

松树针叶
束育苗

周心铁 著
杨承桂

中国林业出版社

序 言

全世界松树约有80多种，广泛分布于北半球。我国松树有22种10变种，分布遍及全国，为重要的森林组成树种和造林树种。另外引入栽培16种2变种。松树对于维持生态平衡、改善生态环境，起着极为重要的作用。它提供大量的用材和纸浆、松脂等林产品，在国民经济建设中占有重要的地位。

为了加速我国的造林绿化进程，提高森林覆盖率，更好地满足四化建设的需要，建立新的森林资源基地和良好的森林生态环境，松树是一种很好的不可缺少的树种。因此，改善松树育苗的方法，培育更多的松树良种壮苗，提高森林的生产效益和经济效益就显得特别重要。

松树以往都采用有性繁殖，极少采用无性繁殖，这对保持松树的优良性状，提高单位面积产量和质量，均带来一些困难。近年来，世界上许多林业工作者认识到采用无性繁殖与造林的重要意义，纷纷进行无性繁殖的试验研究。无性繁殖方法有多种，如扦插、嫁接、压条、组织培养等。无性繁殖技术在很多树种上已广泛应用，收到了显著效果，但对松树的无性繁殖技术，尚仍在探索之中。

采用松树针叶束育苗，国际上早在30年代就开始试验研究，但极少成苗。直到80年代初，本书作者经过多年的试验

研究，获得成功，并应用于湿地松、马尾松、火炬松、晚松等树种的育苗与造林。此项研究成果在世界上同类研究中处于领先地位。

松树针叶束育苗的成功，不仅丰富了育苗材料，增加了优良苗木的来源，更重要的是为松树的无性系选育、开展优良无性系造林、缩短实现造林良种化的进程，提供了新的方法与途径。该项技术的特点是：操作容易、设备简单、投资少、收益快。采用该技术，针叶束两个月左右即可生根，通过移栽，当年可以成苗，用于造林。

《松树针叶束育苗》一书，是作者进行这方面科研工作的小结，着重介绍了针叶束的选择、处理、水培生根、移栽育苗技术，也介绍了湿地松无性系和实生苗造林对比试验的初步结果。书中着重列举了试验的各种内容与方法，这些可供国内外林业生产、科研和教学工作者参考。

我推荐这本书的目的，还在于希望得到广大读者的关心，共同进行松树针叶束的育苗试验，希望在短期内使针叶束育苗技术在现有的基础上有新的创造，从而推动松树的无性系林业工作的广泛开展，加速松树的优质丰产林基地的建设，更好地为林业生产服务。

方建初

1985年11月25日

目 录

一、松树针叶束育苗的意义.....	(1)
(一) 松树在林业生产中的地位.....	(1)
(二) 松树针叶束育苗的作用.....	(2)
二、针叶束苗的生物学特性.....	(6)
(一) 针叶束的发育.....	(6)
(二) 针叶束生根的解剖学观察.....	(8)
(三) 针叶束苗地上部分的发育.....	(10)
三、针叶束水培促生根.....	(13)
(一) 设备和药品.....	(13)
(二) 针叶束的选择与采取.....	(16)
(三) 切基技术.....	(19)
(四) 激素处理.....	(25)
(五) 水培营养液.....	(28)
(六) 水培温度的控制.....	(38)
四、水培针叶束苗的移植.....	(44)
(一) 准备工作.....	(44)
(二) 移植方法.....	(48)
(三) 苗田管理.....	(49)
(四) 苗木出圃.....	(53)
五、几个树种的针叶束育苗.....	(55)

(一) 马尾松	(55)
(二) 湿地松	(58)
(三) 火炬松	(60)
(四) 晚松	(63)
六、湿地松无性系苗和实生苗造林对比	(64)
(一) 材料与方法	(64)
(二) 造林结果	(64)
(三) 初步结论	(65)

一、松树针叶束育苗的意义

（一）松树在林业生产中的地位

松树一般是指松属树种而言。松树在世界上的种类较多，除个别种外，绝大多数分布在北半球。

我国是松树分布的中心地带之一，自东到西，自南到北，几乎到处都有松树，其中大多数松树，是国家重要的森林资源，常组成大面积的森林，形成用材林基地，如东北的红松、樟子松、长白松，华北的油松、白皮松，西南的云南松，西部的华山松，华中华南的马尾松、黄山松等等。

