

树 木 育 种 专 辑

(第 一 辑)

北京林学院树木育种教研组

1978 · 昆 明

目 录

树木良种化的概念及其实现的程序和途径.....	(1)
-------------------------	-------

一、类型、原种、品种和良种的概念.....	(1)
1、类型的概念.....	(1)
2、原种的概念.....	(4)
3、品种的概念.....	(5)
4、良种的概念.....	(5)
二、实现树木良种化的程序.....	(6)
1、优良类型的选择(选优).....	(6)
2、表型测定(后代测定).....	(7)
3、良种繁育.....	(8)
4、区域化试验.....	(9)
三、实现树木良种化的途径.....	(10)
1、母树林.....	(10)
2、实生苗种子园.....	(10)
3、无性系种子园.....	(10)
4、采穗圃.....	(11)
5、原种园.....	(11)
6、杂种种子园.....	(11)
7、高级采穗圃.....	(11)

树木扦插生根的生理基础.....	(13)
------------------	--------

一、插条生根的二种类型.....	(14)
1、皮部生根型.....	(14)
2、愈合组织生根型.....	(14)
二、插条生根的生理基础.....	(15)
1、生长素观点.....	(15)
2、生长抑制剂观点.....	(16)
3、生根物质观点.....	(19)
4、解剖学观点.....	(22)

树木扦插繁殖的技术..... (24)

- 一、无性繁殖在良种工作中的地位..... (24)
 - (一) 用于优良基因的保存..... (24)
 - (二) 用于无性系造林..... (25)
 - (三) 用于遗传分析和生理研究..... (25)
- 二、树木扦插繁殖的技术及影响生根的因子..... (26)
 - (一) 插条的类型和采条期..... (26)
 - 1、硬枝扦插与软枝扦插..... (26)
 - 2、常绿树种的扦插..... (26)
 - 3、针叶鞘萌芽枝扦插..... (26)
 - 4、根条扦插..... (28)
 - (二) 采条母树的年龄..... (28)
 - (三) 插穗的制备..... (29)
 - (四) 插壤..... (32)
 - (五) 湿度..... (33)
 - (六) 气温与壤温..... (34)
 - (七) 生根的化学处理..... (37)
 - (八) 杀菌剂的应用..... (39)
 - (九) 其它..... (39)

油橄榄的选优..... (41)

- 一、前言..... (41)
- 二、油橄榄选优的方法及评分..... (42)
 - (一) 优树标准的制定..... (42)
 - (二) 叶片寿命和繁茂的测量与评分..... (43)
 - (三) 抗孔雀斑病的测量与评分..... (45)
 - (四) 抗冻的测量与评分..... (46)
 - (五) 产量的统计与评分..... (47)
 - (六) 鲜果含油率的测定及其评分..... (47)
 - (七) 果实成熟整齐度的统计与评分..... (48)
- 三、油橄榄各候选株评选的结果与讨论..... (48)
- 四、工作小结..... (49)

油橄榄优树的结实测定..... (51)

- 一、前言..... (51)
- 二、测定的必要性..... (52)
- 三、测定的内容与方法..... (53)
 - (一) 母本优树本身结实能力的测定..... (53)
 - (二) 最适授粉株的测定..... (54)
 - (三) 花期与花型的测定..... (55)
- 四、测定的结果与分析..... (56)
- 五、工作小结..... (62)

应用单株选优的原则建立 母树 林..... (64)

- 一、优良林分的选择..... (64)
- 二、优良母树标准的制定..... (65)
- 三、林分选种调查和林分分级..... (67)
 - (一) 试验标准地、对照标准地和施工标准地的划分..... (67)
 - 1、试验标准地..... (68)
 - 2、对照标准地..... (68)
 - 3、施工标准地..... (68)
 - (二) 试验标准地和对照标准地的每木调查..... (68)
 - 1、标准地的设立..... (68)
 - 2、材积调查与材积分级..... (68)
 - 3、材质调查与材质分级..... (70)
 - 4、郁闭度调查与留下母树的确定..... (70)
 - 5、复查与标记..... (73)
 - 6、施工标准地的施工..... (73)
 - 7、试验标准地的土壤管理..... (73)
 - (三) 材分的分级..... (73)
- 四、母树林施工方案的制订..... (74)
- 五、母树林调查规划说明书..... (75)
- 六、资料的存档..... (75)

RWT/783/06

树木良种化的概念 及其实现的程序和途径

在林业生产上,从本世纪50年代以来,各国对选用良种,实现林木栽培良种化的工作,已正式提上日程。由于林木生产周期长、面积大、经营分散等特点,所以从选用良种入手,以缩短林木栽培周期,加速木材生产的工作,就受到越来越多的重视,也收到显著的成效。

解放以后,尤其是无产阶级文化大革命以后,我国林木良种选育工作,得到飞跃的发展,在杨树、桉树、杉木、泡桐、池柏、油茶、核桃等速生树种和经济林木上,选育出一大批优良品种,各省、市、自治区也纷纷建立了大面积的良种基地,树木育种工作,从来没有象今天这样,发展迅猛,呈现出一片欣欣向荣的可喜局面。

在学习与总结上述成绩的基础上,并参考国外的经验,这里我们就什么叫良种、怎样实现树木良种化、实现树木良种化的程序和途径又是怎样,树木的类型、品种、原种的概念,该如何区分等问题,整理了一点材料。这是非常不成熟的粗浅看法,以供讨论之用。目的在于能抛砖引玉,有利于统一语言,推动工作。

