雌花始花期较早的无性系种子产量较高, 授粉期间旬平均温度及旬积温较高、湿度较低、没有倒春寒时对种子产量有利。赖焕林<sup>[21]</sup>研究表明, 无性系间和分株间的花期并不完全一致, 但存在一定程度的同步性。徐进等<sup>[22]</sup>研究表明, 无性系间和年度间的雌雄球花量差异极显著, 且雌雄球花量在年度间亦达显著相关。金国庆等<sup>[23]</sup>研究发现马尾松无性系种子园在结实初期自交率较高, 异交水平较低。

正是由于马尾松有性生殖过程较长, 极易受环境不利因素影响, 从而导致我国马尾松种子园产量总体水平不高, 良种供给严重不足, 极大地制约了林业产业效能和水平的提高。我国有些马尾松种子园的产量较高, 如广西贵港覃塘林场的马尾松种子园单株平均产种  $0.23 \text{ kg}$ , 但是多数种子园的产量较低, 产量徘徊在  $7.5\sim 30 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  之间, 有些种子园种子产量甚至不到  $1.5 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 如贵州黄平马尾松

初级种子园, 在高产年份平均产量为  $0.22 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 低产年份平均为  $0.02 \text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ <sup>[6]</sup>。

## 3 马尾松种子园的遗传多样性

遗传多样性是生物多样性的重要组成部分, 是林木良种选育的基础, 因此, 对马尾松遗传多样性的研究成为研究重点<sup>[24-27]</sup>。马尾松种子园母树结实能力具有很强的遗传特性, 建设种子园的根本目的就是为目的树种经人工选择, 利用自然交配或人工选择交配的方式, 集约经营, 培育出能满足植树造林需要的、大量的遗传品质优良的林木种子<sup>[6]</sup>。马尾松子代群体遗传结构与其亲代遗传结构密切相关, 且子代群体间变异极少<sup>[25]</sup>。杨模华等<sup>[28]</sup>研究表明用 CTAB 法可有效地提取马尾松群体分子生物学研究中的基因组 DNA。张薇等<sup>[29]</sup>研究表明, 马尾松实生种子园的变异主要来源于群体内, 群体间分化较小。

艾畅等<sup>[30]</sup>认为, 马尾松遗传多样性将直接影响到人工林的稳定性和适应性。万艾华等<sup>[31]</sup>研究表明传统的以行政区划即按省份采集优树建立马尾松无性系种子园的方法是科学的。李志辉等<sup>[32]</sup>研究表明马尾松天然林群体内遗传多样性水平高, 个体间基因多样性变异大。万爱华等<sup>[33]</sup>研究表明遗传距离与空间距离之间的相关不显著, 而与纬度之间的相关较显著。江瑞荣等<sup>[34]</sup>研究表明从马尾松优良种源区中再选择优良单株是有效的。杨章旗<sup>[35]</sup>研究表明各家系间存在着显著差异。季孔庶等<sup>[36-37]</sup>研究表明马尾松林木半同胞家系间存在较为丰富的遗传变异, 具选育潜力。杜林峰<sup>[38]</sup>研究结果表明马尾松家系选择要注重树高生长量指标。

## 4 马尾松种子园的营建与管理

嫁接是马尾松无性繁殖行之有效的好方法。马尾松富含松脂, 是无性繁殖比较困难的树种, 因此无性系种子园建立的关键环节是嫁接技术<sup>[34,39]</sup>。目前, 我国马尾松种子园, 均采用的是嫩枝髓心形成层对接法<sup>[40-43]</sup>。种子园无性系配置, 极大地影响着种子园种子生产的遗传多样性, 也影响着种子园种子的产量和质量。经长期的生产实践和研究, 马尾松种子园一般在坡度大的地段采用系统错位配置方式, 而在较平缓的地块则采用分组随机配置, 这有利于提高种子产量<sup>[12]</sup>。