荒山需要绿化，很多种松树又是荒山造林的先锋树种。松树对于改善生态环境，改变自然面貌，维持生态平衡也占有重要的地位。

松树的木材，可供建筑、造船、坑木、枕木、桥梁、车厢等多种用途。松木又是目前世界上造纸工业极为重要的原料。松树的茎干可割取松脂，松脂能用于上百种工业产品。松树用途极为广泛，我们应当充分的利用松树这些优良特性，做到物尽其用。

但是不论哪一种松树，都存在树种改良的问题，因为直到现在大多数松树仍然停留在“见种就采、见苗就栽”的被动局面，这就有待我们去积极进行探索，使这一类林木进一

步得到改良和发展。松树改良的途径，国内外在进行有性繁殖改良的同时，也正在积极地研究无性繁殖改良技术，力图把有性繁殖、人工选择、无性利用有机的结合起来，创造出较高的经济效益和社会效益。

（二）松树针叶束育苗的作用

1. 在松树改良中的作用

针叶束育苗获得成功以后，受到林业战线的广泛重视，不少省（市）科研和生产单位引进并发展了这项技术。

针叶束育苗，是无性繁殖的一种方式，无性繁殖较之有性繁殖之最主要最基本的特点在于：从营养体繁殖而来，被繁殖的器官或组织，只进行有丝分裂，而不发生减数分裂。有性繁殖的后代起源于两性配子的结合，后代的性状既有父方的也有母方的，双方在配子形成前，都经过减数分裂，同源染色体配对后随机分离；受精时，又随机结合。所以，其后代和亲本相比，均发生了变化，后代和亲本之间，后代和后代之间，总是千差万别。用实生苗造林的一切林种，都不会逃脱上述规律。

无性繁殖则不同，由于在繁殖过程中只进行有丝分裂，繁殖的新植株，其发育阶段不解除，只在原来的基础上继续发展，新个体和亲本之间没有什么差别，它能保持和继承亲本的优良特性。人们利用这个普遍规律，广泛应用于果树、花卉、林业等多种学科，现代遗传学进一步证明无性繁殖有着更加光辉灿烂的前景。

针叶束繁殖技术，是松树无性繁殖的一种方法，无性繁

殖具有以上特点，因此，针叶束繁殖和松树的改良就自然紧密相联，在良种的选育和繁殖上也就占有重要的地位。

①用于保存优良基因的手段。如需建立良种收集园，可将分散在各地的优良单株，集中到一个方便的地点，通过针叶束繁殖，实行基因保存建立基因库。由于针叶束体积小，便于采取，携带运输方便。因此，这里所说分散在各地的具有优良遗传性状的个体，包括远涉重洋，开展国际间的学术交流的树种。例如湿地松、火炬松原产美国，美国对南方松的遗传改良工作搞了几十年，建立起来的无性系嫁接种子园，实生种子园，高产脂种子园等；一般也经过了子代测定，确定了具有优良遗传品质的家系。那么，就可以到各地去进行收集，将子代苗的超级苗针叶束，进行针叶束繁殖。通过一定的育种程序，以此来建立优良类型的基因库，或无性系种子园，达到优良基因的保存和优良基因的重组，这样做，对于松树的改良，有着重要的现实意义。

②用于进行优良无性系选择。松树针叶束育苗获得成功以后，为进行松树的无性系育种，提供了无性繁殖技术，将优良单株的针叶束繁殖成为无性系，进行比较测定，采用优系造林，即可获得高的遗传增益。

现在世界林业发展的趋势表明，无性系林业越来越被人们所认识，20世纪70年代以来，在国际上先后开过几次会议，专题讨论了树木无性繁殖和无性系育种问题。继这些会议之后，1983年美国 and 加拿大联合又召开了无性系林业的专题讨论会。美国加利福尼亚Libby博士在其论文《无性系林业》一文中提出，在未来大约50年的时间里，林业将变成无性系林

