

# 马尾松无性系种子园花期花量分析\*

赖焕林 王章荣

(南京林业大学, 南京 210037)

**摘要** 调查了广西覃塘林场马尾松无性系种子园的花期和花量, 着重探讨花期和花量对种子生产与子代群体遗传结构的影响。结果认为: 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。进入正常结实期的种子园存在“花粉相对不足”问题。少数几个无性系的雄球花或雌球花在园内占主导地位, 使种子园种子的遗传基础面临变窄的问题。

**关键词** 马尾松; 种子园; 开花期; 杂交后代; 种子

**中图分类号** S791.248.04; S722.83

林木种子园花期观测和花量调查是种子园花粉管理, 尤其是人工辅助授粉与控制授粉的前提和基础, 也是营建高世代种子园时选择和配置无性系的重要依据, 且与种子园的花粉污染与交配系统密切相关<sup>[1~3]</sup>, 所以引起国内外林木育种学家的高度重视。国内研究多偏重于为花粉管理提供依据<sup>[4~8]</sup>, 在花期花量对种子园交配系统的影响研究得不多。本研究属种子园交配系统研究的基础部分, 旨在为交配系统研究提供基础, 同时在分析花期和花量的基础上, 重点探讨了进入正常结实期的种子园花期花量的协调性, 并就种子园现有无性系的利用提出一点参考意见。

## 1 材料与方法

### 1.1 种子园概况

广西贵港覃塘林场马尾松(*Pinus massoniana*)无性系种子园位于 $23^{\circ}8' \sim 10' N$ ,  $109^{\circ}24' \sim 28' E$ , 处于北回归线南缘。地形属低丘平地, 海拔 $45 \sim 78m$ , 地势平坦。属南亚热带季风气候区。1977年规划, 1980年定砧嫁接, 1986年开始大量产种。

### 1.2 观测方法

1993年春季, 对第5大区的所有无性系进行花期观察, 同时调查各个无性系的雌雄球花量。花期观察在接近开花时每天进行1次。花期划分标准如下:

- I 开花初期。10%左右雄球花撒粉或雌球花苞鳞裂开。此时摇动树枝可见花粉飞散。
- II 开花盛期。50%以上雄球花撒粉或雌球花苞鳞裂开。微风下花粉自动飞散。
- III 开花末期或闭合期。90%以上雄球花撒粉结束, 雌球花苞鳞闭合。

收稿日期: 1996-04-23

\* 江苏省自然科学基金资助项目

雌雄球花量的调查采用标准枝法。根据雌雄球花分布的数量多少,从样株的上、中、下3个冠层,各随机抽取1个主侧枝作为样枝,统计各样枝上的雌雄球花数,再计算各冠层的总枝数,求得各冠层的雌雄球花数以及各样株的雌雄球花量。

## 2 结果与分析

### 2.1 无性系间花期的同步性

第5大区中保存的无性系数目达149个。为便于分析,在花期观察后随机取其中的25个无性系。每个无性系取1分株作为代表株,统计代表株雌雄球花开放的起止日期,作得图1。

由图1可以看出,各无性系间花期的起止时间和持续时间并不相同,但总的来说,彼此间花期存在一定程度的同步性:大部分雌球花从2月27日开始开放,雄球花则始于3月5日。大部分无性系雌球花开放较雄球花早,相差时间最多达15 d(25号无性系)。无性系间雌球花盛期同步比例为14/25,雄球花则为11/25。雌球花花期大多较雄球花花期持续更长(前者平均时间为16.1 d,后者则仅为9.5 d)。

