

马尾松雄球花生生长发育特性及花粉采收特点

高爱新¹, 秦国峰^{2*}, 王培蒂², 何玉友¹, 王舟莲¹

(1. 中国林业科学研究院松花粉研究开发中心, 浙江 富阳 311400; 2 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

关键词: 马尾松; 雄球花; 生长发育; 形态特征; 花粉采收

中图分类号: S791.248 文献标识码: A

A Study of Growth Development of Male Strobilus and Pollen Collection of Masson Pine

GAO Aixin¹, QIN Guofeng², WANG Peidi², HE Yuyou¹, WANG Zhoulian¹

(1. Research and Development Center of Pine Pollen, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

2. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract The morphological development of Masson pine indicates that the flower timing and number of male flowers are closely related to the location, latitude, soil condition, seed source and age of Masson pine trees. These factors should be taken under consideration in the course of planning and establishing a pine pollen production base. The morphological development of Masson pine male flowers lasts from early October to the end of next March, which can be divided into 5 phases, namely winter buds, flower buds, color changing, maturity and pollen scattering. The surface of smaller strobili with in the color changing turns from green to yellow, suggesting the gradual ripening of pollens. The period between color changing and pollen scattering is the best time for pollen harvest. The main ways of pollen collection at present are beating twigs and picking spikes off trees. In long terms, techniques of pine pollen production and management should be perfected by dwarfing trees and innovating pollen collection methods.

Key words Masson pine, male strobilus, growth development, morphological traits, pollen collection

马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 在我国松属 (*Pinus*) 树种中分布最为广泛, 其适应性强、生长快, 是一种多功能、多用途、高效益的树种。除生产木材、采割松脂、培养茯苓等外, 还可生产大宗的松花粉。近些年来, 在松树产品的经营开发中, 松花粉的利用受到林业产业界的高度关注。据浙江省淳安县金峰乡的对比测算, 经营马尾松林生产松花粉比生产木材的效益高 6~9 倍^[1]。目前可供花粉利用的

松树并不多, 仅有马尾松、云南松 (*Pinus yunnanensis* Franch.) 与油松 (*Pinus tabulaeformis* Carr.), 其中马尾松的花粉年产量占花粉总量的 90% 以上, 食疗制成品市场占有率也达 90% 以上。马尾松是数量充裕、质量特优的花粉生产树种, 马尾松花粉是食疗保健产品的优质原料。松树雄球花孕育时间长, 而花粉成熟采收期很短, 常因错过适宜采收期直接影响花粉的产量与质量。本研究的主要目的是为松花粉

收稿日期: 2006-03-09

基金项目: 2006 年浙江省重点科技项目“马尾松花粉专用林经营技术研究”(2006C22G3030020)部分内容

作者简介: 高爱新 (1965—), 男, 浙江长兴人, 高级工程师。

* 通讯作者: 秦国峰 (1934—), 男, 浙江建德人, 研究员。

原料基地建设并保质保量生产松花粉提供生物学依据。

1 研究方法

1.1 试验观测地点

观测地点设在浙江省淳安县新安江开发总公司姥山林场马尾松良种基地的种源观察区与种质资源收集区。地理位置处在亚热带东北部, $29^{\circ}37' N$, $119^{\circ}03' E$, 年均气温 $17^{\circ}C$, 日最高气温 $39.1^{\circ}C$, 日最低气温 $-5.4^{\circ}C$, $\geq 10^{\circ}C$ 的年积温 $5410^{\circ}C$, 年降水量 $1430 mm$, 年日照 $1951 h$ 。观察林地是砂砾岩发育形成的山地红壤, 适宜马尾松生长。观察植株开花结实正常。松花粉专用林试验点设在淳安县金峰乡长岭庄。