业。到那时种子繁殖将只由少数对种子繁殖有兴趣的人来进行。

通过无性繁殖，进行无性系选择，采用优良无性系造林，使很多树种产量大幅度增加，这在我国实践中的运用由来很久了。例如我国的各种果树的优良品系的不断更新，历来就是靠无性繁殖来实现的，又如花卉园艺学方面也大都如此，就用材林来说，南方的杉木中心产区在历史上就有插条造林的优良习惯，易于扦插成活的柳树、杨树、泡桐等大都如此。近10多年来，无性系林业在世界上普遍受到重视的主要原因是：无性系林业能给人类带来较高的经济效益。

无性系林业之所以能获得较高的遗传增益，这主要是因为：无性繁殖利用广义遗传力，有性繁殖只能利用狭义遗传力，广义遗传力永远大于狭义遗传力。它们的数学式是：

$$\text{广义遗传力} = \frac{\text{遗传变量}}{\text{表型变量}} \times 100$$

$$\text{狭义遗传力} = \frac{\text{遗传变量} - \text{基因非加性效应}}{\text{表型变量}} \times 100$$

从以上两式比较看，狭义遗传力较广义遗传力小的原因是它不能传递和利用基因非加性效应。这是因为在种子繁殖时，由于基因型分解，接着基因重组，原来的基因结构所产生的非加性效应逐步消失了。而在无性繁殖时，不发生基因型的分解和基因重组，无性繁殖的过程，只是遗传基因的复制过程，原来特定的非加性基因效应也就得到传递和被利用。因此，当一个优良单株或一个优良无性系被测定和确认以后，采用无性繁殖就要比用种子繁殖的增益高。很多人主张凡能大量无性繁殖的树种，就不要再去搞种子园。

2. 在松树遗传研究中的作用

松树种类多，作用大，对于松树遗传学的研究，应该得到重视。如美国对南方主要造林树种，在遗传学方面进行了深入的研究，已出了专著，如《火炬松遗传学》，《南方松的遗传与育种》，1984年又出版了一本《实用树木改良》一书。我国有较多的优良松树，如东北的红松，华北的油松，南方的马尾松，西南的云南松等，人们也期望能看到有关这些松树遗传学的专著。松树针叶束育苗的成功，为松树遗传学的研究提供了方便，由于这种繁殖方式，只通过有丝分裂，在一个无性系之间，遗传基础是同质的，利用这种特性，选择立地条件一致的地方，可以将遗传变量中的环境离差缩小到很少的影响，这样来进行遗传分析测定就简便易行。

3. 在林业生产中的应用

扩大繁殖系数。例如目前湿地松、火炬松种源不足，要用外汇进口种子，采用针叶束育苗，可以节约外汇，少进口种子，扩大繁殖，采取以种繁苗，以苗繁苗的办法。例如1株健壮的湿地松苗，采其针叶束连续繁殖5年，繁殖的数量可用 10^5 数学式表示，如有 m 株优良苗，连续繁殖5年，繁殖苗木的总量（ N ）就是 $N = m \times 10^5$ 株。

对于种子来源极少，更可以采取针叶束繁殖的办法，扩大苗木的繁殖数量。中国林业科学院从美国得到少量湿地松高产脂的种子，仅靠这少量种子能育多少苗呢？为此决定以苗繁苗，仅仅几年时间就繁殖了大批苗木，供各地种植。又如杂交育种，获得杂种优势下，更应该采取针叶束育苗，繁殖成无性系，供进一步试验用。