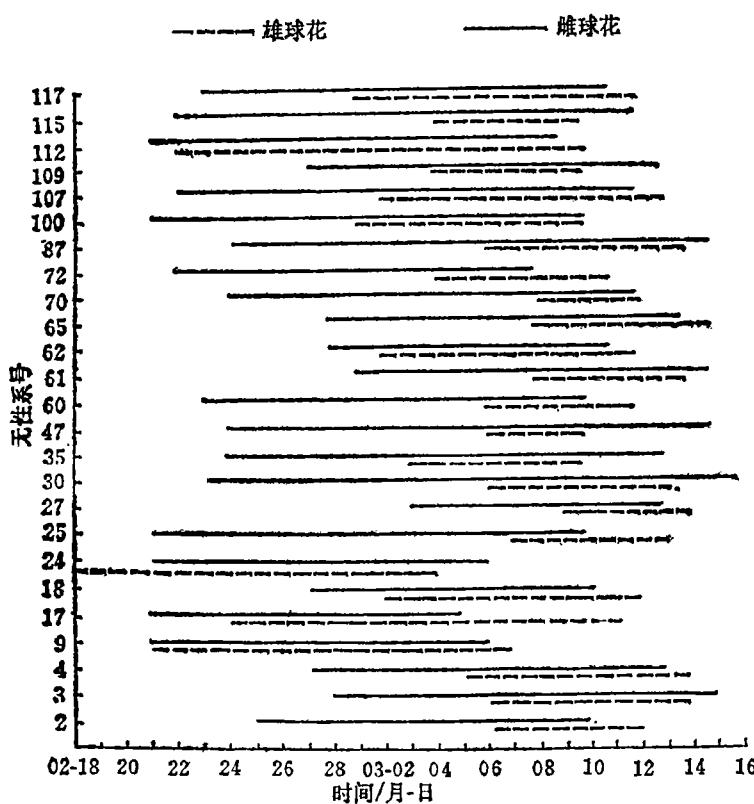


图1 无性系间花期的差异

Fig. 1 Comparison of reproductive phenology among clones

对图1中的25个无性系,在3月2日之前只有4个无性系(9号、17号、24号和112号无性系)的雄球花进入盛期。117号和100号无性系的雄球花尚处于开放初期,撒粉球花仅占

10%，故几乎可忽略。这意味着3月2日以前开放的雌球花可能授粉的比例很小，相当部分雌球花可能会因授粉不足而脱落，或者导致胚珠败育，或受花粉污染。这种花粉不足与种子园幼年的花粉不足导致的后果是类似的。本文研究的种子园已进入正常结实期，种子园生产的花粉总量已达到相当数量，因花期差异产生的“花粉不足”问题往往容易被忽视。大量的研究表明种子园的落花落果主要发生在授粉当年<sup>[8~13]</sup>，所以这一问题应引起足够的重视。这种现象在类似的花期观察中同样存在<sup>[5,6,14]</sup>。这说明即便是已进入正常结实期的种子园，花粉不足问题并未完全消失，只是这种花粉不足有别于种子园幼年期的花粉不足。这种花粉不足不是由于种子园无法生产足够的花粉，而是由于雌雄球花花期的差异引起的。为便于区分，我们把它称为“花粉相对不足”，而把种子园幼年期的花粉不足称为“花粉绝对不足”。

## 2.2 无性系分株间花期的同步性

将25个无性系中具两个以上分株的无性系花期绘成图2。显而易见，由于环境的影响，同一无性系不同分株间的花期并不完全一致，但具一定的同步性。这为自交创造了条件。一般地说，自交不仅会减少林木种子园的种子产量，也会降低种子遗传品质。但是自交看来是自由授粉种子园不可避免的一种交配方式，我们只能尽可能减少自交的程度。

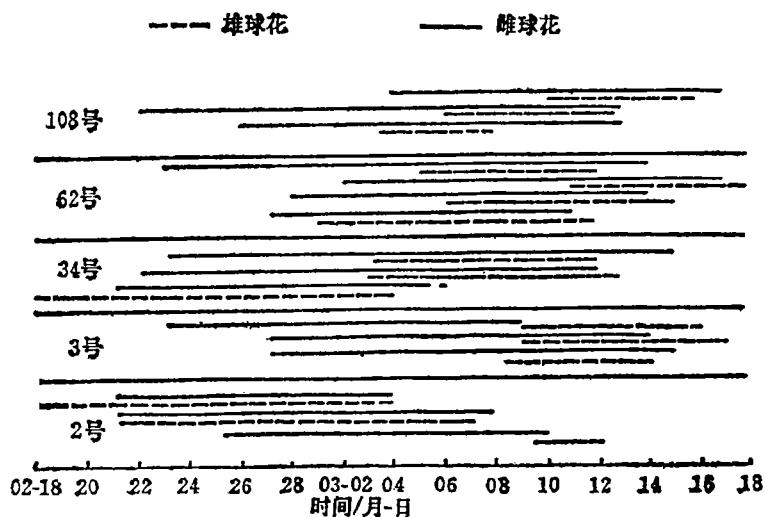


图2 无性系分株间花期差异

Fig. 2 Comparison of reproductive phenology among ramets of the same clone

## 2.3 无性系雌雄球花花期的分布状况

马尾松花粉具气囊，漂移距离较远，遇风更远，有利于促成不同无性系间的授粉，因此有必要将所有无性系进行统筹分析，以便全面把握所研究的5大区花期的总体情况。现将第5大区中不同时间进入花期的植株数绘成图3。图3的两条分布曲线与横坐标覆盖的面积实际上是观测的所有无性系的雌雄球花花期持续天数总和。百分数表示虚线左侧面积占总面积的百分比。参照单一植株花期划分标准(见本文1.2部分)，将该大区的整体花期划分如下：

