

全国高等林业院校试用教材

经济林育种学

中南林学院 主编

中国林业出版社

全国高等林业院校试用教材

经济林育种学

胡芳名 龙光生 主编

经济林专业用

中国林业出版社

(京)新登字 033 号

图书在版编目 (CIP) 数据

经济林育种学/中南林学院主编. -北京: 中国林业出版社, 1995. 5

全国高等林业院校试用教材

ISBN 7-5038-1363-6

I. 经… II. 中… III. 经济林-植物育种-木本植物-高等学校-教材
IV. S727.304

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 02843 号

中国林业出版社出版

(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

北京盛兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

1995 年 5 月第 1 版 1995 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 21

字数: 513 千字 印数: 1—2600 册

定价: 11.85 元

前 言

《经济林育种学》是高等林业院校经济林专业本科教学计划中的一门专业必修课。根据教学大纲的要求,全书除绪论外,分为总论与各论两篇,共12章。在总论中,重点加强了树木基因资源收集、保存、利用和无性系育种等内容。第一至九章,阐述经济林树木群体改良的一般原理、方法、国内外的先进理论和成就以及良种繁育技术;第十、十一章介绍遗传测定、遗传力和遗传增益的估算,它是育种的核心和重要依据。在各论中,选择了有代表性的我国主要经济林树木12种,每个树种都从育种目标、资源利用和良种选育的主要途径与方法等方面,突出阐述各树种的育种特点,同时加强基础理论与育种实践的联系。另外,总论各章都附有思考题,供学生自学和课外作业,在书后还列有主要参考文献,以便师生查阅。

在编写内容上,力求保证教材的系统性、科学性和先进性,坚持理论与实践相结合的原则。本书的绪论由胡芳名教授和龙光生合写,第一、二、三章和十二章中的第十一节由龙光生副教授编写;第四章和十二章中的十节由沈宝莲副教授编写;第五章由刘友全副教授编写;第六、八、十、十一章由梁一池副教授编写;第七、九章由刘洪谔教授编写;第十二章的第一节由吕芳德讲师、第二节由王承南讲师、第三节由高绍棠教授、第四节由黎章矩副教授和施拱生老师、第五、六、七节由张国良和周怀钧老师、第八节由刘显旋副教授、第九节由张康健副教授、第十二节由童再康和范义荣老师编写。初稿经主审和审稿会后,最后由龙光生副教授根据各方面宝贵意见统一修改和定稿。

诚谢朱之悌教授在百忙中对全书仔细审阅、修改和精心指导。

由于编者业务水平和编写时间有限,内容一定存在许多缺点或错误,请使用本书的师生提出批评和意见,以便今后改正和修订。

编 者:

1993年3月于株洲

主 编 胡芳名 (中南林学院) 龙光生 (中南林学院)

副主编 梁一池 (福建林学院) 刘友全 (中南林学院)

编写人员 (按姓氏笔画排列)

王承南 (中南林学院)	刘洪涛 (浙江林学院)
刘显旋 (中南林学院)	沈宝莲 (西南林学院)
吕芳德 (中南林学院)	张国良 (河北林学院)
张康健 (西北林学院)	范义荣 (浙江林学院)
施拱生 (浙江林学院)	高绍棠 (西北林学院)
童再康 (浙江林学院)	黎章矩 (浙江林学院)

主 审 朱之悌 (北京林业大学)

目 录

前言

绪论.....	1
---------	---

上篇 总 论

第一章 树木基因资源的收集、保存与利用.....	8
第一节 基因资源的概念与作用	8
第二节 基因资源的流失和流失原因	10
第三节 我国经济林木基因资源概况	13
第四节 基因资源的调查	16
第五节 树木基因资源的保存、研究和利用	18
第六节 国内外树木基因资源收集、保存概况	23
第二章 选择育种	26
第一节 选择育种的概念和意义	26
第二节 经济树木的自然变异	27
第三节 选择育种的基本原理	31
第四节 经济林选择育种的方法	33
第五节 影响选择效果的主要因素	48
第三章 无性系育种	54
第一节 无性系育种的概念、地位与作用	54
第二节 无性系育种的原理	56
第三节 无性系育种及其原则参考方案	58
第四节 树木的无性繁殖	66
第四章 引种	77
第一节 引种的概念和意义	77
第二节 引种的植物地理学基础	81
第三节 引种成功的原理	84
第四节 引种的原则、步骤与措施	90
第五章 杂交育种	94
第一节 杂交育种的概念和特点	94
第二节 杂交亲本的选择	96
第三节 杂交方式	97
第四节 杂交技术	99
第五节 远缘杂交	105
第六节 杂种的培育和选择	110
第七节 杂种优势理论及其利用	112