实现树木良种化,是由一系列工作组成,有着相应的程序和途径。为了便于叙述起见,我们先从几个名词的一般概念谈起。

一、类型、原种、品种 和良种的概念

1. 类型的概念

类型的概念和类型划分的根据,是和种的概念和种的划分,有着密切的关系。大家知道,任何一个活体,在其繁殖过程中,都表现出有相对立的二种遗传现象:一是性状的遗传,二是性状的变异。性状的遗传,是指生物在一定条件下,能将本身所具有的一系列基本特性(形态学上的、生理学上的特征和特性)传给下一代,从而产生与亲代相似的个体,形成亲子代间的相似性。这一特性,我们通常称为遗传性。正是由于有遗传性的存在,物种的性状才能得以稳定与保存。才不致于种瓜得豆,变化万千。物种性状的丰富性与多样性,也正是由于遗传性通过系统发育所不断巩固与累积的结果。性状的变异,是指生物在一定条件下,能产生与本身原有性状多少有着差异的后代,使亲子代间,在同一性状上发生差异,也即产生了变异。这一特性,我们常称为变异性。正是由于有变异性的存在,新的性状,才会产生,才赋予生物以创造性的能力,使亲子代间,决不会由于有遗传性的相似性而变得相同,相反,而是产生各有各的模样,彼此间有着差异的后代。物种的性状,其所以有惊人的丰富性和多样性,这正是要归功于变异性,它通过系统发育,不断创造与发展的结果。

但由于生物在系统发育的漫长历史中,环境条件不断变化,各种生物面临考验。有着不同差异性状的个体,它们在变化的环境条件下,获得生存的机会,不是

都均等的。只有那些与变化的环境条件相适应的，才能保存下来；那些未加变化、或变化与环境不相适应的，就被淘汰了。这就是“优胜劣败，适者生存”的自然选择原则，其结果是：生物与环境条件相适应，形成了生物与环境条件的统一。由于自然选择总是选择那些适应的类型，中间和过渡型的，被淘汰了，加之由于各种原因引起的突变产生质上的飞跃，所以这样就导致物种间性状是不连续的、在亲缘关系上虽有密切联系，但质上却是不同的，形成了由低级向高级的进化系统。

这正如达尔文在他的“物种起源”的“复述和结论”中所指出的那样：“新的改进了的变种，无可避免地要排除和消灭掉旧的、改进较少的中间的变种，这样，物种在很大程度上，就成为确定的、界限分明之物”〔1〕。

在这进化的系统中，这些千千万万的生物，根据它们进化的程度和在亲缘上的关系，就被从低级向高级地排列成一个活的整体。物种就是这个活的整体中，质上不同的环节。因中间型死亡了，连续的变异体被淘汰，留下的都是在性状上不连续的。加之由于它们质的不同，所以通常是不会由于自然杂交而发生生殖混杂（即所谓生殖隔离），这更增强了种的独立性与稳定性。所以种就成为生物在分类学上基本的单位。同一种内，有着性状上相似的、遗传上稳定的许多个体。即有着相对稳定的特征和特性，有着诸别的规定性。正是这样，我们才可以把这个种和那个种区别开来。

种既然是进化系统上的不同环节，所以每一种的概念和它邻近种的区别，都是有机联系的，既有内在联系相似的一面，又有相互差异，质上不同的一面，“种是在环境与生存斗争影响下，被选择从其他

的生物界中独立出来的、起源于一个共同的祖先的后代总和，种是进化过程上的一定阶段”〔2〕。所以它是发展的，进化的产物。林奈就是把种看得一成不变，把它理解为绝对的东西，看不到它们之间的联系，所以他认为种是恒定的。他说：

“上帝过去创造了多少种，今天就存在多少种”。这种看法，统治了一段时间。直到达尔文“物种起源”问世后，才被彻底澄清。达尔文论证了生物是从低级向高级进化，一个种起源于另一个种，这种进化的方向和动力，是受遗传、变异和自然选择共同作用的结果。

在种内也是一样。

遗传、变异和自然选择，不仅是物种形成和进化的原因，而且也是种内类型形成、和类型多样性的原因。在自然界中，同一种的不同个体，在漫长的系统发育中，由于所处的生存条件不尽相同，授粉杂交和高能射线的诱变，也是经常发生的。所以同一种内不同个体间的遗传性，也就发生了差异。经自然选择的结果，就把这些差异巩固与累积起来，形成了种内类型的多样性。对于长期栽培的树种，更经受了一定程度的人工选择，产生了多种多样性状。所以概括地说，种内性状多样性的原因，仍旧是遗传、变异和自然选择共同作用的结果。是遗传性的变异性、当地生存条件的多样性和几千年来对这些微小变异经自然选择和人工选择累积、创造的结果。

这种不超过一个种的范围内的变异，我们称为类型。或者说，种内发生形态上、生理上（包括物候与生态）或地区上的变异，称为类型。所以类型是种内变异的一种形式，是种内在形态上、生理上某个或某些性状上有着差异的个体或群体。由于变异发生的性状和幅度不同，因

此类型也是多种多样的；根据发生在形态上的变异，可在种内划分为不同的形态型；根据生理性状的不同，可划分为不同的生理型，如不同的物候型、生态型、生长型等；有时变异不是发生在个别的植株间，而是在整个地理区系上发生某种共同性状的变异（如抗性、适应性、或某些生态特征等），因此就可将整个大区划分为不同的地理型等。由此可见，类型是指“乔木树种，除了具有作为该种总体特征所特有的共同形态和生理的特征和特性以外，还同时具有一系列的差别。根据这些差别，在同一种的范围内，而区分为不同的类型，如形态型、地理型、生态型和物候型等”〔10〕。

属于上述的例子，是很多的，如树木中宽冠与窄冠，通常是遗传的性状。因此可按树冠的宽窄，把同种树木区分为宽冠型的、窄冠型的和中阔型的；又如侧枝的粗细，也证明多数是遗传的性状，按它可分为侧枝粗的、侧枝细的和中间型的三种类型；柳杉也可按冬末枝叶变色与否，而划分为变色柳杉、与不变色柳杉二种类型。早熟性，也是一个遗传的性状，按它可将核桃区分为早熟的隔年核桃，和晚熟的普通核桃二种类型。马尾松从河南到广东都有分布，但它对抗寒和光周期的适应是不同的，因此据此可分为北方和南方二种地理类型。总之，按一个在形态或生理上较为明显的变异性状，在种内划分出类型，而区分出一群同种树木。有时也可按一个以上的性状，进行类型划分。划分的结果，属于同一类型的，可以是一群同种树木（如窄冠、隔年核桃），也可以是一个单株（如最先选出的、抗心腐病的三倍体巨型山杨，米丘林606克安东诺夫卡苹果、北京杨8000号与0567号原始单株、河北林研所选出的冀——杨、意大利的原始——

