

# 华南地区桉属树种改良工作 存在问题及其对策

白 嘉 雨

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

**摘要** 本文从我国桉属树种遗传改良工作存在问题着手,根据桉属的生物学特性,论述了育种策略、育种计划、杂种利用、种子生产基地、无性系林业等当前亟需解决的几个问题。强调遗传改良工作的成败取决于正确的育种策略和一个完整的育种计划。加强对基因资源的管理并进一步补充完善育种群体是育种工作者的主要工作领域。从整体出发,在不断扩大育种群体、提高遗传品质的同时,为生产提供更多、更好的种和苗。

**关键词** 桉树 遗传改良 育种策略

桉树(*Eucalyptus*)1890年引入我国,至今已有一百多年的历史。我国现有桉树人工林面积(包括四旁植树)约150万 $\text{hm}^2$ ,在世界桉树人工林面积中,仅次于巴西,居世界第二位。有些种(种源)已成为我国华南地区重要造林树种,在生产上广为采用,它们不仅丰富了我国树种资源,而且也为我国林业发展作出了贡献。30多年来,桉树改良工作虽然有了一定的成绩,尤其是近10年来,在引种、选种上有进展,但是生产上尚未能大面积应用良种,严重地影响了林分产量和质量。人们对育种策略还了解不够,致使良种化进程缓慢。为此,对桉树未能迅速良种化的原因作一探讨,进而提出良种化的途径和措施很有必要。

## 1 存在问题

### 1.1 育种群体的建立及管理

我国虽已引进许多桉树的种、种源及家系,也陆续建立了一些基因保存基地,但由于没有配套的投入和系统的管理,以及有的实施单位科技人员缺少基因管理知识,造成对基本群体、育种群体、繁殖群体及生产群体管理上的混乱。

### 1.2 长期育种计划

近年来,各单位在执行育种项目时,虽然制定了相应的计划,但较为分散和不够系统。

### 1.3 无性系林业

目前出现的“无性系林业”过热问题,值得重视。在进行这项工作时存在如下问题:

- (1) 优良无性系的数量不够;
- (2) 对无性系与环境的交互作用了解不够,而盲目推广,风险极大;

(3) 还有人错误地认为无性系繁殖就是无性系林业。

#### 1.4 组培苗

在无性繁殖工作中最为突出的问题：

(1) 组培苗的原始材料来源太少，有的遗传品质还不清楚，更有甚者连材料来源尚不清楚就大量繁殖。

(2) 组培苗的成本高出扦插苗一倍以上。

#### 1.5 实生苗

生产用的种子来源不纯，有的不是采自种子生产基地，而是来自一般的人工林，甚至来自杂种林分，导致林木严重分化，林相不齐，林分质量低。还有的采自遗传基础狭窄的林分，其苗木成活率低，矮化，发病率也很高。例如刚果12号桉<sup>[1]</sup>。

#### 1.6 优良种源、家系利用

近年来，新引进的种源虽然不少，但有的单位不注意种源出处，事后又无档案可查，导致种源不清，影响试验进行。有的在试验林中对表现好的林分或单株争先采种，而在这样的林分中采种存在如下问题：①由于花粉混杂，种子品质同原产地有差异；②因引入的母树数量有限，易产生近交(Inbreeding)，遗传品质及生活力下降。

#### 1.7 种、种源、家系的区域性试验

在肯定前段工作的基础上再进一步扩大试验时，发现优良种、种源、家系的最佳栽培区还没搞清楚，没有以系统的区域性试验数据为依据。

#### 1.8 杂种利用

众所周知，杂种优势的利用是提高产量的途径，但并非所有杂种都有优势。我国现在的杂种除引入的巨尾桉(*E. urophylla* × *E. grandis*)和一些国内人工授粉获得的杂种外，多数杂种都是不可考究的第3、4、5代了，并有相当一部分是亲本不清的天然杂种。