合理的郁闭度和密度是马尾松种子园高产稳产的关键。整形修剪可以使母树形成合理的树形, 调节生长与结实的关系, 克服结实大小年现象<sup>[44]</sup>。秦

园峰等<sup>[12]</sup>认为马尾松主干剪顶有利于抑制树高、扩大树干、提高结实。适时截除马尾松顶端生长枝(梢),能有效地防止因树冠相互交接都闭而产生的结实层果下高的提升与结实层的缩小<sup>[43]</sup>。陈敬德<sup>[46]</sup>研究表明,疏伐后花量与结实量成倍增长,还能大幅提高单株产籽量、出籽率和发芽率。李悦等<sup>[47]</sup>认为去劣疏伐要分多次、分阶段进行。伍孝贤<sup>[48]</sup>认为种子园疏伐强度要因因地制宜,因为树冠与密度呈负相关。

加强马尾松种子园的害虫防治是一项艰巨的任务。马尾松种子园的主要害虫是松毛虫、松梢螟、松实小卷蛾等<sup>[49]</sup>。利用白僵菌、苏云杆菌、施放赤眼蜂等生物防治方法,可防治松毛虫为害<sup>[50]</sup>。利用氧化乐果和杀灭菊脂,以及高压杀虫电网与黑光灯可有效地防治松梢螟、松实小卷蛾等害虫<sup>[12]</sup>。利用化学方法和物理方法可有效地防治松梢螟、松实小卷蛾、油松小卷蛾,且松实小卷蛾和油松球果小卷蛾虫果率由92.26%降至4.17%,马尾松结实量明显提高<sup>[51-52]</sup>。

## 5 结论与展望

### 5.1 小结

种子园建设涵盖了较为广泛的植物生殖生物学理论和林业生产管理技术,是一个林业生产技术和手段的综合性系统工程。因此,提高马尾松种子园的生产水平和种子产量,也不是单独的某一项技术措施就能够实现的,而是要综合考虑和筛选入园繁殖材料,并从调查分析的产量制约因素入手,根据马尾松种子园的入园材料的生殖生物学特性,采取多途径的生产管理与技术措施,创造一切有利于生殖生长的环境条件,才能充分挖掘和发挥入园繁殖材料的生殖潜能,提高种子园良种生产水平。

### 5.2 展望

加强马尾松种子园建设。我国种子园的规模和产量,都远不能满足社会植树造林的需要。种子园建设其目的有两个,一是为了获得遗传增益高的良种,二是通过增产木材而转化的经济效益,且木材的增值是种子园收益的360.5倍<sup>[53]</sup>。目前,由于未经选择的马尾松劣种充斥市场,因其价格为良种的1/3,市场上出现了“劣种好销,良种难卖”现象。为了保证种子园的正常运转以及马尾松的遗传品质的提高,迫切要求政府主管部门对种子园给予资金上的支持、制定良种保护价、整顿林木种子市场、明确规定造林必须用良种等措施。

加强马尾松遗传多样性研究。遗传多样性主要

是指物种内的不同群体间以及种群内不同个体间的遗传变异,它是物种进化的本质,也是人类社会生存和发展的物质基础<sup>[24]</sup>。良种的多样性决定了它的适应性基础,制约形成林分的稳定与多种效益的发挥。影响种子园及其子代遗传组成和遗传多样性的因素主要有园亲本来源、遗传品质、亲本数量、亲本的选择方法、选择强度等<sup>[25]</sup>。为了提高人们对马尾松生物多样性的认识,为其分类与进化提供有益资料,为其育种和遗传改良奠定基础,就必须继续加强以下两个方面的研究:一是研究不同年份子代多样性的情况,为种子园子代的推广和遗传改良提供依据;二是开展马尾松SSR引物的开发工作,从而获得高质量的扩增引物与更好的多态,为马尾松的深入研究打下基础。

加强马尾松种子园的生产管理。影响种子园高产稳产因素无外乎是遗传与环境两个方面<sup>[5]</sup>。要改善马尾松生长的外部环境,就必须做好以下几个方面的工作:一是研究并掌握子代表现与结实情况、开花习性、授粉情况与种子品质等;二是去劣疏伐,对高产无性系而子代表现差的群体进行淘汰;三是加强辅助授粉,做好花粉的采集、贮藏与运输工作;四是加强土壤施肥,注重肥料中各元素的比例协调;五是适时科学整形修剪,调整生长与结实的关系,克服结实大小年现象。

