

树木杂交育种

农业出版社

樹木雜交育種

南京林產工業學院林學系樹木育種教研組編

树 木 杂 交 育 种

南京林产工业学院林学系树木育种教研组编

农 业 出 版 社 出 版

北京朝内大街 130 号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 16144·1661

1973 年 11 月北京制型

开本 787×1092 毫米

1973 年 11 月初版

三十二分之一

字数 38 千字

1973 年 12 月北京第一次印刷

印张 一又八分之七

印数 1—26,400册

定价 一角七分

毛主席语录

有了优良品种，即不增加劳动力、肥料，也可获得较多的收成。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

开展树木杂交育种，培育速生、丰产、优质的树种造林，是多快好省地发展林业，迅速扩大森林资源的一种有效途径。

“有了优良品种，即不增加劳动力、肥料，也可获得较多的收成”。实践证明：在同样的土壤条件和营林措施下，采用良种造林，可以缩短林木成材时间，提高木材产量和质量，减少病虫害，成效显著。

实现林木良种化有多种途径，如引种、选种、人工引变和杂交育种等。采用杂交育种方法培育出的树种，一般生活力强，表现出明显的杂种优势。

这种育种方法历史还短，十多年来，我们在这方面作了一些工作，但实验的树种还不多，许多问题还有待进一步去实践和认识。**“什么工作都要搞群众运动”。**为了促进群众性的林木育种工作的开展，我们编写了这本小册子，着重介绍一些有性杂交培育树种的技术，供林业工作者和广大群众参考。

编 者

目 录

杂交育种的目的和任务	1
杂交育种的基本知识	3
一、花的构造及开花习性	3
二、授粉与受精	7
三、花期的调整	8
四、花粉的收集、贮藏和寄运	10
五、花粉生活力的测定	12
杂交育种的方法与步骤	15
一、杂交方式	15
二、杂交组合的确定	18
三、杂交亲本的选择	19
四、杂交的用具	20
五、杂交的方法	20
六、克服远缘杂交困难的方法	26
杂种的培育与选择	29
一、杂种种子的播种育苗	29
二、杂种苗木的选择	30
三、杂种树木的结实问题	31
嫁接方法在林木育种中的作用	32
一、嫁接的作用	32
二、嫁接的方法	34

附录 树木杂交试验事例	41
一、松树杂交育种试验	41
二、落羽松的杂交试验	47
三、马挂木的杂交试验	50

杂交育种的目的是任务

林木有性杂交，就是应用遗传性不同的树种（或同一树种的不同类型），在开花时进行人工交配，以获得杂种的方法。通过有性杂交，可以结合和发展亲本的优良特性，往往出现比双亲具有更好的性状，也就是说表现出杂种优势。杂种优势是生物界普遍存在的现象。在林木上杂种优势体现在生长快、干形圆满通直、材质优良和抗性强等方面。为什么杂交会产生杂种优势呢？毛主席教导我们：“**矛盾着的对立面又统一，又斗争，由此推动事物的运动和变化。**”由于具有不同性状的双亲，其遗传性上的差异，增强了杂种内部的矛盾性，进一步推动了杂种体内的运动和变化，从而表现出杂种优势来。在林业生产中利用一代杂种优势的成功例子很多。许多国家在落叶松、松树、杨树等育种方面已作出优异的成绩，例如欧洲落叶松与日本落叶松的杂种已在生产上应用，它具有欧洲落叶松的良好品质和耐寒性，以及日本落叶松对病害的抗性，形态优美，生长迅速等特性。我国培育的北京杨（钻天杨×青杨），它的生长速度和抗性都比亲本强，一年生平均高可达4.80米，最高的可达5.78米，约为母本钻天杨的一倍半以上，并且有较强的抗褐斑病的能力，能在北京地区良好越冬，有较强的生活力和繁殖力。小意杨（小叶杨×意大

