

林木种苗学讲义

孙时轩

北京林学院

一九八四年

目 录

第一章 林木的开花结实

- 第一节 林木的开花结实..... 1
- 第二节 影响种子产量、质量的因素..... 8
- 第三节 选择母树林的条件..... 14
- 第四节 采种母树林的经营管理..... 19
- 第五节 调用林木种子的原则..... 24

第二章 采 种

- 第一节 种子的成熟..... 27
- 第二节 采种期..... 29
- 第三节 选择采种母树..... 31
- 第四节 采种方法及种子 记..... 33

第三章 种实的调制

- 第一节 球果的脱粒..... 38
- 第二节 干果类的调制方法..... 43
- 第三节 肉 果类的调制方法..... 45
- 第四节 净种及外国的种实调制机..... 46

第四章 种子的贮藏

- 第一节 影响种子寿命的因素..... 49
- 第二节 种子的贮藏方法与运输..... 55

第五章 林木种子质量检验..... 60

~~林木种子质量检验..... 60~~

第六章 苗木及其年生长规律

第一节 苗木种类及壮苗的条件..... 66

第二节 播种苗的年生长规律..... 69

第七章 苗圃的选地与区划

第一节 苗圃的种类..... 74

第二节 选择苗圃地的条件..... 75

第三节 圃地区划及设施..... 83

第四节 苗圃面积的计算..... 88

第八章 土壤耕作、轮作和作业方式

第一节 土壤耕作..... 89

第二节 轮作..... 93

第三节 绿肥..... 98

第四节 作业方式..... 100

第九章 苗圃施肥

第一节 苗圃施肥的意义..... 104

第二节 苗圃常用的肥料..... 106

第三节 施肥的原则..... 115

第四节 施肥量及三要素的比例…………… 119

第五节 施肥的时期与方法…………… 125

第十章 播种育苗

第一节 播种期…………… 13

第二节 播种前的准备工作…………… 135

第三节 催 芽…………… 138

第四节 苗木密度和播种量的计算方法…………… 144

第五节 播种方法及其技术要点…………… 149

第六节 育苗地的管理…………… 152

~~第七节 育苗地的管理…………… 154~~

第八节 苗木灾害的防除…………… 163

第十一章 营养繁殖苗的培育

第一节 插条育苗…………… 177

第二节 嫩枝插条育苗…………… 190

第三节 埋条育苗…………… 193

第四节 插根育苗…………… 196

第五节 根蘖育苗…………… 197

第六节 嫁接育苗…………… 198

第十二章 移植及苗木的出圃、调查

第一节 移植育苗…………… 211

第二节	苗木出圃·····	213
第三节	苗木的贮藏与包装运输·····	216
第十三章	容器和塑料棚育苗	
第一节	容器育苗·····	241
第二节	塑料棚育苗·····	252

第一章 林木结实及母树林

第一节 林木的开花结实

一、林木结实年龄

木本植物是多年生多次结实的植物。木本植物从种子发芽开始，先生根、茎、叶等营养器官，从第一年至数年有的树种是几十年期间，主要是营养生长，生长到一定时期，才开始开花结果。这是因为开花结实要有足够的营养物质为基础。所以木本植物在幼年期要经过营养生长和营养物质的积累过程。当营养生长达到一定程度时，在生长点上出现花芽分化，这时由营养生长转入生殖生长。开始形成花，果实等繁殖器官，这个过程是从量变到质变的过程。到开始开花结实时，就标志着幼年期的结束。到开花旺盛时就达到了成熟期即成年期。

从结实开始衰退时起，林木即进入老年期。

1、幼年期 林木的可塑性大，林木的特性尚未固定，对外界环境条件的适应能力较强。喜阴的树种耐阴性强。林木在幼年期不能形成性细胞，所以不能结实。再生能力强，如枝条的生根力比成年树强，用于插条育苗比较容易生根。

2、成年期 林木逐步丧失可塑性，特性较固定，对不良环境条件的抵抗力强，生长旺盛，对光要求较多，结实量逐渐增加。一般在成年期的技术结实量最多，种子质量最好。成年期的持续时间最长，乔木树种一般可达几十年。