### 参考文献:

- [1] 周鸿彬. 马尾松种子园营建初报[J]. 湖北农业科技, 1996, 98(4): 4-6.
- [2] 王孜昌. 多球果型马尾松的形态和生殖生物学特征研究[J]. 种子, 2004, 23(7): 31-36.
- [3] 周志春, 秦园峰, 李光荣, 等. 马尾松遗传改良的成就、问题和思考[J]. 林业科学研究, 1997, 10(4): 435-442.
- [4] 全国马尾松种子园课题协作组. 马尾松种子园建立技术论文集[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 435-442.
- [5] 龚佳, 季孔庶, 王鹏. 马尾松种子园产量及遗传多样性研究概述[J]. 林业科技开发, 2006, 20(2): 4-7.
- [6] 谢维斌. 都匀马寨马尾松良种基地技术研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2009: 1-10.
- [7] 覃开展, 罗筱娥. 马尾松种子园无性系生长结实规律研究[J]. 广西林业科学, 2001, 30(1): 15-17.
- [8] 赖焕林, 陈天华, 王章荣, 等. 马尾松无性系种实性状变异和利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 140-144.
- [9] 王培蒂, 秦园峰. 马尾松胚胎发育的观察研究[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 93-100.
- [10] 四川省林科院育种室马尾松种子园组. 马尾松优树资源区及优树选择的研究[M]. 北京: 学术书刊出版社,