利杨)表现出生长好、耐干旱、耐瘠薄而且极耐寒,引种到新疆,比当地的新疆杨更耐寒,可在 -34°C 的低温下安全过冬。又如马挂木和鹅掌楸的杂种,它的高生长比母本马挂木增长40%以上,直径生长增长13%以上。

杂交育种,有种内杂交(同一个树种的不同类型或不同品种之间的杂交)和远缘杂交(不同种之间或不同属之间的杂交)两类。种内杂交比较容易,而远缘杂交比较困难,因为它们在亲缘关系上是很远的,在地理分布、生态类型等方面的差距也是很大的,为了定向进行这些远缘杂交,必须通过实验,了解各树种之间交配的亲和力如何。例如杉木和柳杉是不同属的树种,然而杂交实验证明,它们相互之间的交配都是可孕的。又如侧柏的花粉对杉木、柳杉进行交配都能使球果得到发育,并获得种子和苗木。这些实验证明了杉木、柳杉和侧柏之间虽是远缘关系,但彼此之间存在着一定程度的亲和力。如果对各树种之间交配的亲和力了解得更多,就能克服选配树种的盲目性,增强自觉性。

通过有性杂交,还要研究树木性状的遗传变异规律。在通常情况下,只能根据树木的外部形态的好坏作为选择的标准,而对于树木各种性状遗传的程度和出现的频率还需研究,到底哪些性状是遗传的,哪些性状是不遗传的,只有通过对有性杂交后代的测定,才能逐步了解树木各种性状的遗传变异规律,才有可能定向培育出符合生产要求的新品种。

总之,杂交育种目的在于改良树种,可从现有的森林资源中选出优良个体,进行杂交育种,使有价值的遗传因素结合起来,培育速生、丰产、材质好、抗性强的新类型。根据

当前的林业生产情况，一方面从自然界中选择最优良的林木进行造林，满足社会主义建设的需要，另一方面对这些优树进行杂交育种（控制育种），进一步提高它的品质，利用杂种一代的优势投入造林生产。如此继续几代控制育种，就能培育出品质更高的新类型（见图1）。

杂交育种的基本知识

了解和熟悉树木开花习性和花的构造是进行有性杂交工作的前提，譬如树木的开花时期和延续时间，在自然界中的授粉方式，花粉成熟期和撒粉的延续时间，柱头最适宜的可授期和延续时间，花的构造，花在树上的分布情况，自花授粉的特性，受精的时期，受精后果实和种子的成熟期等特性都直接关系到有性杂交的成败。因此在进行有性杂交时必须了解并掌握这些特性。

一、花的构造及开花习性

首先要了解花的构造，是单性花还是两性花；是雌雄同株还是雌雄异株；何时放叶开花；雌雄同株时是雌雄同时成熟还是不同时成熟；是雌花先成熟还是雄花先成熟等等，掌握这些情况，就能采取有效措施，保证杂交的成功。