1.2 雄球花物候观察

自雄球花开始孕育的秋天直到次年春季开花散粉结束期间, 秋冬与早春每半月观察 1 次, 3 月上、中旬每 5 d 1 次, 3 月下旬至 4 月中旬每 3 d 1 次。主要观察雄球花穗的形态特征以及各个不同生长发育时期物候相。

1.3 松花粉成熟采收期观测

分别按树木年龄、繁殖方法、林地环境等指标选定观测样株, 记载花粉成熟时间与花穗形态特征。

2 结果与分析

2.1 雄球花生长发育特性

马尾松是裸子植物, 在生活过程中无真正的花, 不形成子房和果实。雄的生殖器官叫雄球果, 雌的为雌球果。实际上只具种子, 不具“果实”的含义, 习惯使用已久, 仍然称为“球果”^[2]。习惯上将大孢子叶球组成的花称为雌球花(雌球果), 生在新梢顶端; 小孢子叶球组成的花称为雄球花(雄球果), 长在新梢下部。本文研究对象主要是雄球花。

2.1.1 马尾松植株的始花期 马尾松 1 年生的实生苗定植当年不开花, 第 2 年开始有花, 第 3 年以后球花数量逐年增多, 到第 6 年开花结实株率: 雄球花为 49.8% , 雌球花为 87.9% , 结实率为 81.4% , 进入正常开花结实期。球果是由雌球花孕育产生的, 而花粉是由雄球花发育形成的。马尾松的雌、雄球花分别生长在同一新梢的顶端与下部。

2.1.2 马尾松开花的地理效应 有关马尾松高产花粉种源选择研究表明, 雄球花开花量大的多数处

在高纬度的北带种源, 其雌、雄球花发育早, 一般 4、5 年生的幼树就进入生殖发育期。北带种源植株生长慢, 根系发达, 侧枝较多, 雄球花枝也多。这些特点符合松花粉采集基地要求早投产、短周期、矮林集约经营的要求。处在低纬度的南带种源, 植株营养生长快, 生殖发育迟, 始花迟、花量少, 一般 8、9 年生才能较多开花; 中带种源生长开花习性介于南北之间^[3]。在同一地区由于海拔、地形、坡向等因素的影响, 松树的花期、花量也有明显差异。一般海拔高、气温低地点生长的植株花期迟, 浙江淳安千岛湖地区海拔 $100\sim 200 m$ 的库边比 $400 m$ 以上的山地花粉采收时间要早 $2\sim 3 d$ 。山岗土层浅薄, 植株营养生长差, 加之光照好, 有利松树雄球花生长发育。坡向的影响更为明显, 阴坡日照少不利于雄球花生长发育, 反之阳坡光照强, 松树花粉产量高。上述地理、地形因素对松花粉的影响, 在引进外地高产花粉种源与进行松花粉生产规划时应予考虑。

2.1.3 幼林与成林雄球花的差异 为了比较幼、成林雄球花的开花株率, 分无性系与实生 2 种林分类型, 各选 6 年生幼林与 22 生成林, 调查雄球花株数, 计算开花株率。每株树的雄球花量按 4 个等级统计: 无——没有雄球花的植株; 少——花量少于 30% 的植株; 中——花量介于 30% 与 70% 之间; 多——花量大于 70% 的植株。调查统计结果(表 1)显示: (1) 2 种林分植株雄球花开花株率, 成林均比幼林高。幼林将近半数植株开花, 开花株率为 $46.8\%\sim 50.0\%$, 尚有 $50.0\%\sim 53.2\%$ 未开花; 而成林 80% 以上均已开花, 其中无性系林分 100% 开花, 实生林分为 81.3% (无花植株占 18.7%)。 (2) 2 种林分相比较, 在幼林期总的开花株率二者相近, 而在开花数量上有所不同。无性系植株花量少的比例小 (9.1%), 中、多花量比例高 (10.7% 、 27.0%); 实生林分花量少的比例大 (23.3%), 中、多花量比例小 (7.2% 、 19.5%)。成林的 2 种林分差异较明显, 无性系林分全部开花, 而且开花量大, 中、多花量达 98.7% (少花量仅有 1.3%); 而实生林分开花株率为 81.3% , 开花数量较小, 中、多花量达 65.3% , 少花量为 16.0% 。 (3) 2 种林分相比较, 无性系林分植株开花株率高、花量大, 培育松花粉专用林采用无性系营林技术更为有利。