第六章 诱变育种	116
第一节 诱变育种的特点	116
第二节 辐射育种	117
第三节 化学诱变育种	125
第四节 无性繁殖植物的诱变育种方法	128
第五节 诱变育种中的几个问题	130
第七章 倍性育种	133
第一节 多倍体育种	133
第二节 单倍体育种	138
第八章 抗性育种	143
第一节 抗性育种的意义	143
第二节 抗病育种	144
第三节 抗虫育种	152
第四节 其它抗性育种	155
第九章 良种繁育	159
第一节 良种繁育的意义、任务与途径	159
第二节 种子园	161
第三节 采穗圃	172
第十章 遗传测定	176
第一节 遗传测定	176
第二节 子代测定	183
第三节 配合力分析	194
第十一章 遗传力和遗传增益	213
第一节 遗传力	213
第二节 重复力	222
第三节 遗传增益及其估算方法	225

下篇 各 论

第十二章 主要经济树种育种	229
第一节 油茶育种	229
第二节 油桐良种选育	238
第三节 核桃育种	248
第四节 乌桕育种	255
第五节 栗育种	261
第六节 柿育种	270
第七节 枣育种	282
第八节 漆树育种	290
第九节 杜仲育种	295
第十节 橡胶育种	301
第十一节 猕猴桃育种	310
第十二节 竹类育种	320
主要参考文献	328

绪 论

一、经济林育种学的概念与任务

(一) 经济林育种学的概念

经济林育种学是研究经济林林木群体结构与改良方法,研究经济林树种的选育原理、技术和定向培育新品种的科学。它是以遗传学为理论基础,选育、创造和繁殖利用树木良种,以达到丰产、优质和最大限度地发挥多种效能为目的的一门应用学科。

经济林育种学作为一门独立的学科,在我国是50年代末才逐步发展起来的。其历史虽短,但随着人口的增长,科学技术的发展,人们生活水平的提高,以及建设和外贸的需要,对经济林产品的数量要求越来越多,质量要求越来越高。而在客观上,经济林的生产面积日益减少,种质资源日益贫乏,产品的数量和质量日益下降。例如我国各类主要的大面积经济林的单产普遍很低,油茶全国平均每亩产油3~4kg,油桐5~7.5kg。核桃单株平均产坚果1.5~3kg,板栗平均株产2.5~4kg。产量低的主要原因之一是,现有林木种内混杂,个体分化大,良莠不齐。而经济林育种在增加产量、改善品质、降低成本、提高经济效益等方面均能显示出巨大作用,并蕴藏着很大潜力,受到国内外的普遍重视。

经济林育种的对象是具有不同利用价值的各种经济林树木。由于生物的演替,环境的变迁,各种经济树木无论在形态特征、生物学特性、经济性状等方面均存在着一定的遗传变异性。从遗传学和进化论来看,遗传和变异是一个问题的两个方面,遗传是相对的、保守的,变异是绝对的、发展的。没有遗传便不能保持性状的相对稳定性,没有变异,就不可能产生新的性状,也就不可能有物种的进化和良种选育。

经济林育种是以遗传学为理论指导,根据遗传学所揭示的生物遗传变异的规律,进而在育种实践中采取必要的技术手段和措施,有效地控制和利用生物的遗传和变异,改良种性,创造新品种(或类型)。反过来,通过育种实践又进一步验证、丰富和发展了遗传学理论,使之日臻完善。

经济林育种与环境有着密切的关系。不同种类的经济林树木有着不同的遗传基础,对于环境有着不同的选择和适应能力。在一般情况下,环境条件是不易改变的,而生长在不同条件下的经济林树木是可以通过各种育种手段加以改良,使其在栽培性状方面更适应于原来的环境,并逐步适应于新的环境,扩大其栽培范围。

随着生产的发展和科学的进步,学科之间的相互渗透和相互依赖日趋普遍。经济林育种学是一门年轻的学科,在育种工作中,狠狠抓住种质资源的收集、保存、研究和利用,突出选择育种和无性系育种,“选、测、繁”有机结合。在运用过程中,始终以遗传学作为基础理论,以生物统计学作为科学方法的方法论,以森林植物学、经济林栽培学、植物生理生化以及经济林产品加工分析等作为基础学科。不言而喻,育种工作的成果,在很大程度上有赖于这些学科的发展和配合。因此,每一个育种工作者,都必须学好和掌握各门学科知识,综合