二、针叶束苗的生物学特性

(一) 针叶束的发育

针叶束群众称之为“松毛”，是指极短的着生有针叶的茎，除了在第一个生长季节之外，通常不再进行生长(图1)。

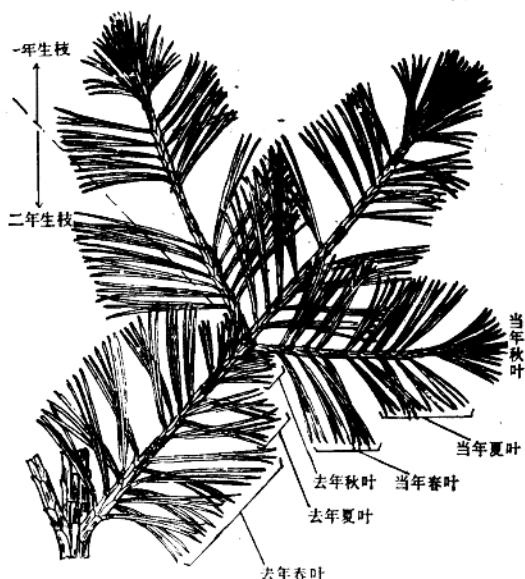


图1 湿地松1、2年生枝叶示意图

由图 1 可以看出：①不论春天生长的针叶束、夏季生长的针叶束或秋季生长的针叶束，它们在“第一个生长季节之外就不再进行生长。”例如去年的秋叶，本来就较短，但第 2 年也决不再伸长，据此特性，在多年生的树上，就很容易辨认出枝条的年龄，分出 1 年生枝 2 年生枝等。②在通常情况下，对于在一个生长季节里抽几次梢的松树，如湿地松、火炬松等，春叶较长，夏叶较短，秋叶更短。

针叶束一般发生于松树新芽形成时期。芽发生的最初证据是表皮下的细胞扩大，继而出现明显的突起。接着内面的细胞在不同的方向进行分裂，使体积逐渐增大，在芽的顶端出现分生组织结构，根据细胞的大小、染色的程度、细胞核的大小及分裂方向等，芽端可分为四个区：①顶端原始细胞区；②亚顶端原始细胞区；③侧面分生组织区；④中央分生组织区。顶端原始细胞区和亚顶端原始细胞区的细胞最大，细胞核染色最浅，它们在细胞结构上无明显差别。侧面分生组织区，处于芽端的两侧，这个区的细胞小，核染色较深。中间分生组织区，有几行具大液胞的纵裂细胞组成，位于亚顶端原始细胞之下。

在芽端分生组织出现的同时，芽鳞也进行着形态与结构的变化。针叶原基也迅速地加粗和伸长，因之消耗了芽端部分侧面分生组织，使芽端不能继续增长而形成了短枝，处于不再生长的状态，约经第 2 年或第 3 年以后，芽端的分生组织开始变干，稍后整个针叶束随之脱落。

针叶束之所以能育出苗木，是因为针叶束具有以上的生物学结构，针叶束基部包含有生长点，具有分生组织，当针

叶束早期离开母体以后，人为的创造适合这些分生组织活动的条件，是针叶束育苗的基础。

（二）针叶束生根的解剖学观察

根据湿地松短枝水培愈伤组织及不定根形成细胞组织学研究。针叶束水培生根的过程可分为3个时期：

1. 诱导起动期

采叶、刀切、沙藏、激素处理以及水培半月以内为诱导起动期。其主要特征为分生组织开始活化及部分薄壁细胞恢复胚性。这些细胞的细胞质变浓，液胞缩小，核质增加，开始分裂。表现为以下变化：

①在切口附近，由于皮层薄壁细胞恢复分生能力，分裂的细胞逐渐增多，形成愈伤组织并向外隆起，致使切口由原来的平整状态，在水培9天以后即开始成为切口四周突起，中部凹陷的状态。

②由于生长点开始活动，在水培12天以后，其高度由原来的75微米，增为145.1微米，基部直径由原来的137.5微米，增加为169.3微米。同时可明显看到茎尖各部分细胞质变浓，核质丰富，并有新的叶原基形成。

③生长点活动的结果，使节间伸长，水培9天以后，即可见明显的伸长生长。

④形成层也开始活动，由原来不明显的状态，在水培9天后可明显的观察到。形成层活动的结果，使茎有所增粗，针叶向远轴面推移。

⑤木栓形成层在水培9天后也开始形成并进行分裂。

本期针叶束的外部形态特征为切口处开始形成白色愈伤组织，叶束基部鳞片及8片针叶由紧贴状态而逐渐变得松散。

2. 分裂分化期

在水培半月以后进入分裂分化期。其主要特征为细胞分裂旺盛，并在某些部分形成新的分生组织团块，这些分生组织团块进一步分化可成为根原基。它们的来源有的由邻近维管束的皮层中产生，有的由靠近形成层的韧皮射线中产生，更多的是由愈伤组织中产生。