214等）。所以类型可以是群体，也可以是单株。这取决于作为类型划分标准的规定性。

这里有一点要说明的是类型和变种亚种的差别，它们虽同属于种以下的分类单位，但类型是最小的〔4〕〔5〕。因类型指种内性状的变异，变异的性质，是不曾规定的，变异有遗传的变异（即亲本当代所发生的变异，通过有性或无性繁殖时，能在后代中保留下来），和不遗传的变异二种，所以类型的性状，可属于表型，也可属于遗传型。分类学家正是基于变异的性质不同（遗传的或不遗传的，变异在形态上突出的或不突出的）、重要性不同（有些变异会带来很大的经济效益）、和变异的幅度不同（整个地区发生变异，或仅为少数单株）；而将种内某些类型划分为变种、亚种，甚至独立成新种〔11〕。如樟子松（*Pinus sylvestris* var *mongolica*）是欧洲赤松中的一个地理类型，与欧洲赤松在生理上有些差别，所以被分为欧洲赤松中的蒙古变种，地盤松（*Pinus yunnanensis* var *pygmaea* Hsueh）是云南松中的一种形态类型，矮生铺地的性状是遗传的，被划分为云南松中的矮生变种〔2〕，胡先骕则将它定为新种（*Pinus huiliensis*）。可见类型在种下分类上，虽属最小的分类单位，（类型<变种<亚种），但它却是一个种下最基层的分类单位，因亚种与变种的划分，首先是由于有类型的客观存在，才命名出来的。所以亚种与变种，首先必然属于一种类型，但类型不一定能够上亚种与变种。属于亚种与变种的变异，应为遗传上较为稳定的变异，否则不足作为分类的根据。同样，在育种上有价值的类型，或为选种目的而划分的类型，也应着眼于遗传上较为稳定的变异，否则我们

将不可重复，更谈不上它被利用的遗传增益。

以上是类型的一般概念。

下面谈一下类型的选择。类型从树木群体中区分出来，是通过表型选择来实现的。因为我们进入林分后，看到林内个体间的性状差异，是广泛而多样的，虽然我们总想着眼于挑选那些遗传上较为稳定的变异（个体），作为我们选择的对象，但要做到这一点，却很困难。因为我们接触到的优良变异，是表面的。它在遗传上是稳定的，或不稳定的，我们很难判断；加之林分环境条件非常复杂，树木同名器官在形态和特性上的变异，又很多样；再加上我们经验不足，对变异的性质，缺乏深入的研究，虽有些变异，由于前人的工作，研究得较为清楚，如质量性状的变异，就比数量性状的变异，受遗传性的制约性较大。所以总的说来我们是缺少把握的。在此情况下，作为类型划分与选择的第一步，不得不只能从表型选择入手。即看看树木的外表，看看它已经发育出来的性状优劣，然后根据这些性状对人们经济上的意义，而把同种树木，划分为不同的群体或单株（类型），这种仅根据外表，根据已发育出来的性状好坏，来进行选择，叫表型选择。表型选择的结果，是选出优良类型。所以优良类型所表现出的优良性状，其在遗传性上的稳定性是不清楚的，对那些潜在的、没有发育出来的、或暂时没有发育出来的性状，也是不清楚的。所以通过表型选择选出的类型，只有那些经验丰富的人，才有较高的准确率，这样才能使往后表型测定的工作量减少，并提高选种的效率。所以重复一句，在外业优良类型选择时，虽允许根据表型上的性状（变异），划分类型，但作为工作的指导思想，仍需要着眼于遗传上较为稳

定的变异，这可通过研究前人的工作经验、变异发生的部位（是营养器官或繁殖器官）、变异的性质（是数量性状或质量性状）、变异变化的幅度（幅度越大，属于遗传的机率越多）、相似生长条件间的对比、和变异性状间的相关等等来估量类型的稳定性，以此增进选优的准确率。

上述的意见，可用下式表示：

同种树木 $\xrightarrow{\text{表型选择}}$ 优良类型... (1)

2、原种的概念

通过表型选择所选出的优良类型，其遗传性好坏，暂不一定。但是如果我们设计一系列试验，以测定被选出的类型的遗传性真正优劣，要求从种性上回答性状好坏和能否遗传的问题，这种试验育种上称表型测定或后代测定。被测定通过的，证实表型上的优良性状，实属遗传性所制约，是遗传性的内在表现，那么这个优良类型，就称为原种。所以原种或原种树的定义是：“被后代测定所证实、能够产生优良品质的后代、从而属于优良的基因型的那个树木”〔4〕。

由于原种有着优良的经济性状，性状是遗传的、又被人们所选择。所以原种已作为生产资料的开端，进入良种繁育的范畴之内区别于那些虽属遗传变异，但没有经济意义的一般类型，这种类型是不能称为原种的，这可表示如下：

优良类型 $\xrightarrow{\text{表型测定}}$ 原种..... (2)

生产上属于原种例子是很多的，如我国前林科院培育出的北京杨与合作杨，在获得杂种第一代植株后，在田间进行了一连几年的无性系后代比较测定，从数以万株的杂种苗中，精选出数株（如北京杨8000号与0567号，仅为二株）生长最快、干型最好的单株，由这少数几个单株进一