0~10%为开花早期；10%~50%为开花初期；50%~90%为开花盛期；90%~100%为开花末期。

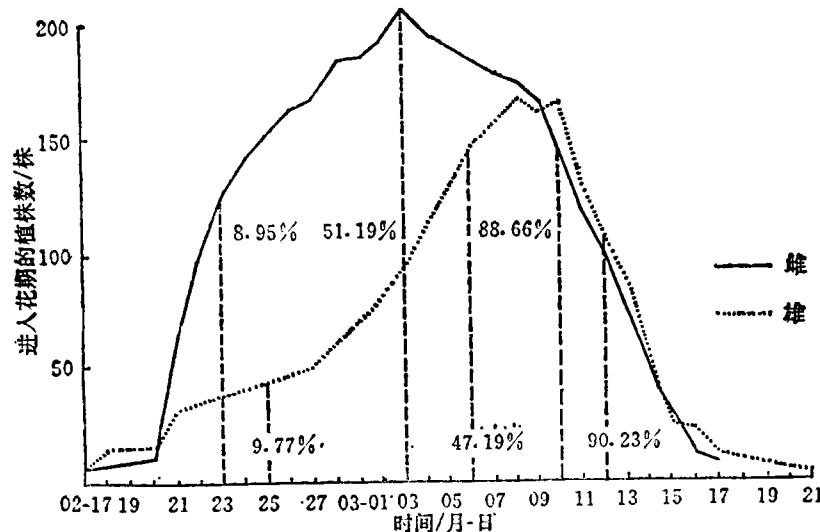


图3 第5大区无性系花期总体分布情况

Fig. 3 Pooled distribution of reproductive phenology of clones in the 5th block

从图3看，全部植株的雌球花花期总和远大于雄球花花期总和。对雌雄球花而言，观测的植株数几乎是相等的。所以上述差异反映出：总体上雌花花期要较雄花花期来得长。另一方面，从图中可看出，就整个大区而言，雌雄球花进入初期的日期相差不超过2 d，进入末期的相差时间也是如此。这说明了雌雄球花花期的同步性。需要说明，这种同步性与前面所