表 1 马尾松幼林与成林雄球花植株的比例

林分类型	项目	幼林(6年生)					成林(22年生)				
		无	少	中	多	合计	无	少	中	多	合计
无性系林	株数	134	23	27	68	252	0	1	22	52	75
	比例 %	53.2	9.1	10.7	27.0	100	0	1.3	29.3	69.4	100
实生林分	株数	90	42	13	35	180	14	12	16	33	75
	比例 %	50.0	23.3	7.2	19.5	100	18.7	16.0	21.3	44.0	100

2.1.4 成年植株树冠雄球花的分布 马尾松随着树龄增长、树体升高、树冠扩大,其雄球花在树冠表层的分布也相应发生变化。为了说明这一变化情况,在 20 年生的种子园按不同无性系选择树体生长与开花结实正常的母树 6 株,将树体分为上、中、下 3 个树冠层,分别统计雄球花(花穗)与雌球花(球果)的数量,结果见表 2。(1)6 株无性系雄球花在不同树冠层的分布规律比较一致,上层 369 个花穗,占 9.8%;中层 1 117 个花穗,占 29.5%;下层 2 294 个花穗,占 60.7%。(2)雌球花分布于树冠上层 472

个球果,占 53.5%;中层 311 个球果,占 35.2%;下层 100 个球果,占 11.3%。(3)成林松树随着树龄增长,雄球花数量比幼林期多,在树冠上的分布下层多上层少,上、中、下 3 层大体上分别为 10%、30%、60%;而雌球花却与雄球花相反,在树冠层的分布是上层多下层少,3 层大体分别为 55%、35% 和 10%。一般松树存在偏雄性 & 偏雌性现象,偏雌性雄花穗少,偏雄性雄花穗多,偏雌性与偏雄性的松树植株比例约为 3:1^[4]。

表 2 马尾松成年植株树冠雌、雄球花的分布

观测株号	项目	雄球花(花穗)				雌球花(球果)			
		上	中	下	合计	上	中	下	合计
1	个数	31	89	265	385	66	92	45	203
	比例 %	8.1	23.1	68.8	100	32.5	45.3	22.2	100
2	个数	75	226	424	725	92	63	17	172
	比例 %	10.3	31.2	58.5	100	53.5	36.6	9.9	100
3	个数	59	186	390	635	73	35	8	116
	比例 %	9.3	29.3	61.4	100	62.9	30.2	6.9	100
4	个数	49	122	314	485	78	52	11	141
	比例 %	10.1	25.2	64.7	100	55.3	36.9	7.8	100
5	个数	118	269	400	787	93	33	9	135
	比例 %	15.0	34.2	50.8	100	68.9	24.4	6.7	100
6	个数	37	225	501	763	70	36	10	116
	比例 %	4.7	29.5	65.7	100	60.4	31.0	8.6	100
合计	个数	369	1 117	2 294	3 780	472	311	100	883
	比例 %	9.8	29.5	60.7	100	53.5	35.2	11.3	100

2.2 雄球花外部形态特征

马尾松雄球花芽一般在 10 月初开始形成,外观形态是在枝顶冬芽下部被棕色芽鳞紧包芽体,在越冬过程中芽体逐渐孕育长大,冬芽下半段慢慢呈现出明显大于上半段的鼓胀形状;到翌年 2 月中旬,雄球花芽长大,在紧包芽鳞的外表出现像粟米粒大小的圆点状突起,这是最初见到的雄球花(小孢子叶球)的形态;3 月上、中旬芽鳞松开,淡绿色的雄球花(小孢子叶球)显露;3 月下旬至 4 月上旬雄球花(小孢子叶球)逐渐由绿变黄,花粉成熟开始散粉。整个雄球花孕育、开花、散粉可大体划分为以下几个时期^[5]。