3、老年期 林木的可塑性完全消失，生理机能衰退，不仅生长变得极为缓慢，枝梢开始枯死，结实量减少，直到结实量很少甚至不

结实。老年期的种子质量不好。在繁殖方面已无应用价值。

林木开始结实年龄因树种和环境条件等而异。一般喜光的、建生的阳性树种开始结实早，与此相反，喜阴的，生长缓慢的树种开始结实晚。例如，华北落叶松14年左右即开始结实，而冷杉、云杉要25—50年；麻栎10年左右开始结实，而水青冈要50—80年开始结实；乔木开始结实晚，灌木开始结实早（一般是2年生开始）；再如红松林分，天然林80—140年开始结实，而人工林20年左右即开始正常结实。部分树种结实年龄见表1—1。

表 1—1 部分树种开始结实年龄

树 种	开始结实年龄	地 区
红松	80—140	小兴安岭（天然林）
华北落叶松	14	山西关帝山
樟子松	20—25	大兴安岭呼伦贝尔（天然林）
侧柏	6—10	北 京
杉木	6—8	
马尾松	5—6	
湿地松	13—14	
火炬松	6—7	
柳杉	5—10（疏林地5—6年）	
刺槐	4—5	华 北
麻栎	20—30	浙江、江苏
栓皮栎	20—25	北京地区（天然林）
枫杨	5—6	河 北
榆树	5—8	河北教生树
板栗	5—8	华 北
核桃	6—8	华 北
黄金树	5—6	华 北
花椒	3—4	山 东
文冠果	3	内 蒙
沙枣	4	西 北
紫穗槐、胡枝子	2—3	华 北
荆条	2—3	华 北
柠条	1—2	西 北
花楸树	2—3	西 北

续上表：

树 种	开始结实年龄	地 区
核 桃	6—8	华 北
黄 金 树	5—6	华 北
花 椒	3—4	山 东
文 冠 果	3	内 蒙
沙 枣	4	西 北
紫穗槐、胡枝子	2—3	华 北
荆 条	2—3	华 北
柠 条	1—2	西 北
花 棒	2—3	西 北

同一树种开始结实的年龄差异也很大，除个体间的差异外，主要取决于：环境条件，林木起源、林木生长发育状况等条件。在土壤气候条件好的情况下，开始结实早。如孤立木光照充足，占有较大的营养空间，开始结实早（柳杉孤立木5—6年，林木10年左右）；人工林比天然林所处的环境条件好开始结实早；林缘木所占的营养空间较大、光照充足、开始结实比林内林木早；起源不同，开始结实年龄也不同。例如用营养繁殖法（包括用营养繁殖苗）营造的林分（如萌芽林、插条造林等）生长快、发育早，结实比实生林早。在同一林分内，生长发育状况不同，开始结实年龄也不同。一般优势木开始结实年龄比被压木和生长落后的林木早。

通过以上分析可以认为：改善营养条件和光照条件能促进林木提早结实。这是经营采种母树林和种子园的科学依据。

至于在干旱的荒山荒地或在土壤瘠薄的山地上生长矮小的树木早

实，或因遭致病虫害、自然灾害、火灾等灾害后，林木常常提前开始开花结实。这都是因为受到上述各种不利因素的影响，使林木的营养生长不能正常进行，而提前开花结实是林木早衰的表现。

二、花芽分化

木本植物的芽在一年中，到了某一时期，它的芽要分化成叶芽和花芽。这一过程称为花芽分化。

(一) 花芽分化期

木本植物花芽分化期，多数树种大致是在开花的前一年夏季到秋季之间。但南方的常绿阔叶树种如油橄榄和柑橘等的花芽分化期多在冬季或早春，到春、夏开花；油茶的花芽分化期在4月当年秋冬开花。

各树种的花芽分化持续期也不相同。现介绍桥诒隼人等的资料如表1—2。

花芽分化一般认为是由于特殊的成花激素的作用。花芽的形成是由于木本植物本身内部因素与外界环境因素的相互作用所诱导的。

(二) 花芽分化的内外因素

1、内在因素 母树营养状况的好坏和生长调节物质的作用很重要。通过施肥来改善母树的营养条件，对促进花芽形成的效果显著。

一般认为，~~氮~~肥过多会抑制花芽分化。但施用量合适或施用磷和钾肥能促进着花。从分析林木体内化学成分的结果来看，由于花芽分化使氮化合物的含量减少，使淀粉等碳水化合物的量增加，C/N比率增加的情况较多。植物生长激素和赤霉素等生长调节物质对花芽分化、花性分化都有重大的影响。尤其是赤霉素对针叶树种的花芽分化有显著的促进作用。