花是植物的生殖器官，花的构造基本上有两种类型：两性花和单性花。单性花又有雌雄同株和雌雄异株两种。分别说明如下：

两性花 典型的两性花是由花萼、花冠、雄蕊和雌蕊

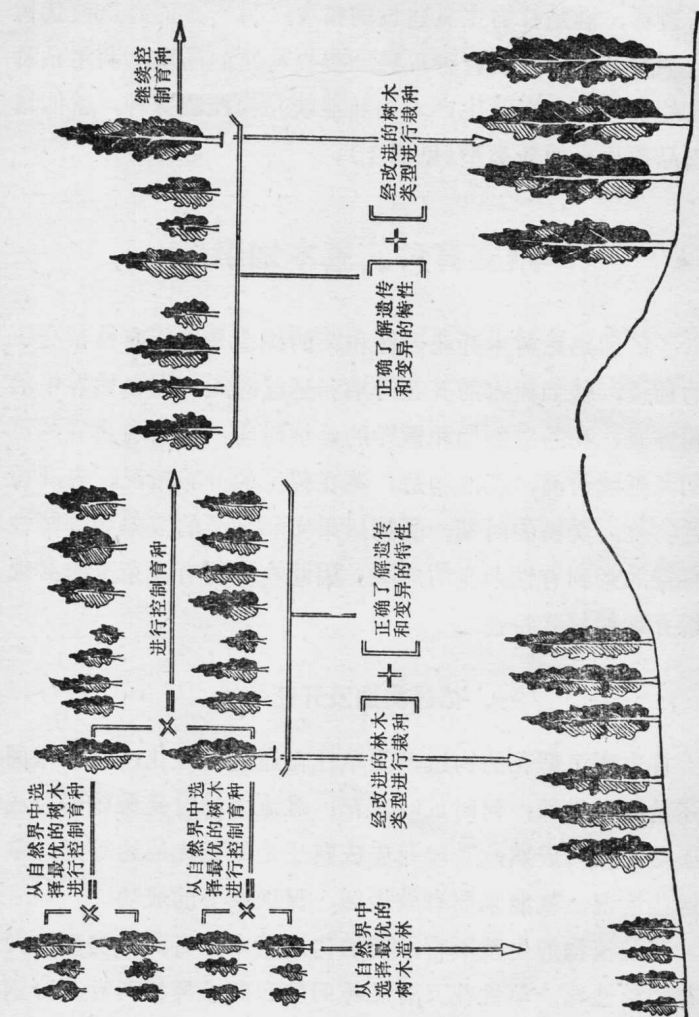


图 1 林木改造过程

四个部分组成。最外面的是花萼，由若干个萼片组成，其功能是保护花芽。花萼的内侧是花冠，由若干个颜色鲜艳的花瓣组成，其作用是引诱昆虫传粉，花萼和花冠合称花被。藏在花被里面的有雌蕊和雄蕊，它们是生殖器的最重要部分。雄蕊由花丝和花药组成，花药内有黄色或白色的花粉，当花粉成熟时，花药即破裂而撒出。雌蕊由柱头和花柱组成，下部与子房连接，子房内含有的胚珠，即未来的种子的胚胎（见图2）。

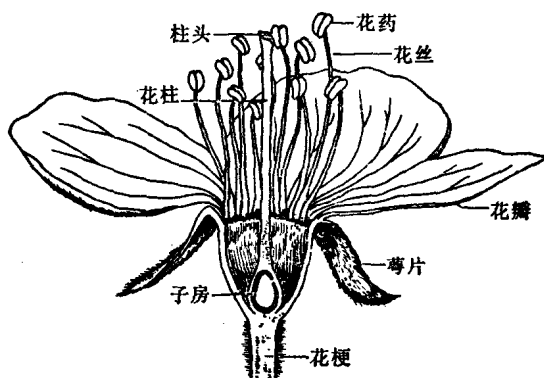


图2 两性花的构造

属于两性花的树木有泡桐、榆树、刺槐、椴树、油茶、鹅掌楸等。

单性花 花中只有雌蕊或雄蕊。雌雄同株是指雌花和雄花生于同一株树上，如杉木、柳杉、松树、柏木、核桃等；雌雄异株是指雌花和雄花不是生在同一株树上，也就是有的树只开雌花，而有的树只开雄花。如银杏、榧树、桧柏、杨树、柳树、冬青等。

树木的开花和撒粉的习性因树种而不同，情况比较复杂：

雌雄异熟型 有的树木虽然是两性花，但是雌雄蕊的成熟时期不一致，如核桃、枫杨、某种榆树等。雌蕊先熟的，叫做雌花先熟型，花粉先熟的叫做雄花先熟型。

雌雄同熟型 在两性花中，雌雄蕊同时成熟的叫做雌雄同熟型。

有的树木在开花前的蕾期即撒粉，叫做标准的自花授粉，但是在开花后撒粉的也不一定是异花授粉。有的树木虽是两性花或是雌雄同株，但本身的花粉对自己的胚珠不起作用，叫做自然异花授粉，如欧洲赤松、茶树、油茶、板栗等。这类自花不孕的树木杂交时可不必进行去雄隔离等手续。