#### 1.9 种内交配

桉树杂交育种工作基本上着眼于种间杂交，而对种内交配的概念不明确，也没有系统地对种内不同群体或个体进行配合力测定。

#### 1.10 育种目的

对其目的不明确，随机性大，对高产的兴趣大，而对物种高质和抗逆性等注意不够。

#### 1.11 种子生产基地

主要树种的种子生产基地已陆续建立，可望初步满足用种需要。但这些基地生产的种子遗传品质并非最佳，管理也不够精细。

## 2 桉树生物学特性

在讨论桉树育种策略前，简单地指出桉树生物学上的一些特殊性，以利制定符合桉树特性的育种方法。

(1) 同一亚属的种可能杂交而产生杂种，不同的亚属不能杂交<sup>[2]</sup>。

(2) 有一定的自花授粉能力，但异花授粉占优势，自花授粉种子发芽力很低，苗木生活力也低。

(3) 有些种如赤桉(*E. camaldulensis*)、细叶桉(*E. tereticornis*)分布范围较广, 种源间差异大。

(4) 大部分种用无性繁殖较容易。

(5) 一个种内的一些个体在某一特征上大大偏离正常范围。

基于上述特性及我国桉树良种工作的现状, 下面分别论述育种策略、长期计划、杂种利用、种子生产基地等。

### 3 育种策略与育种计划

#### 3.1 育种策略

育种策略是对用于人工林树种遗传改良管理的概述(或哲学)<sup>[3]</sup>。一个精心设计的策略可以对现行活动产生巨大影响并提供获得遗传增益的机会, 同时少走弯路, 降低成本。它所解决的是如何进行育种, 即在广泛的基因基础上通过选择和配合达到群体改良的目的。其问题的核心是育种循环中对4个群体的管理: 即基本群体(Base Population)、育种群体(Breeding Population)、繁殖群体(Propagation Population)、生产群体(Producing Population)。4个群体的关系如图1<sup>[3]</sup>。

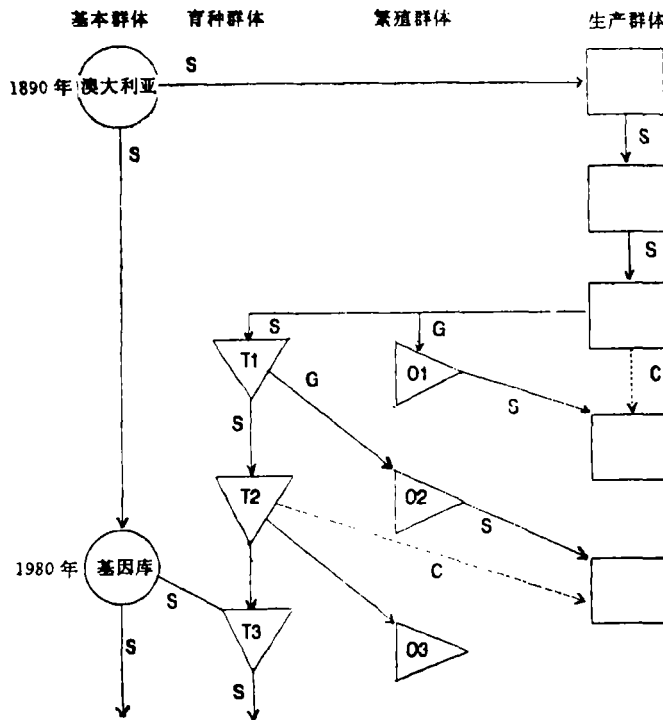


图1 四个群体的关系

S: 种子; T: 子代鉴定; C: 扦插; O: 种子园; G: 嫁接

从图1可知4个群体的关系来自天然林的基本群体, 经选择、杂交、子代鉴定后进入育

种群体。从育种群体经强度选择后，用嫁接的方法进入种子园或直接用选出的材料嫁接或插条收集于采穗圃，这就是繁殖群体。由繁殖群体通过有性或无性繁殖用于生产即生产群体。这样不断地引入、选择、配合(杂交)、鉴定、繁殖形成一个循环，不断提高。特别值得注意的是进入繁殖群体后不再回到下一个循环(见图 2)。

上述的育种策略是解决当前桉树良种工作中存在问题的最根本方法。务必在它的指导下抓紧 4 个群体的建立、完善及管理。在桉树育种策略的几个环节中，我们收集了一些来自基本群体的基因资源，近年来不断从澳大利亚及印尼等地的天然林中引入了较多的树种、种源、家系，特别是中国与澳大利亚“东门造林示范”项目和中国与澳大利亚“澳大利亚阔叶树种引种与栽培试验”项目，至今已引入 100 多个种，300 多个种源，600 多个家系，为进一步选择、育种提供了物质基础。但还有一些珍贵的基因资源尚未引进，例如维他岛(Wetar)尾叶桉(*E. urophylla*)种源和最近在印尼发现新的粗皮桉种源还未引入。

育种群体正在建立，这一群体，每个种应有 300~400 个家系，每个家系有 100 株树。近年来有关单位进行了大量的选择、杂交、子代鉴定和无性系测定等工作，选出了一批进入育种群体的个体，这是桉树育种工作者的主要工作之一。目前这一群体分散于各栽培区，建立统一的管理网络十分迫切。

我国繁殖用的原始材料质量低，数量也不够，特别是无性繁殖用的材料太少，例如尾叶桉、巨尾桉无性系只有 3~5 个，并未经强度选择和后伐测定，今后需扩大这一群体数量(每个种的繁殖群体需要有近百株的单株)，并对其遗传品质进行评价，制定繁殖群体管理及使用的法规或办法。