2.2.1 花芽期 10 月初至翌年 2 月上旬,枝顶冬芽下部聚集被棕色芽鳞紧包的雄球花芽,雄球花冬芽形态与不具雄球花的冬芽基本相似,所不同的是随着雄球花芽的发育长大,冬芽下部逐渐呈现鼓胀形态。

2.2.2 现蕾期 2 月中旬至 3 月中旬,冬芽开始生长,在芽梢抽高生长的同时,芽梢下部的雄球花膨大,雄球花(小孢子叶球)从紧包的芽鳞中显现,当芽鳞松开后,花蕾(即小孢子叶球)裸露,这一过程称之现蕾,可细分为 3 个形态时段。(1)隐现期:2 月中旬至 3 月下旬,冬芽聚集雄球花(小孢子叶球)

的部位,芽鳞仍然紧裹,但在芽鳞外表可明显看到有小圆点状突起。(2)初现期:3月上旬,冬芽鳞片逐步松开,部分绿色的小孢子叶球裸露。(3)裸现期:3月中旬,冬芽鳞全数松开,小孢子叶球极大部分裸露现蕾。

2 2 3 变色期 3月下旬至4月初,裸露的雄球花(小孢子叶球)相互间仍然密接,而颜色由绿变黄,外观色泽的转变,是一种很重要的花粉将要成熟的物候信息。

2 2 4 成熟期 3月底至4月上旬,紧接变色期之后,黄绿色的雄球花(小孢子叶球)全部变为黄色,小孢子叶球相互分离,这时花粉完全成熟,随即花粉囊开裂散粉。

2 2 5 散粉期 4月上、中旬,紧接成熟期之后雄球花(小孢子叶球)内的花粉囊开裂,进入散粉期。同一花穗上小孢子叶球的花粉(即小孢子)成熟时间比较一致,因此散粉时间很短。在短暂的散粉期间,根据散出的花粉量多少,也可细分为3个时段。

(1)初粉期:黄色小孢子叶球全部显露,花粉囊开裂散出少量花粉。(2)盛粉期:全部花粉囊裂口大开,散出大量花粉。(3)末粉期:花粉基本散尽,花穗上的小孢子叶球变为黄褐色,呈枯萎状态。

2 2 6 雄球花物候特征与花粉发育的相应对照 马尾松雄球花生长发育进程,其外部的物候形态表征与内部花粉发育是相应进行的。为了通过物候观察,从马尾松雄球花外部形态了解花粉发育成熟过程,现将外观形态区分几个时期,并与过去已有的花粉形态发育研究成果^[6]进行比较,详见表3。

表3 雄球花物候期与花粉发育相应对照

项目	花芽期	现蕾期	变色期	成熟期	散粉期
时间	1月初至 2月上旬	2月中旬至 3月中旬	3月下旬 至4月初	3月底至 4月上旬	4月上旬至 4月中旬
形态 特征	棕色芽鳞 紧包雄球 花芽	花芽圆点 突起从芽 鳞中露出	小孢子叶 球由淡绿 变为黄色 小孢子	小孢子 叶球全部 变为黄色 单核花粉	小孢子 叶球散出 黄色花粉
发育 进程	造孢细胞 形成,进行 有丝分裂	小孢子(花 粉)母细 胞形成	母细胞减 数分裂形 成四分体	粒形成+ 细胞花粉, 花粉成熟	花粉囊开 裂,释放 大量花粉