步引种到全国有关各地。这少数几个单株，就是原种。又如我院与河北盐碱地造林试验站合作培育抗盐小美12号杂种杨，经反复无性系后代试验证明：杂种杨不但生长速度上超过当地加杨，而且抗盐能力胜过几十个引进的杨树，现在河北沧州、天津一带推广种植。在未繁殖推广前的少数单株，也就是原种。又如我国从意大利引进的I—214，经近几年在河北、河南、安徽、江苏一带，证明都比当地杨树为好，生长量很大。这被证明了生长出众的少数I—214苗木，在未大量推广以前，对我们而言，也就是原种了。其他如我国杉木、油茶、油桐、核桃、板栗例子也是很多的。

3. 品种的概念

原种在遗传性上被证明是优良的、性状是稳定的，优越性是可靠的。这是通过艰巨的工作和长期劳动所获得的一个成果，但是它在数量上是少数，是有限的一个单株或少数树木。根本无法在生产中直接应用，不能在生产上夺取丰收而产生经济效益。所以原种必须大量繁殖，而且在繁殖过程中，要保持原种的那些优良性状，而不致于衰退或降低。因此要研究繁殖的方法，使它从少数的单株而变成足以满足生产上应用的、性状整齐一致的、千千万万的群体后代。这种在原种基础上通过人工建立起来的具有经济价值的群体，我们称为品种。所以品种是形态学上、生物学上、经济价值上较为稳定的、有着基本同样的特征和特性、通过人工繁殖（有性的或无性的方式）而建立的群体和生产资料。由于繁殖的方式不同，故品种有无性系品种和家系品种。研究由原种变为品种的过程，育种上常称为“良种繁育”。故良种繁育即为原种的繁育。有了树木的品种以后，品种就转入造林者的手中，而进

入生产。所以品种（生产资料）可视为育种者和造林者交接的实物环节。

上边的意思可表示如下：

原种 $\xrightarrow{\text{良种繁育}}$ 品种……………（8）

林木生产上属于品种的例子是很多的，如当前华北东北各地广泛引种栽培的北京杨、合作杨、抗盐小美12号、新疆隔年核桃、一些引进的欧美杨无性系……这些都是属于遗传性经过检验，由人工建立起来的品种。

4. 良种的概念

良种的概念，是与品种的概念相联系的，只不过良种的本身，不仅必需是个优良的品种，而且它是在一定的土壤、气候条件下，能显出其优越性的品种。所以良种是遗传性（种性）、地区性、数量与质量的统一。因为良种与地区性是分不开的，所以对某个具体地方而言，是良种的也必然是品种，反过来对另一地区而言，是品种的，不一定是良种。因对某地是良种，但对另一地可能就不是良种。每一品种，都有它适用的地区性，不象工业品一样，到处可用。品种所具有的优良性状，是与当地土壤气候条件分不开的，一旦引到某一生疏地区后，它可能不仅表现不出优越性，甚至可能比当地品种更坏。

所以品种的推广、引用和适用地区的规定，都需加以试验。这种试验叫品种试验或称品种区域化试验。即把同一品种引种到计划栽培此品种的地区，由良种站、种子场按其一般性生产技术加以繁殖。同时把它与当地乡土代表树种比较。这样通过许多良种站、种子场的工作，就可把这个品种的适用价值、适生地区肯定下来。这一工作叫品种区域化试验，它是实现树木良种化中重要的一环。

品种经区域化试验以后，认为在某一地理范围内有生产价值，属于性状优良、整齐一致的品种后代，这种品种，就称为某地区的良种了。所以良种的概念，首先是地区性的，有一定土壤气候条件要求的；其次是种性良好的，也即它的遗传性是经过专门性试验检验过的，其优良性状的各种表现，是受遗传性的制约，从而生产价值比一般的（对照的）要高得多；第三是通过一系列工作，人工建立起来的群体，所以它的概念与庞大的数量联系在一起，是许多数量的群体。这个群体的各个个体之间，因为是由少数单株人工繁殖起来的，所以它们尽管成于上万，但性状基本整齐、一致、稳定、适应于一定的生产措施与栽培技术，也即对一定的栽培制度有一定的反应，有一定的性状规格。当然，既然它有一定的数量，所以制造这数量的繁殖方法，也是经研究清楚了，并且证明通过这种繁殖方法，其遗传性稳定不变。这可表示如下：

品种 $\xrightarrow{\text{区域化试验}}$ 良种……（4）

林木生产上属于良种的事例也是很多的，如前述的北京杨8000号和0867无性系，因为它系北京地区创造出来的。对北京而言是良种，但对别的地区，如对我国辽宁能否栽培，到那里后，能否也成为良种呢？就得进行区域化试验。1964年后，辽宁杨树所和林科所等单位，分别引进上百个杨树品种（其中包括北京杨），在全省六个地区，数千亩土地上，建立了品种比较试验网，经过十余年的栽培比较，最后筛选出包括北京杨在内的十个适应于辽宁不同地区生长的杨树良种，也即经过区域化试验，证明北京杨不仅在北京而且在辽宁，都是一个良种。我国品种区域化的工作，目前正在全国各省进行，估计不久

的将来，会涌出大批适生地区清楚、种子调拨范围清楚、遗传增益清楚的大量树木良种。

通过以上（1）（2）（3）（4）的连续努力，把树木从类型上升为良种，这是树木实现良种化的过程和工作领域，也是实现良种化的含义。可见良种的概念，也即构成良种的條件是：一、有着优良的经济性状，人们从对它的栽培中，可达到预期的经济目的；二、这些优良性状，受遗传性的制约；三、为人工建立起来的群体有着庞大的数量，各个体间有着整齐一致的性状；四、适应于一定土壤气候条件，在适生地区内栽培时，能保持有一定的遗传增益。

至于实现良种化的具体步骤和途径，根据当前国内外的经验，可简述如下。

二、实现树木良种化的程序

1. 优良类型的选择（选优）

实现树木良种化的过程，从其工作环节来说，是从树木优良类型，上升为良种的过程。在这过程中，必须解决质和量的矛盾。从自然树木到优良类型，再到原种（表型测验中还有一次再选择），这是从遗传性上，解决质的过程，是质的上升，从原种到品种，是解决量的过程，是量的增殖，从品种到良种，这是确定良种的适生范围及种子调拨范围，是进入正式生产前的必须准备工作。这几个工作环节中，优良类型的获得，是实现良种化过程中最重要的物质基础。往后的工作，如原种品种，都是建立在和取决于这个物质基础上的。基础的好坏，决定了品种的好坏，而品种的好坏，就决定了生产上的遗传增益（目前良种的遗传增益，一般可达20—