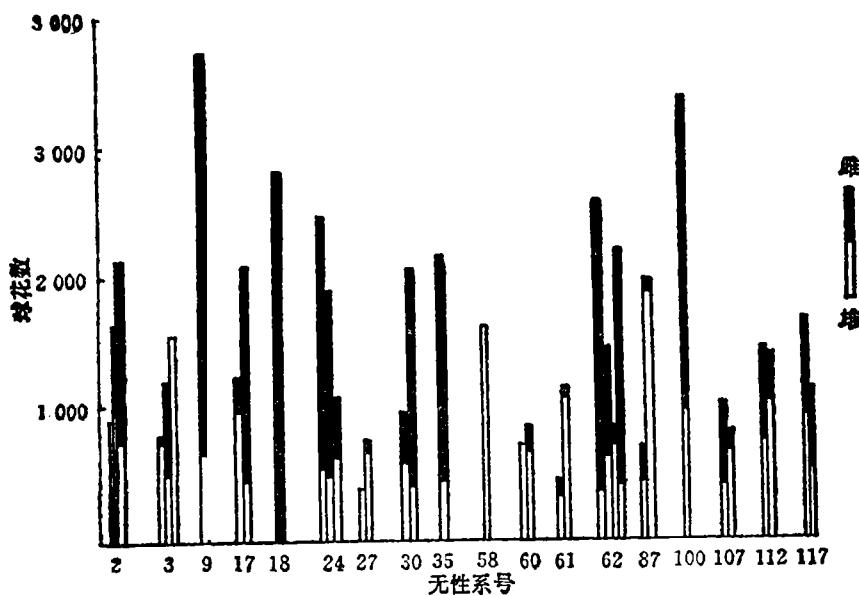


图4 无性系雌雄球花数比较

Fig. 4 Comparison of number of strobili among clones

说的“花粉相对不足”并不矛盾。从图3看, 雌球花进入花期的植株在2月27日已达166株, 此时雄球花进入花期的仅有43株, 所以也反映出“花粉相对不足”问题。

#### 2.4 无性系雌雄球花量分析

图4显示了无性系间及分株间雌雄球花量的差异。同一无性系代号内的不同柱状图代表该无性系的不同分株。从图上看, 无性系间雌花、雄花、雌花与雄花总和等方面相差悬殊, 分株间的球花量也是参差不齐。有些无性系雌雄球花相加的数量尚能达到平均水平, 而有些无性系雌雄球花总量处在很低的水平(如27号、60号、61号和107号无性系)。前一类无性系在种子园种子生产中仍能发挥一定的作用, 后一类无疑不利于种子生产。

无性系雌雄球花的比例是人们关心的一个重要问题。从图4看, 部分无性系仅产生雌球花(如58号和81号无性系), 也有部分无性系不产生雌球花(如18号无性系)。Dag Lindgren认为出于减少种子园花粉污染的需要, 可以考虑在种子园周围专门栽种一些授粉树。实际上在种子园内种植(或嫁接)一些一般配合力较好而又只分化雄球花的无性系也是可行的。这些植株不仅能起到减少花粉污染的作用, 也能增加对四周母树授粉的机会。这样我们或许不期望从这些树上采到球果, 但仍可以使种子园总体产量有所提高。

### 3 讨论

**3.1** 大部分无性系内雄球花开放要迟于雌球花。这意味着先于雄球花开放的雌球花不可能接受同一无性系的花粉。它们要么接受其他无性系的花粉(含外源花粉)而正常发育, 要么没能授粉而使胚珠败育。由于“花粉相对不足”问题, 其中的大部分可能会因授粉不足而脱落或败育。进行人工辅助授粉是解决这一问题比较切实可行的措施。

**3.2** 无性系雌雄花的比例问题值得进一步研究。从大部分生物的有性繁衍过程来看, 在数量上雄配子总是远远超过雌配子。尽管每一雄球花产生的花粉数远超过每一雌球花中的卵细胞数, 但考虑到花粉飞散过程中的损失, 具活力花粉比例偏低等因素, 何种比例较合适仍值得进一步探讨。

**3.3** 自由授粉种子园设计时, 为达到自由授粉的目的, 很重要的一个条件便是各无性系花期同步, 但也应当正确地看待花期、花量表现特别的无性系(如只生产雌花或只开雄花或球花开放特别早或特别迟的无性系)。雄球花开放很早的无性系可以作为人工辅助授粉的花粉源, 而免去花粉跨年度的贮藏。雌花开放特别早的可以设法用雄花开放早的母树花粉授粉, 或者当早花的无性系达到一定数目、一般配合力满足要求的情况下, 将它们集中起来作为另外一个种子园或种子园某一大区的营建材料(这种方法同样适用于花期特别迟的无性系)。另外花期特别迟或特别早或许可以避开当地的不利气候(如晚霜、阴雨天气等)而有利于种子园种子生产。对偏雌、偏雄的无性系只要花期相遇和配合力方面能满足要求, 在建园时也可加以利用。总之, 对现有的无性系而言首先应当掌握它们花期的同步性, 花量的多少及配合力大小, 然后适当地加以利用。

**3.4** 无性系花期和花量的差异会通过影响交配系统而影响种子园子代群体的遗传结构。花期“花粉相对不足”给外源花粉提供了有利的授粉机会, 使异交率增加, 花粉污染程度也增加, 种子遗传品质下降。El-Kassaby & Ritland<sup>[2]</sup>借助同工酶分析也证实: 雌球花开花早或迟

的无性系污染率高，而不迟不早的无性系几乎无污染且异交率很高。

关于种子园中少数几个无性系提供子代的大部分雌配子或雄配子的现象，也常见于其他报道<sup>[3,4,6,7]</sup>。这意味着种子园子代群体存在遗传基础变窄的危险。