生产群体应是来源于良好管理的繁殖群体大量繁殖而来的。不应像过去那样只是重复地在人工林中采种、采条进行造林。

综上所述，桉树育种策略的关键是以足够大量的供选基因作为基础，反复不断地引入、不断选择。

### 3.2 育种计划

育种计划是根据已确定的育种策略，提前对育种工作所做的具体工作计划，其内容包括育种目标、背景、种子需要量(按此量决定计划实施的规模)、已建种子园面积、扦插繁殖计划、育种策略提要、经营方式、基因库、遗传增益估算、工作进程时间表(5 a、10 a、20 a)、人员配备、仪器设备、研究工作内容<sup>[3]</sup>等。

我国桉树育种计划曾由有关科研单位与澳大利亚专家分别制定过，因缺少长期稳定的项目研究组织和经费投入，所以要系统地长期坚持完成育种程序的全过程仍有很多困难。

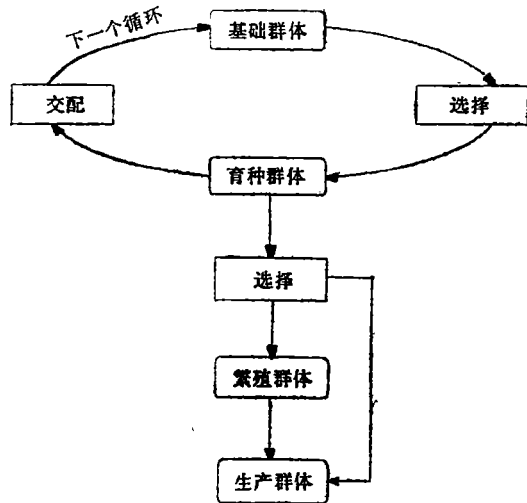


图 2 育种循环

建议国家或省有关部门指定有条件的科研单位牵头,组织具有高水平的育种专家根据我国具体情况制定出切实可行的育种计划,建立研究网络,落实经费,短期的育种计划在长期的育种计划的指导下进行,持之以恒,才能达到预期的目标。

## 4 无性系林业(造林)

无性系林业就是大规模地采用经选择的无性系进行造林<sup>[4]</sup>,包括无性系选育和无性繁殖。

利用桉树无性系选育和造林在其它国家已有成功的例子,如刚果、巴西及南非等国,他们是在选择的基础上利用少数最佳基因型,获得最高的遗传增益,缩短改良周期,林分整齐,便于经营。

我国进行此项工作的时间尚短,经验不足。现就育种工作上存在的一些问题(见前述),提出如下建议。

### 4.1 增加无性系数,减少潜在风险

单一的无性系或少量无性系在不同立地条件下,大面积种植容易发生灾难性危害,造成产量下降。

在70年代末和80年代初,西德和瑞典立法规定不准用单一的无性系而必须是使用混合无性系造林;瑞典政府规定欧洲云杉按不同标准分别使用30、60、120个无性系,西德政府规定除杨树外的所有18个造林树种,如果是大规模造林,在特别的立地上用100个无性系混合,在普通立地上用500个;小规模造林,在特别的立地上用20个无性系,在普通立地上用100个。丹麦也规定了未经测定的无性系用100个,已测定的用20个。比利时则规定无性系的数量与轮伐期相同,但最少不低于50个<sup>[6]</sup>。

桉树生长快,轮伐期短。参考国际经验,我国的桉树无性系采用10个以上,或用不同的无性系在一定面积(10~40 hm<sup>2</sup>)范围内交叉块状造林,并且每年用新选出的优良无性系更替生长表现较差的无性系。

### 4.2 加强无性系的测定工作,重视不同立地条件的区域性试验

无性系造林的效果取决于繁殖材料自身的优劣(遗传因子)。通过对材料进行不同指标(生长量、抗逆性等)的测定和在不同立地条件下进行区域性试验,了解它们与环境的交互作用,避免盲目推广,造成不必要的损失和浪费。

## 5 建立种子生产基地

良种化工作的重要一环是建立种子生产基地。以往不能良种化的原因,主要在于没有建立足够的优良种子基地。近年来,虽然建立了尾叶桉、细叶桉、赤桉等重要树种的种子生产基地,但数量和质量尚有差距。基于桉树的生物学特性,建立种子生产基地应注意如下几点。