注:(1)表中时间以上年10月到下年4月为序。(2)物候期起始与终止各有一个时段,故用月初、月中等表示。

2 3 马尾松花粉采收特点

2 3 1 采摘雄花穗,收获松花粉 经营农林植物

产业的产品多种多样,有叶、枝、干、果实、籽粒、花朵等,而直接大批量采收天然花粉是不多的,因此松花粉采收方法有其本身的特点。松树的花粉又称小孢子,小孢子是长在小孢子叶球里的,多达数十个的小孢子叶球,以新梢下部为主轴螺旋排列方式着生其上,新梢与小孢子叶球组成的外观形态,就像一条长5~10 cm、粗1.2~1.5 cm的花穗棒。采收花粉就是将花穗棒采回,经晾晒筛取花粉。因此采收花粉是连同新梢一起采摘的,新梢被摘直接影响树体生长,这一采收方式尚不完善,还有待改进。

2 3 2 松树花粉成熟期短,必须适时采收 雄球花从10月上旬到翌年3月中旬的孕育期长达5个多月,小孢子叶球完全显露、由绿变黄的成熟期为10~15 d,花粉成熟散粉的时间更短,只有5~7 d。如在这几天内遇到高温天气,散粉时间则仅3~5 d。花粉采收的最佳时间是在花粉刚成熟到开始散粉前很短的几天内。因此在松花粉采收期来临之际,要密切关注三个方面的信息:一看天,关注气象部门气象预报,分析气温对花粉成熟影响的信息;二看地,根据当地松林的立地环境,了解影响花粉成熟的地情信息;三看花,经常观察雄球花成熟期的外部形态与颜色的变化,准确掌握花粉成熟的物候信息。安排好短期内花粉采收计划才能获得好收成。

2 3 3 林分植株间花期有较大差异 在2种不同林分的幼林与成林中,选有较多雄球花的植株各5株,进行植株之间花粉成熟时间的观察,并在盛花期来临的一天(3月31日)在2 h内观测20株植株,记载花穗成熟的颜色与散粉比例,结果详见表4。(1)无性系幼林植株,5个观察植株是不同的无性系,其花粉成熟与散粉数量各不相同,差异较大;(2)实生幼林植株,为当地种源,除5号植株外花粉成熟与散粉数量相近;(3)无性系成林植株,除1号植株是南方无性系外,其余4株为北方无性系,花粉成熟时间较一致;(4)实生成林植株,来自不同的种源,花粉成熟时间与散粉数量不一致。因此在花粉采收之前,应了解林分造林苗木的来源,按花粉成熟迟早进行采收;同时还应注意不仅植株之间花粉成熟有迟有早,就是同一植株成熟时间也不完全一致,一定要选择已成熟的采收,以免影响花粉质量。

表 4 雄球花成熟散粉期观察(同一天 2 h 内)

林分类型	观测株号	幼林植株		成林植株	
		散粉特征	散粉比例 /%	散粉特征	散粉比例 /%
无性系林	1	花穗呈黄色, 下部多数散粉	70	花穗黄褐色, 花粉全树散完	100
	2	花穗黄褐色, 花粉基本散完	95	花穗由绿转黄, 将要散粉	0
	3	花穗由绿转黄, 将要散粉	0	花穗由绿转黄, 将要散粉	0
	4	花穗全部呈黄色, 开始散粉	10	花穗由绿转黄, 将要散粉	0
	5	花穗由绿转黄, 将要散粉	0	花穗由绿转黄, 将要散粉	0
实生林分	1	花穗全部呈黄色, 全树散粉	80	花穗呈黄色, 开始散粉	10
	2	花穗全部呈黄色, 全树散粉	80	花穗呈黄色, 多数散粉	70
	3	花穗全部呈黄色, 全树散粉	80	花穗由绿转黄, 将要散粉	0
	4	花穗全部呈黄色, 全树散粉	80	花穗黄褐色, 花粉基本散完	95
	5	花穗由绿转黄, 开始散粉	10	花穗全部呈黄色, 多数散粉	70