应用先进的科学成就和技术，为经济林育种事业的发展与进步作出贡献。

（二）经济林育种学的任务

经济林育种学主要是研究经济林树木在自然条件下的遗传与变异规律，及其利用的可能性，选育与繁殖优良品种（或类型），为此，其主要任务是：

1. 广泛搜集、保存、研究和利用基因资源。育种的成就从根本上说是取决于基因资源的丰富性。不论是引种、选种、杂交育种、诱变育种，还是遗传基础理论的研究，都离不开基因资源。我国幅员辽阔，自然地理条件复杂，蕴藏着丰富的种质资源，且具有长期栽培的历史，有的树种形成了许多优良的农家品种，可以就地繁殖，直接推广栽培。对绝大多数仍处于野生或半野生状态的经济林树木，因长期受到自然选择的影响，变异类型繁多，可供选择育种利用的潜力很大，应积极进行调查，摸清家底，开展对现有经济林基因资源（包括栽培资源和野生资源）的开发利用。同时，应积极建立育种基因库、优树收集区和自然保护区或国家封禁林，就地和异地保存基因资源和其多样性，防止优良基因资源丧失。

2. 在重点开展选、引、育常规育种的同时，还应积极进行单倍体、多倍体、诱变等育种新技术方面的研究，注意多种育种方法的配合使用，利用多层次的加性或非加性的变异，以便多渠道地培育出高产、稳产、优质及抗性强的新品种或类型，推广于生产。

3. 对经济林各类树种中已选出的优树或优良类型要抓紧表型测定工作，应着重研究和改进表型鉴定方法，以及一些主要造林树种无性繁殖技术和理论的研究，加快无性系育种的步伐。

4. 加速良种繁育步伐，积极开展树木遗传变异的规律与基本生物学特性的研究，不断提高育种效果，缩短育种周期，加速经济林优良新品种或新类型的形成。

二、经济林育种的特点与目标

（一）经济林育种的特点

经济林在林业领域中与其它林种相比较，经济林树木在生物学特性、栽培性状以及加工利用等诸多方面均有自己的特殊性。在育种实践中体现出如下许多不同的特点：

1. 基因资源丰富

经济林种类繁多，除了少数长期人工栽培的油料、木本食用、纤维、香料、鞣料、药材、工业原料、花卉等树种外，在自然界中还蕴藏着大量的野生资源。据统计，我国有 8000 多种木本植物，其中木本油料树种有 400 多种，芳香植物 320 多种，木本食用植物 300 多种，纤维植物 400 多种，鞣料植物 300 多种，还有其他如栓皮、松脂、虫胶虫蜡、中草药和土农药等木本植物。这些数以千计的经济林树种的 90% 以上至今仍处于野生和半野生状态，许多优良的物种和丰富的变异尚未被发掘利用，这为选种、引种提供了丰富的基因材料。

在当前经济林生产中，就同一个种而言，林内个体分化很大，良莠不一的现象普遍存在，这是单产低的主要原因之一，显然对栽培利用不利，但从育种角度考虑，却又是有利的。因为性状差异越大，选择育种的潜力越大，只要稍加选择，增益显著。

2. 育种周期长

经济林树木多为乔灌木树种，由于树种特性决定了其达到性成熟和形成产量需要几年乃至十几年的时间，世代长，育种周期也长。例如油茶从选优、无性系鉴定到优良无性系选出，需要 10 年左右的时间。如果用杂交育种的方法创造新品种，则需时更长。因此，育种方案的

制定需要周密考虑,尽可能地利用各种育种手段,既要有当前改良措施,更要有长远的打算,互相配合,克服盲目性,增强预见性,提高育种效率。

3. 可供研究利用的时间长

经济林树木经济寿命长,多年受益。银杏 1000 年还有收成。栗、枣、柿的经济寿命在 200 年以上,核桃结果百年不衰,油茶的经济寿命也有五六十年。因此,经济林木的生命周期和可供研究利用的时间与周期均长。在育种实践中,一旦选育出优良品种或类型,则可利用的周期很长,可以连年开花结实和受益,亦可对性状作多年观察研究,经遗传测定后进行再选择,还可连年采种或采条以供反复繁殖利用。

4. 优良性状可用无性繁殖方法得到保存和利用

多数经济林树种可以通过无性繁殖直接繁殖利用基因型,不必顾虑后代的分离,在遗传改良中要充分利用这一特点。育种过程中,从自然群体中选出来的个体,可用无性繁殖方法进行无性系选育,或繁殖由其它育种方法所提供的材料,实现无性系(或无性系混系)造林,以达到缩短育种周期,简化育种手续,提高育种效果的目的。