赤霉素的种类很多现已知道有50种以上，其中GA₃对柳杉科树种的花芽分化有显著的促进作用。但是对松科树种的效果不大。据

表 1 - 2 几种树种的花芽分化期与开花期

树 种	花 芽 分 化 期	分化持续 期 (天)	开 花 期
落叶松	7月上旬~下旬		翌年4月下旬
杨 树	6月中旬~下旬		翌年4月上旬
樟 树	10月下旬		翌年5月上旬~中旬
柳 杉	雄花6月下旬~9月 下旬	100	翌年2月下旬~3月 上旬
	雌花7月中旬~9月 下旬	80	
日本黑 松与日 本赤松	雄花9月上旬~10月 中旬	50	翌年4月下旬~5月 上旬
	雌花9月中旬~10月 中旬	40	
泡 桐	7月前后		翌年3月中旬~4月中旬

报道最近研究证明, $GA_4 + 7$ 对松科树种有效。植物生长激素对针叶树的花芽分化无诱导作用

2、外界因素 光、温度、水分三者对花芽形成有很大影响, 孤立木和林缘木的结实情况好。疏伐后改善了母树林中每株母树的光照条件和营养条件, 所以能促进花芽的形成和结实量。日本赤松和日本柳杉等树种在自然日照条件下着花最多。但白桦属的树种用长日照处理能促进着花(长日照植物)这些情况都是与光照有密切的关系。

至于温度和水分的影响, 对多数树种而言, 在高温而干旱年的翌年是开花结实多的年份, 如落叶松和柳杉的种子年常常是在旱年的翌年。据在人工气候室的试验表明, 在高温条件下柳杉的雄花芽比雌花芽容易形成。再如柳杉苗无论在过湿区或在干旱区都比正常区开花多。8月以后的水分逆境能促进花芽分化。

三、果实与种子的形成

1、树种的花期 针叶树一般在春季开花，阔叶树的种类多，从全国来说，在春、夏、秋三季都有开花树种。而南方的常绿阔叶树种如油茶和茶树等在秋冬开花。授了粉的花粉在柱头上或在花粉束发芽而受精。而针叶树种一般从授粉到受精所需时间较长。如柳杉约需13周，黑松需14个月；阔叶树种的壳斗科里有的树种授粉后约需12—14个月以后才能受精，而杨属树种授粉后很快即能受精。

2、果实成熟所需时间 果实成熟所需时间因树种而异：

(1) 开花后约经过1个月左右种子成熟的树种如杨柳类；

(2) 开花当年秋季种子成熟的树种如侧柏、落叶松、柳杉、刺槐、光叶榉树、胡枝子和紫穗槐等很多树种属于这种类型；

(3) 开花的翌年秋季种子成熟的树种如油松、马尾松、华山松、白皮杉和麻栎等。

多数树种受精后种胚发育很快，针叶树种大致在秋季种子成熟。阔叶树种的子房发育成果实，胚珠发育成种子。但也有二者不易区别的树种如槭树类和槲树类。它们都是春季开花当年秋季种子成熟。

四、林木的结实周期性

1、结实周期性 人工林或天然林的结实量不是每年都保持一定的稳定水平，而是各年间有较大的差异。有的年份结实量很高，有的年份结实量中等，有的年份甚至于不结实。一般把结实多的年份叫做大年（丰年或种子年），把结实量中等的年份叫做平年，把结实量很少或没有产量的年份叫做小年（歉年）。林木结实丰产年和歉收年交替出现的现象叫做林木结实周期性。而两个丰年之间的间隔年数称为间隔期。

不同树种结实间隔期的有无及其间隔期的长短是不同的。如落叶

松天然林结实间隔期3—5年，云杉、冷杉、罗汉柏、樟树3—4年，柳杉、水曲柳、黄菠萝、麻栎、光叶桦、胡桃楸等2—3年，松类和白桦类隔一年，而杨、柳、刺槐等树种0—1年，灌木如胡枝子、紫穗槐等不太明显。

2、林木结实出现周期性的原因 第一是营养条件的影响。因为已经开始结实的林木，每年形成花芽的多少，取决于营养供应状况。由于开花和结实要消耗体内贮藏的大量营养物质，补充消耗的营养物质所需的时间越长，结实丰年的间隔期就越长。

在大量结实的年份，不仅消耗了当年合成的营养物质，还消耗了林木体内积累的营养物质，因营养物质不足使花芽分化少，或使花芽分化开始迟，停止早，即使形成花芽也不能充分发育。养分和水分不足，还会降低生殖细胞的繁殖能力和受精能力，也会降低花和果实在枝上的着生能力。因此，容易造成落花、落果，所以种子的产量低。