树木的花粉在自然的条件下，是由风力或昆虫传播的。由风力传播的叫风媒花，由昆虫传播的叫虫媒花。风媒花的花粉传播的距离与花粉本身的性质，树木生长地的位置，以及风力的大小有关。例如：松树的花粉具有气囊，可以随风散播数里之远，而落叶松的花粉没有气囊，只能在 100 米之内飘浮。一般风媒花花粉的有效散播距离大约是 100—200 米。

风媒花植物和虫媒花植物的性质比较：

风 媒 花 植 物	虫 媒 花 植 物
1. 单性花，雌雄同株或异株。	1. 两性花，很少为单性花。
2. 花被退化，或有简单的萼片，花不完全，没有腺点和香气。	2. 花被由花萼和花瓣二部分组成，花具有腺点和香气。
3. 雄花为柔荑花序，小果型树种的雌花也是柔荑花序（如杨树、白桦），大果型树种为单花（如栎类）或伞房花序（如榛子）。	3. 花序有总状花序、伞房花序、圆锥花序和复圆锥花序等。
4. 早春放叶前开花或花叶同放，花粉粒干燥较小，花粉表面较平滑，易被风所吹走。	4. 花叶同时开放或放叶后开花，花粉粒大而湿润，并具有不平的顶面，适于昆虫携带。

二、授粉与受精

授粉就是把花粉传送到柱头上的动作。当柱头分泌粘液而发亮的时候，或当胚珠明显露出可见时是授粉的最适宜时期。人工授粉一定要注意掌握这个时期，及时授粉。如错过时期，花粉就不能在柱头上发芽。

花粉落在柱头上后，在适当的条件下，经过一定时间就开始膨大，从萌发孔中长出花粉管，伸入柱头的组织中，这种现象叫做花粉发芽。花粉管在花柱内生长所需的时间，各种树种不一样，有的几分钟，有的几点钟，有的甚至长达一年之久。花粉粒在柱头上发芽，以及花粉管在花柱中生长时发生竞争作用，可以引起某些花粉的被淘汰。因此尽管落在柱头上的花粉数量很多，总在几十、几百乃至几千粒以上，但是只有极少数的花粉可以得到发芽伸入柱头，而且只有一个花粉管可以进入胚珠（见图3）。

伸入柱头的花粉管，沿着花柱向下生长直达子房上部，被子植物一般是通过珠孔进入胚珠的，随即花粉管的顶端破裂，放出雄核（一个管核，二个精核），其中管核退化消失，一个精核与胚珠中的卵细胞结合，形成结合子，以后发育成胚；另一个精核与胚珠中的两个极核结合，以后发育为胚乳。这种花粉与胚珠的结合叫做受精。凡是受精后形成的胚，就在子房中逐渐发育成为种子。



图3 花粉发芽形态

种子播种后发芽生长就产生了下一代的新个体（见图4）。

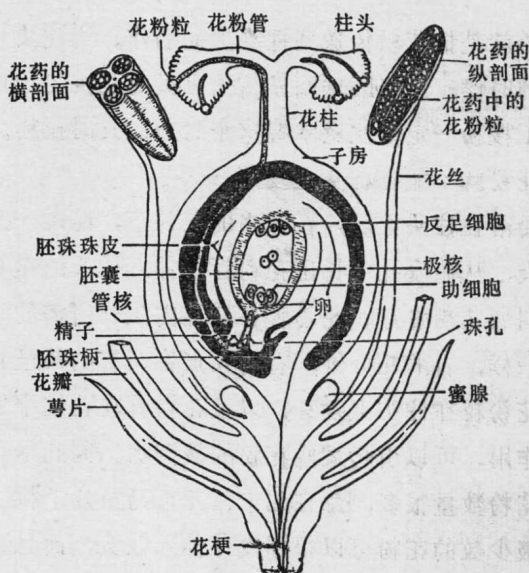


图4 受精时两性花的纵剖面图解

从授粉到种子成熟所需要时间的长短各树种不同，如油茶、松树、柏木等需要约两年；杉木、柳杉约一年；果树几个月；杨树、柳树只要40—60天。

三、花期的调整

树木的开花时间是由外界环境条件和内在遗传因素决定的。环境条件中以温度和阳光为主要的决定因素，但它又因所在地的纬度和海拔高低而有差别。一般树木的开花时间，南方比北方早，低海拔地方，比高海拔地方早。而且即使种