30%，少数有达50%的)。所以实现树木良种化的第一道程序，就是从选优开始，以获得优良类型。

获得优良类型的手段，一般是通过表型选择，但表型是基因型和环境条件共同作用的结果，所以单从表型进行选择，难免产生盲目性。为了提高选优的准确性，不少国家，综合应用生理生化指标、早期性状预测、性状间的相关等方法，以减少和避免工作中的差错。

获得优良类型的途径，是很多的，但其中最简便、最行之有效的途径是选种。自然界的树木，是经过数千年筛选和适应下来的，有着雄厚的潜力，是极为丰富而珍贵的资源。而自然选择，一般总是将这一财富、一些优良的个体（如天然杂种、天然多倍体、突变体等）保存下来，使得自然界中的同种林木，在好坏上总是相差很远。我们通过选择，把“好种”选出来（如种子园建立中正号树的选择）。这是各国当前获得优良类型的最一般途径。如意大利选出的1—214，和近年来几乎引种世界各地的比214更加速生的无性系，就是通过不断选优而获得。

其次，获得优良类型的途径，是引种和育种。通过引种以获得比当地品种能提供更多木材的途径，在当前越来越多地受到人们的重视。如国外南方松引到我国广东、广西一带，就比当地马尾松增产50%，至于通过杂交育种以获得优良类型的办法，也是很有成效的。如我国培育出的知名杨树是。

2、表型测定（后代测定）

实现树木良种化的第二道工序，是表型测定（或称后代测定），它是现代树木育种中，最重要、最困难的任务之一。它被认为是树木育种的核心。没有它，树木改良工作的一切成果，就失去了评价的根

据。因为象种子园中优树的选择，母树林中优良母树的选择，杂交育种中优良杂种苗的选择，及其他超级苗的选择等，所有这些选择，都是通过表型选择来实现的，对其遗传性属好属坏，是未加验证的。所以这种选择，带有一定的主观性和盲目性，弄不好就使劳动白费。据国外报道〔8〕，瑞典种子园中，选错的无性系（即不良的无性系）占总数的10—20%；芬兰Saras的意见，则为40—60%。我国广东农林学院，也发现有这种情况；在10—20年生杉木林中选出的优树（当时出选率为五万分之一），当在五年后复查时，有一半就不再是优树了。可见仅根据当时的表型来评价林木种性的好坏，是不够可靠的。随着时间和条件的变更，会有很大的出入。因表型的性状，是遗传性和环境条件二者共同作用的结果。二者根据不同，但外表上可属于同一表型。如果要弄清楚，某一选择性状（表型）是否受遗传基础决定时，或确定这种决定的强度时，便需要进行表型测定。所谓表型测定，就是对所选择的个体，通过有性和无性的繁殖方式，包括各种有性杂交设计，以获得其后代，并对后代性状在与亲本相比较的基础上，加以观测试验，最后作出评定。

表型测定应解决的任务有二〔12〕，一是测定各性状的遗传稳定性程度，及对外界条件的正常反应；二是测定树木各个体间在某些优良性状上的差异。通过亲后代间的对比试验，确定性状的稳定性和遗传传递力（遗传力），得出性状受遗传性制约的结论；通过组合间对比试验，确定优树后代间，在同等条件下，各后代优异程度及对该环境条件的反应。这样便于优中选优，完成选择和再选择的作用。

由于测定的方法和树木繁殖的方法不同，表型测定可分为无性系测定和有性后

代测定二大类，前者是通过扦插或嫁接的无性繁殖法进行测定；后者是通过测交及其种子进行测定。一般可用扦插繁殖的树木（如杨柳等），可用无性系测定，以测定在无性繁殖下能够表现出来的那些形态——生理性状的遗传制约性，如树木的冠型、干型、分枝习性、抗性、物候期和速生性等（如高级采穗圃通过的测定）。对于那些不易扦插繁殖的树种（如松、柏及其他阔叶树），表型测定除了用无性系后代测定以缩小测定的组合及规模外，还必需做有性后代测定，以弄清性状的遗传基础（显性与隐性、传递力和基因重组的方式等）。这样以确定许多亲本配置在一起时，在其受精后代中，恰巧具有亲本双方或多方最优性状，产生遗传增益很高的杂种优势。

亲本将其自身优良性状，通过种子而传给下一代的能力，是通过后代测定中的配合力测定来弄清楚的。所谓配合力即亲本优良性状传给后代的相对能力。根据交配亲本的数目不同，配合力测定可分为一般配合力测定和特殊配合力测定二种。前者是指一个亲本与许多其他亲本交配时产生许多后代中，各后代承受亲本优良性状的平均能力。后者是指一个亲本与个别（单个）其他亲本交配时各后代承受亲本优良性状的能力。如果优树具有很高的一般配合力，即在有控制的自由授粉条件下（如种子园中），能产生大量高质量的种子后代，那末这就可以由许多优树（许多无性系）建立种子园，如原种园。如果在一般配合力测定的基础上，优树一方面能丰富结实，另方面又有很高的特殊配合力的情况下，则可建立由二个无性系组成的种子园，如杂种种子园。

表型测定，因其工作开展较晚（一般地说，各国在50——60年代先后建园，60

——70年代才开始表型测定）这方面问题较多，许多有效的方法和规律，尚在研究之中。

3. 良种繁育

类型通过后代测定上升为原种后，必须扩大繁殖，使它再进一步上升为品种。方能转入造林者手中，投入生产。所以实现树木良种化的第三道工序是良种繁育。良种繁育的任务，是在不损坏、不降低原种优良品质的同时，又能在量上得到足以满足生产要求的大规模繁殖。所以良种繁育的主要任务，是研究解决繁殖的方法。