第二个原因，据研究结果认为：林木结实量与花芽形成数量有关。花芽多则结实量多。花芽的形成又受林木体内所含的“抑花激素”与“成花激素”（如赤霉素类）的比例所制约。当二者的含量在林木体内达到平衡状态时，才利于形成花芽。“抑花激素”如果含量高，即抑制了花芽的形成。不利于结实。因为林木种子中含“抑花激素”量最多（每克干重中约含8微克），每逢种子年因结实多，林木种子不仅消耗了大量的营养物质和赤霉素，而且残留在母树体内的“抑花激素”也很多。使母树体内两种激素的比例失调。“成花激素”含量减少，使花芽分化受到抑制。因而使下一年花芽形成的数量显著减少，甚至不能形成花芽。花芽量少或无花芽，当然结实量少或不结实。

为调节林木结实周期性，除了调整林分密度和施肥等措施之外，还要控制每年的结实量。如果遇到开花结实量过多的年份，尽可能进

行合理的疏花疏果。疏花疏果工作一定要及时，疏果如晚则无济于事。

第二节 影响种子产量、质量的因素

(一) 各级林木的差异

生长发育良好的林木结实量多，质量也好。例如森林中的Ⅰ、Ⅱ级木的种子产量和质量都是最好的。中央林业科学研究所山西省调查油松和华北落叶松的结实情况也说明了这一问题。

发育级不同的林木种子的发芽率不同，山西省管涔山林区46年生的油松林，Ⅰ级木的发芽率为72.2%，Ⅱ级木的发芽率为22.3%，Ⅲ级木的为5.5%，Ⅳ级木的为零。因为Ⅰ、Ⅱ级木处于较好的营养条件和光照条件，树冠大、枝条多、结实层厚，所以比林内生长较落后的林木结实量多，种子质量也好。

林缘木因占有的营养面积大，树冠大，一般单株产量超过林内的林木。

(二) 母树的年龄

林木结实量与母树年龄有密切的关系。母树在正常生长发育的情况下，开始结实时的结实很少，随着年龄的增长产量逐渐增加，到成年期结实量最多，种子的发芽率和发芽势都高。据调查，北京地区的栓皮栎，20—30年生的母树，平均单株产量为1.1斤；40—60年生的为7.6斤；80—100年生的为10.6斤。

但是，老年母树的种子质量差。例如老年母树种子的种粒较小，重量轻，甚至于针叶树每个球果的种子数量也较少。而年龄较小的母树种子千粒重大（见表1—3转下页）。

表 1 - 3 松树母树的年龄与种子品质的关系

母树年龄	1000 个球果 的重量(克)	1000 个球果 中的种子数	种子千粒重 (克)
50 年生以下	200-1000	1500-2000	8.0
80 年生以下	400-500	2500-3000	7.0
120 年生以下	400-500	2000-2500	6.5
160 年生以下	100-300	1000-1500	5.5

用老龄母树的种子培育的苗木对于干旱的抵抗力弱，而用年轻母树的种子培育的苗木对于干旱的抵抗力较强。苏联曾用 16—170 年生欧洲松母树的种子进行造林试验，待幼林生长到 15 年生时，它们的生长高度是：母树年龄在 80 年生以下的种子的幼林平均高为 4.04 米；母树年龄在 80 年生以上的种子的幼林平均高为 3.74 米。

(三) 气候和天气

1、温度 气候温暖的地方，因温度较高，植物生长期长，积累的营养物质多，林木的生长发育条件好。积累营养物质的时间长，贮藏的营养物质充足，种粒饱满，所以，种子的产量多，质量高。高纬度和高海拔地区，由于温度低，使林木的雄雌花比例不正常，不仅不利于花芽分化和形成，而且会因授粉不良，形成大量发育不饱满的种子和空粒种子，如云杉的空粒种子竟达 86%。

此外，气温还影响林木结实间隔期，如麻栎在温暖地区，几乎每年的结实量都较多，但逐渐向北推移，因气温降低，结实的间隔期越明显。

每个树种的结实都需要一定的温度才能正常发育。若在开花期遇到低温的危害，不仅会推迟开花期，还会使花大量死亡。在果实发育

期遇上低温，会使幼果发育慢，种粒不饱满，不能成熟或不能完全成熟，造成减产，降低了种子质量。因此，温度是影响林木种子产量和质量的主要因子之一。

2、光照 在自然条件下，光照的强弱，直接影响到温度的高低。同时，林木有了充足的光照，使光合作用旺盛，能大量制造碳水化合物，使林木生长发育快，因而开花结实的时期就能提前，种子的产量和质量也会相应提高。孤立木和林缘木的种子产量高、质量好，与其所处的充足光照条件是分不开的。如山西关帝山林区，油松孤立木比林木的结实量大三倍以上。