此期叶束较前粗壮，22天后直径由开始水培时1.5毫米增至2.5毫米。

从外部形态上看，切口愈伤组织甚为膨大，针叶及鳞片叶向外扩张，叶束中心的顶芽肉眼可见，叶色逐渐转绿。

3. 器官形成期

水培约4周以后，进入器官形成期。本期主要特征为上述分生组织团块形成不定根原基，并继续有分生组织团块分化。

其形成过程为分生组织团块停止各个方向的分裂，而转向远轴一个方向分裂，分裂区域逐渐推向顶端，形成明显的分层结构。其不断的平周分裂及垂直分裂的结果，渐分化为原始的根冠及生长点。其后部的中轴分化出管胞等输导组织，这样分生组织团块就成了根原基。此期薄壁细胞大多木化，顶端分生组织及形成层的活动加强，待根原基突破母体向外伸出成为根冠、生长点、伸长区、成熟区，能执行吸收、运输功能的幼根时，即可停止水培，转入苗田，至此一

根叶束,经过一系列处理培养发育成为一株独立生长的幼苗。

生根时期一般约需2个月左右,但受温度因子影响甚大,不论时期长短,其基本规律不变,各时期无截然界限。

(三) 针叶束苗地上部分的发育

针叶束生根苗移植后,根逐渐深入土层,吸收水分和养分,在叶的共同作用下,制造养分供给叶束生长点的萌发、生长以及成苗。这个全过程大致可分为3个时期:

1. 芽膨大期

针叶束水培生根过程中,生长点就已开始分裂生长,已如前述,进入芽的膨大期。经移植后,在外界条件得到基本满足的条件下,生长点才继续生长膨大,直到发育成真正的芽,当肉眼能见到针叶束基部中央出现有类似小米粒大小的芽为止。这段时期约需45天左右,其主要外部特征是:针叶基部由于芽的逐渐膨大进一步推向外缘,基部鳞片完全被松开,各单叶彼此分离状态越来越明显,并逐渐向两边倾斜。这个时期是成苗的关键时期。

2. 芽萌发期

芽形成以后,芽鳞逐渐张开,继而长出针形的初生叶,初生叶的形态与实生苗的初生叶完全一样,螺旋状排列。初生叶的长度依树种不同而略有差异,宽约1毫米,绿色、行使正常叶的功能。此期的主要特征是初生叶不断的产生,苗端开始向上生长。这段时期约20天左右。

3. 苗木形成期

随着初生叶的不断产生,苗端向上生长,当初生叶长到

1.5—2.0厘米时，苗茎也有了一定的高度。初生叶由下而上逐渐长成的同时（或稍后一些时间），在初生叶的腋部由下而上依次出现腋芽。然后萌发，逐渐长成为次生叶。1年生苗当年苗茎向上生长的轮次，依树种而有差异，有的树种如

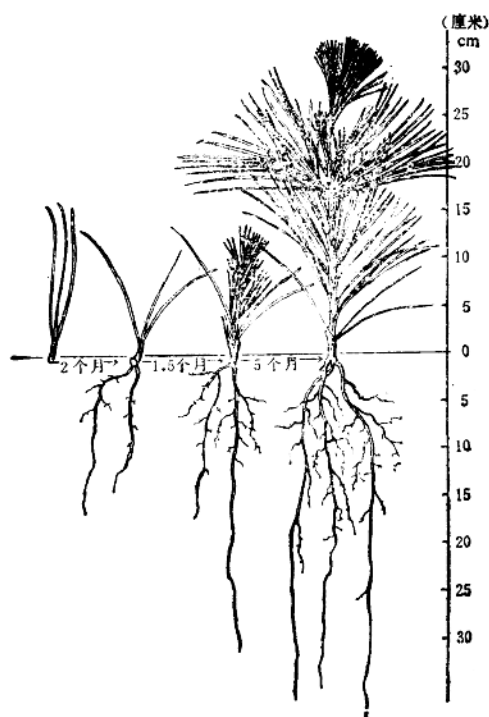


图2 湿地松针叶束苗形成过程

湿地松、火炬松、马尾松等当年可生长2—3次，有的树种如黑松当年高生长只有一次。不管生长几次，苗端向上生长总是先长出初生叶，当苗茎长到一定的高度，初生叶腋间出现腋芽。尔后，由腋芽萌发长成次生叶，这是普遍的规律。这段时期较长，是苗木生长的主要时期，一般约为120—150天（图2）。