### 5.1 防止近交而降低种子品质

在种子生产基地上应种植足够数量的、来源不同的优良母树植株,并在设计时充分考虑

花粉互相混合的可能性, 虽然桉树单蕾开放时有雄蕊先熟现象而不易自交, 但同株上下枝条的花粉与柱头有机会授粉。实践证明自交后代生活力低。

### 5.2 防止杂交产生非目的种子

桉属中同亚属的种有可能产生杂种, 因此建立种子生产基地时应选择周围无其它同亚属林木存在的地点, 更不能几个同一亚属的树种种在一起作为种子生产基地。例如: 双蒴盖亚属(*Subgenus Symphymyrtus*)中的迪恩桉(*E. deanei*)、巨桉(*E. grandis*)、柳桉(*E. saligna*)、葡萄桉(*E. botryoides*)、大叶桉(*E. robusta*)、粗皮桉(*E. pellita*)、树脂桉(*E. resinifera*)、小果灰桉(*E. propinqua*)、细叶桉、赤桉、野桉(*E. rudis*)、窿缘桉(*E. exserta*)等常见种的亲缘关系很近, 不宜种在一起作为种子生产基地。

### 5.3 种源试验林、子代鉴定林、样板林改造为种子生产基地

这是目前亟需解决的问题, 以上林分存在着互交和近交; 严格说来不宜做种子生产基地。如果试验种子来源于无亲缘关系的母树, 母树数量又是足够的, 就可以择优采种, 加强苗期选择, 并在不影响试验的前提下砍除一些差的林木。无性系林因亲缘关系近易产生近交, 不宜采种。

总的来说, 有目的地利用试验林做为种子生产基地, 应注意如下问题。

- (1) 试验设计中应避免不同种的种源试验(子代鉴定)林靠在一起(特别是同亚属的种)。
- (2) 选择周围无桉树的地段。
- (3) 引入的种源应有足够的母树数量, 子代鉴定的家系数量为100~300个。
- (4) 设计时参考种子园的设计方法, 使不同家系均匀地分布。

## 6 杂种利用

桉树杂种利用在桉树树种改良工作中占有特别重要的位置, 值得进一步探讨。世界上有不少成功的例子, 如巴西的巨尾桉、印度的杂种桉或迈索尔桉(细叶桉)的杂种都已成为高产的造林树种。国内已引种一些杂种, 同时也从天然林和人工杂交中选出了蓝大桉、柳窿桉、雷林8051、巨尾桉、赤尾桉等。对杂种利用虽然很感兴趣, 但还存在不少的问题, 特别是后代分离的问题。对此提出如下建议:

- (1) 只能利用杂种第1代( $F_1$ )。
- (2) 在杂种人工林里选优只能用于无性繁殖。
- (3) 杂种的主要利用途径是确认有杂种优势的子代, 并经过无性系比较后显著优于其它无性系者。

## 7 “纯种”利用

纯种利用在桉树营林工作中极为重要, 不能忽视。桉树“种内交配”所得到的“种内杂种”效益并不亚于“种间杂交”。尤其是桉树有些种分布范围广, 其种源间、个体间差异大, 利用差异大又具不同优点的个体进行“种内交配”, 有可能得到良好的效果。

## 8 结语

我国桉树育种工作在近年来虽然取得一定的成绩,但因工作时间短,尚存在不少问题。今后为使桉树遗传改良工作有较大的进展,不但要充分认识存在问题,予以足够的重视,还要有相应的对策。更重要的是制定一个正确的育种策略和完整的育种计划,科学地指导整个育种工作,并加强对选、育、繁工作的研究,充分发挥实生林、无性系林、杂种及纯种的各自优点,把我国桉树育种改良工作提高到一个新的水平。

### 参 考 文 献

- 1 Jacobs M R. Eucalypts for planting. Rome: FAO, 1979.
- 2 Pryor L D, Johnson L A S. A classification of the Eucalypts. the Australian National University, 1971.
- 3 Eldridge K. Breeding strategy for Eucalypts in Southern China Nanning, 1991.
- 4 王明麻. 论无性系林业——概念和应用. 桉树科技, 1991, (1): 6~9.
- 5 Muhs H J. A synopsis of some national regulations for muticlonal mixtures as applied for norway spruce and species, other than *Poplars*. Proceedings of IUFRO joint meeting of WP s2 04—05 and s2. 03—14 on biochemical genetics and legislation of forest reproductive material IUFRO, 1985.

## *Eucalyptus Tree Improvement in Southern China* —Problems and Strategies

Bai Jiayu

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

**Abstract** Beginning with an statement of existing problems in eucalyptus tree improvement in South China, this paper discusses some issues relating breeding strategies, breeding plans, hybrid utilization, seed production bases and clonal forestry in accordance with their biological characteristics. It is also pointed out that the success of genetic improvement program depends on the correct breeding strategies and a complete breeding plan. The major tasks of the tree breeders, therefore, are to enhance the management of genetic resources and to further complete and replenish the breeding population. Starting from the overall interests of the whole society, while expanding the breeding population and improving the genetic character, the tree breeders must pay attention to supplying mass plantation with high quality planting stocks.

**Key words** *Eucalyptus* genetic improvement breeding strategy