源相同，也经常因为环境不同，开花有早有晚。如果把北方种移到南方，开花就比当地的南方种早，甚至因立地条件的不同也有变化。例如生长在阳坡的比生长在阴坡的开花早，即使在相同的环境条件下，同一个树种的花期也有早晚之分，因此形成了早熟与晚熟两个类型。在杂交工作中除利用这些当地的自然条件，把花粉从南向北、从低向高、从阳坡向阴坡输送花粉外，还可用人工方法来调整花期。

树木的花芽一般于6—7月间形成，第二年春天遇到适当的气候条件后自然开放。树木开花时间不一致，给杂交育种造成困难，克服的办法，可以把准备杂交用的花枝分期放入温室，给予适当的温度和光照，就能够促使它提前开花，或相反把它放在低温阴暗的地方，则可延迟开花。例如胡杨和白杨类的各种杨树杂交时，胡杨的花期较晚，因此可把胡杨的雄花枝放在温室内插在水瓶中培养，使之提前开花，而把白杨类的雌花枝放在朝北的阴凉房间内培养，使它延期开花。在一般情况下，如果杂交双方的花期相同，也必须把雄花枝提前2—4天放在较温暖的地方，使它先开花，以便及时收集花粉以备应用。又如杉木和柳杉杂交，杉木于3月下旬开花，而柳杉于2月下旬开花（有的在2月上旬就开花），如果以杉木做母本，则可以从容地收集柳杉花粉，待杉木开花后进行授粉。反过来，如果以柳杉做母本，就必须预先采集杉木花枝，放在温室内使之提前开花，或者是从南方采集花粉。实验证明，于1月中旬（南京地区）将杉木花枝放在温室内催花，可以提前取得花粉与柳杉杂交。1956、1957、1961年这三年都用此法得到花粉，使杂交得以成功。

四、花粉的收集、贮藏和寄运

树木开花撒粉的延续时期，有长有短，花粉量有多有少，因此花粉的收集方法，通常用下列三种：

1. **树上收集** 凡花粉量多，而且撒粉期较长者，如针叶树种适用此法。一般于上午9时左右开始撒粉，11时至下午2时是雄花盛开时间，可预先将雄花用纸袋套起来，当花粉撒出时即落在袋中而收集之。杉木、柳杉、各种松树都可用这种方法收集花粉。

2. **摘下花序收集** 有些树种的花，撒粉的延续期较短，花粉又容易飞散，又不便于上树收集者，如杨树、榆树、胡桃、麻栎等，必须注意当雄花成熟快撒粉时摘下雄花花序，放在室内晾干，使花药自然破裂而收集之。

3. **培养花枝收集** 凡开花撒粉时间较短的树种，如柏木、榆树、杨树等2、3天就撒完，最好就是在雄花未开放之前，剪下花枝插在广口瓶中用清水培养。在瓶子下面铺一张干净的白纸，当雄花开放，花药破裂时，花粉即撒落在纸上而收集之，这种方法可以一次收集，或分数次收集。如小叶杨的开花时间短，往往一次就可以收完；黑杨、美杨要分两次收，而响叶杨和毛白杨在同一个枝条上的不同花序以及同一花序的前后部分的花药，破裂的时间都不一致，因此花粉的收集次数在两次以上。

如果树木的撒粉量少或花枝不多时，可用干净的毛笔小心地收集在玻璃皿中。

花粉寿命的长短因植物种类和气候情况而不相同。一般