能用扦插繁殖的树种，在保持其遗传品质不变的方面，有着优越性，因此在解决这类树种的良种繁育时，一般与种子繁殖相比，技术要比较简便得多，只要有效地掌握扦插的季节与技术，保证有稳定的扦插成活率就行。不过，由于近年来有许多以往难于扦插繁殖，一直以有性繁殖为主的树种，当一旦克服扦插困难时，发现扦插苗比实生苗，在先期生长、遗传品质的保存等方面，要优越得多，如我国杉木、水杉、池柏、油橄榄等。在国外，报道很多的，有挪威云杉。现在芬兰与西德已开始压缩挪威云杉种子园籽种的产量，而加大扦插苗生产的比例。据他们报道，尽管扦插苗的成本比实生苗要贵三分之一，但往后在一段时期内扦插苗的材积生长量要比混合实生苗的遗传增益高40%〔6〕。而且这样的苗木，不论从形态上、生理上、对耕作技术的反应上，都是一致的，很便于苗木标准化与机械化经营。直接用“无性系造林”，可算是本世纪70年代以来，在良种繁育上的一个创造与成就。

由于这个缘故，许多国家的树木生理与育种工作者，对难于扦插成活的树种的生根生理的研究，越来越多地受到重视，提出了许多生根的理论，企图解决生根难

题,使生产上来个突破。据研究,生根的难易,是与生根物质的能否和易于形成有关〔8〕。而合适的扦插条件是合成这类物质的生理环境。在这环境下,生根物质才能易于形成。所以近年来,为了使难于生根的树种如松树,也能生根,提出了一系列象自动化间歇喷雾、热电缆控制底温、便于机械化操作的营养卷、生根激素、温室等设备,来解决这类问题〔6〕〔7〕。看来有这样的趋势:扦插育苗逐步走向车间化,以达到面积小产量高、高度集约经营、及生根成苗周期短的好处。

通过扦插繁殖,生产优良林木品种的另一个问题,是建立采穗圃的技术。苗木长期扦插繁殖,常有生活力衰退的忧虑,另外建立采穗圃要注意采条原种的所在部位,即所谓位置效应。特别是前者,在不讲究修剪、整形、平茬与水肥管理的情况下,任其自然地生长,常有使苗木越来越瘦弱、发枝率逐渐降低、枯梢等现象。这样生产的苗木,不仅在数量上,而且在按标准化要求的质量上,都会发生问题。位置效应是指扦插的材料,即使是采自同一原种植株,但由于部位不同,由它长成的采穗树采下的种条质量,也会存在差别。这特别在云杉、花旗松、杉木等树种上,表现的比较明显。对于一些萌生性强的树种,可用一次二次平茬或平冠的方法加以解决。但最好仍是在建圃时注意种条的部位,使之整齐一致。

对于不能用扦插,只能用种子繁殖的树种,在良种繁育中应注意的问题是保纯、防杂与复壮。特别是原种在有性繁殖的条件下,很容易发生遗传性的变异。因此一定要做好控制授粉,防止机械混杂与生物学混杂。前者是指经营管理不慎,使品种发生混杂。后者指在没有很好隔离的情况下,不计划外来花粉飞入,参与了授

粉授精,而使原种优良遗传性降低,导致品种退化。

另外,在不论是有性或无性的良种繁育中,为了使工作做好,需要制定一系列必要的行政性规章制度,这也正是这个良种繁育——行政技术性部门中的一个特点。

4. 区域化试验

通过良种繁育获得品种后,决非良种化的终结,良种化还有一道程序,是进行品种区域化试验,以解决这一优良品种,能引种到那里去?有多大的适生范围,在这范围内的不同地点,其优越性—遗传增益—究竟能维持多高?在种子调拨中,调拨范围又是多大?这些问题,都是区域化应回答的问题。只有区域化问题解决了,才能做到适地适种,使最好的种性与最适的地区性相结合,这样才成为良种。

由于以往对区域化问题注意不够,在生产上常发生乱调种子,将种子看作是工业商品一样,调来调去,结果使生产上造成很大的损失,这样的例子,我国在松树、白蜡、杨树上是很多的。

进行区域化工作,常通过品种比较试验来完成。因此科学的田间设计和统计分析是必不可少的。在田间设计中,为了得出新品种优越性的结论,常种上当地有代表性的乡土树种(品种),作为对照。以比较新品种,例如在材积生长上的优越性,能超过现有生产水平多少,有没有种植的价值及价值多大?通过这些工作,以确定新品种的适生和调拨范围,估量有无生产价值,判断这一工作的成败。

至此,从一般树木,经选优到优良类型,从优良类型经后代试验到原种,从原种经良种繁育到品种,从品种经区域化试验到良种,这是实现树木良种化的、自成系统的、互不可缺的工作程序。完成这一

程序后，也决非良种化的终结，也仅仅是它的第一轮循环告一段落。往后又在新水平上，通过选、后、繁为主要内容的育种工作，再进行第二轮、第三轮循环，以获得更为高级的良种。如此螺旋形向上循环，使种性与增益不断地得到改进与提高，使良种化的水平，日新月异地前进。所以在生产斗争的发展中，实现树木良种化的工作，是没有终结的，而只是分阶段的、有计划的、一轮一轮地上升，不断前进。

三、实现树木良种化的途径

以上叙述的树木良种化的程序，选优、表型测定、良种繁育、区域化试验这四个环节，它体现了从选到繁（从选种入手，到良种繁育）、从质到量（从解决种性入手，到良种繁育）、由表及里（从表型选择入手，到后代试验）的工作原则。所以选、后、繁，实质上是育种和实现林木良种化的工作环节。