- 1990: 161-164.
- [11] 秦国峰, 金国庆. 马尾松天然林优树选择标准和方法研究[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 170-172.
- [12] 秦国峰, 金国庆, 黄辉, 等. 马尾松一代无性系种子园营建与丰产技术研究[J]. 浙江林业科技, 1996, 16(4): 1-8.
- [13] 陈友力. 马尾松无性系种子园球花量变化研究[J]. 福建林业科技, 2001, 28(2): 50-53.
- [14] 王培蒂. 马尾松雌雄球花的形态发育[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 110-111.
- [15] 王培蒂, 秦国峰. 低温冻害对马尾松花粉粒败育的影响[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 113-118.
- [16] 陈天华, 王章荣, 李红蔺. 马尾松种子园无性系花期观察与分析[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 126-134.
- [17] 廖明, 黄启强. 马尾松种子园无性系着花能力的遗传变异[M]. 北京: 学术出版社, 1990: 13-142.
- [18] 黄启强, 廖明. 马尾松种子园无性系开花习性的研究[M]. 北京: 学术出版社, 1990: 144-153.
- [19] 方彦, 张薇, 陈月旻, 等. 马尾松实生种子园花量分析[J]. 林业科技开发, 2007, 21(6): 43-46.
- [20] 王以珊, 罗敏, 曾令海, 等. 气候条件对马尾松种子园产量的影响[J]. 广东林业科学, 2002, 18(3): 10-15.
- [21] 赖焕章, 王章荣. 马尾松无性系种子园花期花量分析[J]. 浙江林学院学报, 1996, 13(4): 405-410.
- [22] 徐进, 洪永辉, 朱金秋, 等. 马尾松种子园的花量分析[J]. 江苏林业科技, 1998, 25(2): 7-11.
- [23] 金国庆, 徐高健, 周志春, 等. 马尾松无性系种子园结实初期异交水平分析[J]. 林业科学研究, 2000, 13(5): 464-468.
- [24] 陈灵芝, 马克平. 生物多样性科学: 原理与实践[M]. 上海: 上海科技出版社, 2001: 93-125.
- [25] 张小琴. 马尾松 1.5 代无性系种子园花量调查与遗传多样性分析[D]. 南京: 南京林业大学, 2008: 1-32.
- [26] 丁小飞, 曹健, 陈红林, 等. 湖北马尾松天然群体的遗传变异和遗传多样性研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(13): 3057-3059.
- [27] 尹冬明, 李东, 陈颖. 马尾松表达序列标签多态性初步分析[J]. 林业科学, 2004, 40(6): 771-773.
- [28] 杨模华, 李志辉, 张冬林, 等. 马尾松针叶 DNA 提取方法[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(3): 39-44.
- [29] 张薇, 龚佳, 季孔庶, 等. 马尾松实生种子园遗传多样性分析[J]. 分子植物遗传, 2008, 6(4): 717-723.
- [30] 艾畅, 徐立安, 赖焕林, 等. 马尾松种子园的遗传多样性与父本分析[J]. 林业科学, 2006, 42(11): 146-150.
- [31] 万爱华, 徐友明, 管兰华, 等. 马尾松种子园无性系遗传结构的地理变异[J]. 东北林业大学学报, 2006, 36(1): 18-19.
- [32] 李志辉, 陈艺, 张冬林, 等. 广西马尾松天然林古蓬和浪水种源群体遗传多样性研究 ISSR 分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(16): 116-119.
- [33] 万爱华, 徐有明, 管兰华, 等. 马尾松无性系种子园遗传结构的 RAPD 分析[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(1): 307-309.
- [34] 江瑞荣. 马尾松优树子代测定及其选择的研究[J]. 福建林学院学报, 2003, 23(3): 266-269.
- [35] 杨章旗. 马尾松种子园优良家系生长性状选择[J]. 福建林学院学报, 2006, 26(1): 45-48.
- [36] 季孔庶, 樊民亮, 徐立安, 等. 马尾松无性系种子园半同胞子代变异分析和家系选择[J]. 林业科学, 2005, 41(6): 264-267.
- [37] 王国良, 罗建勋, 文吉富, 等. 马尾松种子园半同胞家系子代苗期性状遗传变异[J]. 四川林业科技, 2009, 30(3): 23-27.
- [38] 杜林峰, 陈勇, 柯尊发, 等. 马尾松半同胞家系子代遗传增益分析[J]. 华中农业大学学报, 2010, 29(6): 772-777.
- [39] 孙丹萍, 黄少彬, 徐玉林. 马尾松种子园建立及经营管理技术研究[J]. 河南林业科技, 2003, 23(1): 23-26.
- [40] 秦园峰. 马尾松嫁接部位与接穗规格的选择研究[M]. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 231-236.
- [41] 赵世远, 金克荣. 马尾松嫩枝嫁接成效分析[C]//全国马尾松种子园课题协作组. 马尾松种子园建立技术论文集. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 238-241.
- [42] 伍家荣, 李午平. 马尾松嫁接及硬枝接穗应用的研究[C]//全国马尾松种子园课题协作组. 马尾松种子园建立技术论文集. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 243-247.
- [43] 秦国峰. 马尾松诱根嫁接技术研究[C]//全国马尾松种子园课题协作组. 马尾松种子园建立技术论文集. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 248-252.
- [44] 杨培华, 郭俊荣, 谢斌, 等. 促进油松种子园结实技术研究[J]. 河北林果研究, 2002, 17(3): 207-212.
- [45] 谢维斌, 范明畴, 夏刚. 整形技术对马尾松种子园结实层的影响[J]. 贵州省林业科技, 2005, 33(3): 14-25.
- [46] 陈敬德. 马尾松无性系种子园抚育疏伐效果分析[J]. 林业科技开发, 2000, 14(4): 19-20.
- [47] 李悦, 沈熙环. 油松无性系再选择及去劣疏伐. 种子园高产技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 84-82.
- [48] 伍孝贤. 华山松无性系种子园去劣疏伐. 种子园优质高产技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994: 79-83.
- [49] 孙丹萍, 黄少彬, 徐玉林. 马尾松种子园建立及经营管理技术研究[J]. 河南林业科技, 2011, 39(4): 1998-1999.
- [50] 曾胜虞, 刘水平, 金承聪, 等. 浅谈松毛虫危害的生物防治措施[J]. 湖南林业科技, 2004, 31(5): 50-51.
- [51] 王亚维, 谢维斌. 马尾松 3 种重要害虫的防治[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 200-201.
- [52] 张国洲, 谢维斌. 马尾松种子园害虫防治试验[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(4): 1998-1999.
- [53] 陈邦清, 姚东艳. 马尾松种子园经济效益的研究[J]. 中国西部科技, 2004: 98-113.