**致谢** 本文承南京林业大学王明麻教授审阅，并提出修改意见。在此深表谢忱。

### 参 考 文 献

- 1 El-kassaby Y A, Fashler A M K, Sziklai O. Reproductive phenology and its impact on genetically improved seed production in a Douglas fir seed orchard. *Sil Genet*, 1984, 33(4~5): 120~125
- 2 El-kassaby Y A, Ritland K. The relation of outcrossing and contamination to reproductive phenology and supplemental mass pollination in a Douglas fir seed orchard. *Sil Genet*, 1986, 35 (5~6): 240~244
- 3 O'Reilly C O, Park W H, Barker J E. Effect of pollination period and strobili number on random mating in a clonal seed orchard of *Picea mariana*. *Sil Genet*, 1982, 31: 90~94
- 4 沈熙环. 辽宁兴城油松种子园无性系开花习性的研究. 北京林学院学报, 1985, 7(3): 1~3
- 5 陈天华, 王章荣, 李江澜, 等. 马尾松种子园无性系花期观察与分析. 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. 126~135
- 6 黄启强, 廖明. 马尾松种子园无性系花期观察与分析. 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. 144~154
- 7 陶宏, 郭仲英, 史彦江, 等. 西伯利亚落叶松种子园无性系开花习性的观察研究. 见: 张颂云主编. 主要针叶树种应用遗传改良论文集. 北京: 中国林业出版社, 1990. 31~42
- 8 陈铁英, 衣俊鹏, 王丽娟, 等. 樟子松种子园开花结实规律的研究. 见: 沈熙环主编. 种子园技术. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 191~197
- 9 沈熙环, 匡汉辉, 张新华, 等. 提高油松种子园产量和品质的若干对策. 见: 沈熙环主编. 种子园技术. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 169~177
- 10 王丽娟, 衣俊鹏, 史彦江, 等. 樟子松种子败育的形态解剖学探讨. 见: 沈熙环主编. 种子园技术. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 198~201
- 11 王行轩, 张安, 王伟, 等. 提高红松种子园坐果率的研究. 见: 沈熙环主编. 种子园技术. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 208~213
- 12 Bramlett D L. Seed potential and seed efficiency. In: Kraus J. *Seed yield from southern pine seed orchards*. Georgia: Georgia Forest Research Council, 1974. 1~7
- 13 Kormanik P P. Conelet abortion in pines. In: Kraus J. *Seed yield from southern pine seed orchards*. Georgia: Georgia Forest Research Council, 1974. 42~48
- 14 Jasson A, Ekberg I, Eriksson G. Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris*. *Studio Forestalia Suecica*, 1976, 135: 38

Lai Huanlin (Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, PRC), and Wang Zhangrong. **Analysis of Reproductive Phenology and Strobili Number of Clones from A Clonal Seed Orchard of Masson's Pine.** *J Zhejiang For Coll*, 1996, 13(4): 405~410

**Abstract:** Results of investigation about reproductive phenology and number of strobili (including male and female ones) of clones in a grafted seed orchard of masson pine were reported. Discussion emphasized the effects of reproductive phenology and the strobili number on seed production and genetic composition of filial generations. Conclusions are as follows: a) Although reproductive phenologies among clones and among ramets of the same clone did not synchronize completely, they did synchronize to a certain degree; b) There was still a "comparative lack of pollen" for seed orchards in production period; c) The dominance of male or female strobili of a few clone in seed orchards made it possible for genetic base of seed orchards' seeds to become narrower.

**Key words:** *Pinus massoniana*; seed orchard; blooming period; filial generations; seeds

## 欢迎订阅《浙江林学院学报》

《浙江林学院学报》是全国林业类核心期刊，中国科技论文统计用期刊，被评为浙江省优秀科技期刊，全国优秀科技期刊，全国高校优秀学报。主要刊登林学、经济林、园林、生态、林产加工、森林病虫防治、林木遗传育种、林业经济、林业机械、木材加工、水土保持等方面的学术论文、科研报告和研究简报等。供农林科技工作者、园林绿化和规划设计人员、大专院校师生、基层干部、农林科技专业户及科技信息人员参阅。季刊。季末月中旬出版。公开发行。1997年每期定价2.50元，全年10.00元。欢迎订阅，欢迎投稿。

国内订户请向浙江林学院学报编辑部索取订单，也可直接汇款订购。邮汇：浙江临安浙江林学院学报编辑部，邮政编码：311300。信汇：浙江林学院，临安农业银行，帐号：86181210004800。

国外读者请向中国出版对外贸易总公司联系办理。地址：北京782信箱，邮政编码：100011。