这一工作原则，又怎样在生产上，通过什么途径，来实现树木良种化呢？

有二种途径，一种是不经表型测定由选到繁。另一种是在选优的基础上，接着进行表型测定，俟遗传性检验后，再进入良种繁育。通过前一种途径，建立起的良种基地，是初级的；通过后一种途径建立的良种基地，是高级的。目前在生产上，属于初级的形式有：母树林、实生苗种子园、无性系种子园、采穗圃；属于高级形式的有：原种园、杂种种子园、高级采穗圃等。兹分述于后：

1. 母树林

从现有即将结实、或已开始结实的优良人工林或天然幼林中，按事先制定的母

树标准，对所有树木进行每树选种调查。把符合标准的留下，不符合的砍去，最后使留下优良母树的郁闭度控制在0.5左右。再加上一系列的抚育管理措施，培育成树干低矮、冠幅宽大圆满、结实层厚、透光性良好的稀疏林木，以生产大量的种子，成为最初级的采种基地，这种形式的基地，称为母树林或种子林。

由于去劣存优，使林分内遗传性低劣的花粉和胚珠，不再参与授精结实，从而改善了后代的遗传品质，使种子遗传性得到一定程度的提高。加之这种形式的良种基地，从改造到采种，不要几年，就可以投入生产，收效快，应用广，是今天生产上行之有效的的重要途径。

但它是利用现成的林分改造过来的，所以好树不见得都长在一起，选择的强度又不可能很高，故它的增益是有限的。

2. 实生苗种子园

通过表型选择，将优良单株（优树）选择出来，然后从这样的许多优树上，分别采集种子，培育成实生苗。再按一定的错位排列，将各优树后代（实生苗）定植成园。并结合各种抚育措施，培育宽大树冠，促进树木结实，以专供采种之用。这样的种子园叫实生苗种子园。

实生苗种子园因系从新建立的，选择的强度较高，所以它的遗传增益比母树林要高些。但实生苗因系由授粉后代，遗传性不甚清楚，只知其母，不知其父。另外这种形式的园地，从建园到生产，需要很长的时间，是其缺点。

3. 无性系种子园

为了弥补上述实生苗种子园结实期太长的缺点，从优树上不是采集种子，而是采剪接穗，将它嫁接在幼龄砧木上，使之繁殖为无性系，然后按一定的错位排列，将许多这样的无性系定植为种子园，以专

供结实采种之用。这种种子园，称无性系种子园，是今天初级种子园中的主要形式，因它所采的接穗，业已开花结实，所以从建园到结实只需数年。再通过矮化树冠，增加水肥管理，促进树冠的横向生长，形成很厚的结实层，有利于大量开花结实。这种种子园，因为是重新建立的，选择的强度很高，加之通过隔离措施，园内生产的种子，基本上都是园内被选优树的授粉的后代，所以遗传增益，是比较高的。

4、采穗圃

对于易于扦插繁殖的树种（如、杨柳等），可以用被选优树的种条（插穗），建立采穗圃，作为往后常年采穗造林之用。它相当于种子园，只不过这里种条代替了种子，扦插繁殖代替了种子繁殖。因系扦插繁殖，所以遗传性基本不发生变化，这对于保持原有的优良性状是很有利的，所以采穗圃的遗传增益可能很高，这取决于被选优树的种性好坏。

当前生产上的采穗圃有两种形式，一种是专门形式，建立专门的圃地，结合修剪、整形、施肥、管理，如柳杉、杨树等采穗圃；另一种是苗圃形式，结合一般苗圃生产的截干、修枝，以大苗繁小苗，如目前杨树、雪松、落羽杉、池柏的繁殖是。

5、原种园

原种园属于高级的良种基地（种子园）形式之一，因构成该种子园的无性系的遗传性，是业经鉴定的。即每一无性系，经无性系后代试验，证明其形态一生理性状均属优良，又通过有性后代试验，证明具有很高的配合力，即在有控制

的自由授粉的条件下，均能生产大量高质量的种子。由这种已经检验过的多个无性系组成的种子园，叫原种园。

原种园内的无性系，因经过了二次选择（一次为表型选择，一次为后代测定选择）精选出来的，已经是原种无性系了，所以它的结实后代，其遗传增益是很高的，是良种基地（种子园）各种形式中，最高级的一种形式。