在不同的地形条件下，光照强度不同，也造成小气候和土壤条件的不同。一般分布在阳坡、半阳坡的林木，由于光照时间长，温度也较高，有利于林木的同化作用和营养物质的积累。所以开始结实比阴坡早，结实量也比阴坡多。据中国中央林业科学研究所1952年在山西的调查，分布在东坡的油松比东北坡的结实早，而且种子的产量也高（见表1—4）。又如生长在阳坡的华山松种子的产量，相当于阴坡的三倍（见表1—5）。

表1—4 坡向对油松开始结实期的影响

结实株数 (%)	年龄			
	5	10	15	20
坡向				
东	0	22.2	60.0	100.0
东 北	0	11.8	34.0	62.0

在高海拔地区的林木的种子产量和质量，比低海拔地区的低。

表 1 - 5 坡向对油松、华山松种子产量的影响

树种	坡向	海拔高度 (米)	林龄	郁闭度	每公顷结 实量(公斤)	调查地点
油松	东北	1540	33	0.5	84.0	山西管涔山
	西南	1550	46	0.5	129.5	山西管涔山
华山松	北		39	0.7	8.2	昆 明
	东北		33	0.8	18.3	昆 明
	西北		34	0.8	21.1	昆 明
	西南		35	0.7	24.0	昆 明

光照条件对种子的质量有影响。阳坡光照条件好种子的发芽率、发芽势和千粒重都较好。据浙江省林科所的资料，2、3年生的杉木人工林，在南偏东的坡向上采集的种子较西偏北坡向的发芽率高28%，发芽势比西偏北坡向的高27%，千粒重大7%，产量高61%。

华北落叶松林内的林木在树冠上部结实最多，而孤立木则集中在树冠的中部。一般阳面的结实较丰富，而背阴面结实量较少。

同一株树 由于树冠所处的部位和方位不同，受光的程度不同，温度也各有差异，因而结实的情况也不一样。

3、降雨 降雨也影响林木的结实。春季开花季节，如果连续下雨，不仅气温低，妨碍花粉发芽，同时雨水也会冲走花粉，影响授粉。有时甚至完全不能授粉，造成减产。对异花授粉的树种危害尤其严重。夏季多雨，特别是长期连阴天，温度低，还会使种子的成熟期推迟，这不仅影响了种子的产量，也影响到种子的质量。夏季干旱炎热，又常造成落果。暴雨和冰雹等更会造成灾害。

4、风 风有利于授粉，但大风也会吹掉花朵和幼果，降低种子的产量。

(四) 土壤条件

土壤能供给林木所必须的营养和水分，同时也是根系生长的环境。在一般情况下生长在肥沃湿润排水良好土壤上的林木，结实多，种子质量好。据莱州林业试验场的调查，林龄、坡向、郁闭度都相同的两片杉木林，生长在山腰中部腐殖质土上的母树林，每公顷结球果量为4 2 7 5公斤，生长在山顶薄腐殖土上的母树林，每公顷结球果量为3, 3 7 5公斤。

土壤水分在林木开花结实的过程中影响也是很明显，适时适量的供应水分，可以促进花芽的形成和果实的正常发育。一般在授粉以后，子房开始膨大，这时如遇土壤干旱，容易引起落果。在果实发育期，如土壤水分不足，也会造成果实发育不良，种粒不饱满，或是早期脱落。对喜湿润的树种影响更大。

(五) 郁闭度 林分郁闭度的大小，既影响林内的温度和光照等条件，又影响营养条件，因而使母树开始结实年龄和结实间隔期延长；同时也降低了种子的产量和质量。据研究，18—22年生的栓皮栎林，橡实的产量随密度的减小而升高（见表1—6）。而郁闭度大的林分种子产量少和质量低，郁闭度小的林分则多而好。一般认为适宜的郁闭度0.4—0.6之间。

(六) 授粉条件

缺少足够的授粉树或距离过远，都影响花粉的传播，因此，一些针阔叶树形成空粒或不结实。所以，雄花的授粉条件在很大程度上影响种子的产量和质量。如异花在授粉的落叶松，处于散生状态的母树常因授粉不良，空粒比重很大。据研究，自花授粉的母树，饱满种子