3 小结与讨论

(1) 马尾松 2 3 年生就能开花结实, 但进入正常大量开花结实期要到 5~7 年生, 一般北方种源早于南方种源。成年无性系林分植株雄球花的花期比实生林分早, 而且植株间花量比较一致。实生林分同一种源比较相近, 不同种源也存在差异。根据气候带进行种源区划, 一般北带种源花粉产量高, 南带产量低, 中带介于两者之间。有关雄球花生长发育习性与规律, 可供规划营建松花粉生产专用林时作参考。

(2) 应用物候观察方法对马尾松雄球花形态发育全过程进行观测, 并根据物候特征将外部形态发育划分为花芽期、现蕾期、变色期、成熟期、散粉期。从物候现象可直观了解到松花粉成熟时间。变色期花蕾从黄绿色逐渐转变为黄色, 象征着花粉从开始成熟到了完全成熟时期, 此前花粉尚未成熟, 此后小孢子叶球开始散粉。因此, 松花粉采收不要错过花粉成熟之后与散粉之前这一最佳时间。

(3) 松花粉在雄球花里孕育时间长达半年之久, 而成熟期只有很短的一星期左右, 成熟后小孢子囊很快开裂散粉, 因此花粉采收期也很短, 大约 5~10 d。如天气晴朗、气温高散粉加快, 采收时间就更短; 反之采收时间要长些。花蕾变色期色泽由黄绿转变为黄色, 正是花粉细胞处在单核花粉进行多次有丝分裂形成 4 细胞花粉时期, 这种 4 细胞花粉就是成熟的花粉粒。为此松花粉采收期来到之前, 要注意花穗的颜色转变和当时气温情况, 适时抓紧短期内采收准备工作。

(4) 以松花粉为原料的产品开发是林业的新兴

产业。长期以来, 松花粉采收主要是上树打枝采摘松花穗, 既损伤树体, 不利松树生长与开花, 上树采摘也不安全。此外由于采收时间很短, 为抓紧多采摘, 就较少考虑资源保护等问题。如何有效保护资源、合理利用资源是当前亟待解决的问题。从近期考虑, 应将马尾松用材林改建为花粉生产专用林, 通过疏伐、补植、剪顶、抚育等营林措施, 保留适当密度的花粉生产植株, 以使林分每年都有一定数量植株生产花粉。从长远着想, 应开展科研攻关解决松花粉生产经营的关键技术: 一是树体矮化技术, 应用育种手段培育矮化植株, 并结合剪顶矮化管理, 达到矮化树体实现花粉生产地面作业之目的。二是高产花粉品系选育, 培育稳定高产的花粉生产专用林, 使松花粉生产朝着真正意义上的花粉经济林方向发展。三是延长花粉生产采收期, 利用海拔不同的花期差异和南北种源的花期迟早, 通过合理规划和不同花期品系的搭配, 可望能适当延长花粉采收期。

参考文献:

- [1] 秦国峰. 马尾松花粉经济林值得培育 [J]. 浙江林业, 2005(9): 28~29
- [2] 中国科学院植物研究所形态细胞研究室比较形态组. 松树形态结构与发育 [M]. 北京: 科学出版社, 1978
- [3] 吴天林, 朱德俊, 荣文琛. 马尾松花粉高产种源的初步选择 [J]. 林业科学研究, 1993, 6(3): 327~331
- [4] 刘志河, 刘胜, 于绍夫. 丰饶的资源 光彩的事业 [J]. 林业实用技术, 2005(1): 36~37
- [5] 谌红辉, 温恒辉, 秦国峰. 马尾松新建母树林及开花结实规律研究 [A]. 见: 秦国峰. 马尾松改良及培育 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2000 274~284
- [6] 王培蒂. 马尾松雌、雄球花的形态发育 [J]. 林业科学研究, 1989 2(4): 329~333