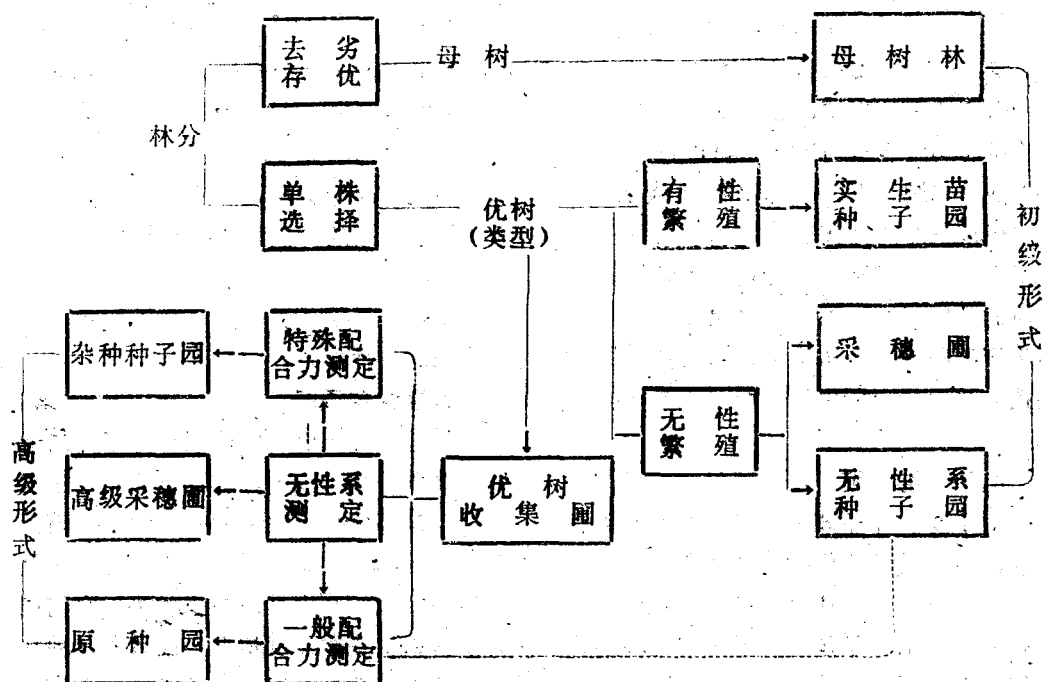
6、杂种种子园

在进行旨在建立上述原种种子园的优树无性系后代试验中，有时可遇到下边的情况：许多优树无性系的一般配合力固然很好，但某二个无性系的互交组合（正反交）的后代，有出奇的杂交优势，它们或者以材积生长的速度惊人，或者以某种林副产品（如纤维、树脂、果实……）的丰产而出众，在这种有着很好的特殊配合力的情况下，就可以由这二个原种无性系，组成种子园，这样的种子园叫杂种种子园。这也是高级种子园的形式之一，其遗传增益可以是很可观的。

7、高级采穗圃

高级采穗圃与一般采穗圃相似，只不过前者无性系已经表型测定，证明是遗传性优良的原种无性系了，这种种条基地，对于易于扦插繁殖的树种来说，是很有前途的。其无性系后代测定的技术，也不困难，良种繁育的方法也比较简便。是值得大力推广的良种生产的一种形式。

以上所述的七种形式的种子园，都是程度不等的对遗传性作了改良的树木种子园，也即良种化不等的良种基地，它们间的相互关系和在良种程度上的不同地位，可用下表表示之：



树木良种基地的几种形式及其相互关系示意图

(四方块示工作, 长方块示园地)

由上表可见, 右边的四种初级种子园中, 各种园地都是由表型选择后而直接建立起来的采种基地, 其遗传性是未加鉴定的, 故为初级种子园。而左边三种基地形式, 是经过表型测定筛选后建立的种子园, 故为高级种子园, 而优树(优良类型), 是一切种子园的中心环节, 是决定良种的物质基础。优树收集圃的作用则为: 一、收集保存优树资源; 二、进行表型测定; 三、必要时切取材料。初级的无性系种子园有时也可以向高级的原种园过渡, 即一边生产种子, 一边进行表型测定, 然后根据测定的结果, 将不良的无性系伐去, 保留最优的无性系, 这样, 一般无性系种子园就向原种园过渡。

由上表还可看到, 实现树木良种化的主要三个环节(选优、表型测定、良种繁育)分别体现在上述图表之中。只不过有

的是由表型选择后, 就直接去建园, 生产程度稍差的“良”种(如右边所示); 有的要经表型测定后, 才去建园, 生产程度较高的良种(如左边所示)。这种通过选优、表型测定(进一步筛选)、建园(良种繁育)为手段, 以实现树木良种化的方法, 是本世纪50年代以来, 林业营林上新的成就之一, 各国林木育种界, 也基本上循此方向, 将工作推向高潮。

参考文献

- [1] 达尔文, 物种起源, 1956年中文版, 第三分册, P.572
- [2] 郑万钧主编: 中国树木学, 第一分册, P.209, 1961
- [3] 中国农林科学院: 林业科技通讯, N04, P.7, 1973

- [4] Terminology of Forest science, Technology practice and products, Nol, Washington, 1971.
- [5] A dictionary of scientific terms, Fifth edition, 1953, P.161
- [6] Klienschmit J. New Zealand journal of Forestry science, Vol 4, No2, 1974, P359—366
- [7] Lepisto, M. 同上 P367—370
- [8] Haissig B.E. 同上 P311—323
- [9] Комаров В.Н. улетие Об- уге у растении изг. АН СССР, Москва,
- [10] Сдобенский St.B. СесеК- ЦИЯ древесных Пород Псе- МеНоВодсиВо, Москва—С- пеннград, 1959, СТР.41
- [11] Алббенский St.B. 同上, P41—50
- [12] Ромелер Э, Менбах Г. Ге- нетика Пседекция Слесных пород, эседева

树木扦插生根的生理基础

对于树木插穗的扦插生根,近些年来各国林业、生理工作者对它都十分重视。不断研究其生根理论、改善生根的环境、完善生根的各种设备和技术,以达到使一般不太困难生根的树种,能大规模地、迅速地生根,以用于无性系造林。同时通过对于这项不太困难生根树种的研究,以期在理论上和技术上弄清生根的规律,使目前尚不能大量扦插生根繁殖的树种,也能扦插生根,这对于这些树种的遗传改良和遗传增益,可能会带来更为崭新的局面,因此有着重大的意义。加之这世纪50年代以来,人们曾抱有很大的希望的嫁接无性系种子园的繁育途径,因种子园年令增长,对它逐渐暴露出来的缺点,也有所认识,觉得种子园也并非十分理想。这首先是因为建园时间太长,从嫁接到种子开始大量生产,至少要有十年左右的时间,投资多而收益晚,其次是结实量不稳定。树木

的开花结实与气候的好坏,关系密切,由于人们不能控制气候,结实量就无法预先计划和切实保证,有点靠天吃饭的味道。加之树木结实的大小年明显,常有小年频繁,产量不高的现象。第三,从年令较高、树木较大的种子园中,常有因接穗与砧木后期生理不适的缘故,导致成年树木无任何病征发生就死去,人们面临这一新问题,又想不出有效的预测和挽救的对策来。第四,某些树种的经验证明,遗传增益不比种子园的实生苗小,而生产周期则比种子短得多的扦插苗无性系,有着较高的优越性。扦插苗无性系尽管其苗木生产成本,比实生苗贵1/3,但前期木材生长的速度、成年性状的整齐划一,都比实生苗好,而遗传增益能维持在40%的水平,如Kleinschmit (1974)所报道的挪威云杉就是一例。所以一些国家,对一些树种的苗木生产兴趣。又转到无性系扦插