5. 多数为异花授粉树种,遗传基础广泛和稳定

许多经济林树种,如油茶、油桐、核桃、乌桕、板栗、银杏、山楂等均为异花授粉树种。由于行异花授粉,具有高度的杂合性,从遗传与变异角度来看,他们本身就具有复杂而丰富的遗传性,不必顾虑由于自花授粉或近亲繁殖会带来生活力的衰退,在多数情况下,选育和繁殖这些遗传基础广泛的树木新品种或新类型,或混合使用多系品种是非常有效的。

(二) 经济林育种的目标

1. 制定育种目标的原则

(1) 地域性原则:我国土地辽阔,各地的气候土壤条件不同,在制定经济林育种目标时,应结合地域间差异,进行认真的考虑。如我国北方以及南方的高海拔地区应以抗寒丰产品种作为育种目标;而在低纬度低海拔地区,则应以优质高产抗病作为育种目标。

(2) 生产性原则:随着生产的发展,人民生活水平的日益提高,对经济林产品的产量和质量的要求越来越高,选育高产优质的经济林新品种就成为生产发展的必然要求。例如,在油茶生产中,当前单产普遍很低是由于林内个体分化大,良莠不齐以及炭疽病的危害等原因造成的,为了提高油茶单产,选育高产抗病的油茶无性系新品种,便成为育种的主攻目标。为了提高猕猴桃饮料中维生素 C 的含量,就要求选育维生素 C 含量高的猕猴桃新品种。

(3) 需要与可能性原则:需要选育的经济林新品种,还必须建立在有一定科学依据的基础上,这才有可能达到预期的目的,否则将会成为脱离实际的空想。如盲目提出要选育出一个自然座果率高达 100% 的板栗新品种或一个对炭疽病绝对免疫的油茶抗病新品种,而实际是不可能达到。

(4) 务实的原则:育种的目标必须落实在具体的性状上,尽量使目标具体化。例如,油茶良种选育时,丰产性指标按冠幅计算每平方米产果 1.5kg,鲜出籽率 45%,种仁含油率 45%,果实炭疽病危害率 2% 以下。

2. 经济林育种的目标

育种目标包括早实性、丰产性、稳产性、优质性及抗病性等方面的内容,主要由树种生物学特性、育种任务与要求来决定。在育种实践中,为了将目标落实在具体的性状上,必须使性状数量化。

(1) 早实性：早实性是一种生物学特性，一般从种子发芽到开花结实所历经的时间叫结实初期，结实初期来临早的树种，称之为具有早实性。早实性是一个丰产的特性，在经济林育种中，提早一年开花结果，便早受益一年，亦可提早鉴定和选择淘汰。选择早实丰产新品种或新类型是育种的主要目标之一。

(2) 丰产性：丰产性也是一种生物学特性，是由遗传性决定的，是经济林育种的一个主要目标。丰产性能包括形态、结构、生理等方面，如叶片解剖结构与光合效能的关系等。丰产性状包括直接性状和间接性状。产果量、产油量、产脂量、产胶量均称直接性状；结果枝长度和粗度，叶面积指数等性状统称为间接性状或相关性状。直接性状和间接性状均是构成产量的经济性性状。例如，核桃的结果枝数与单株产量呈正相关 ($r=0.875$)；根据相关，结果枝数便可确定为核桃丰产性的间接性状。同时，还可利用间接性状作为衡量丰产性的指标。如核桃选择，其丰产性的间接性状指标是：结果母枝平均抽生结果枝数达 2.5 个以上，且连续 3 年的结果母枝均占总枝条数的 70% 以上者为丰产株。

(3) 稳产性：树种在相当一段时期内，不出现结实大小年现象者，称之为稳产性。在油茶的优树选择指标中，以候选优树一连 3 年总产的平均数为基数，用各年产量之差与之相比，均不大于 30% 作为稳产性指标。

稳产常受高产的制约，年年高产或年年低产均可说成稳产，但年年低产则是人们所不能接受的。树种不同，稳产的指标各异，但总的说来，树种结实的大小年现象是左右稳产性的关键。树木大小年结实的原因是很复杂的，有生理性的，如光照不足、营养不良、病虫害等诸方面的原因。比较起来，经济林的稳产性与树种的抗逆性和适应性关系最为密切，一般抗逆性强、适应性广的树种，其稳产性能也相应较高。

病害是经济林生产的大敌，是减产和造成大小年的主要原因之一。例如，当油茶炭疽病危害严重时，可直接造成油茶减产 20%~30%；有时核桃黑水病严重危害时，株危害率可达 80%，不但造成大幅度减产，甚至导致树体枯死。

经济林树种对外界环境条件的适应性表现在抗旱性、抗寒性以及耐瘠性等方面。随着生态环境的改变和恶化，干旱、寒害日显严重，给经济林生产带来一定的损失。为了确保经济林高产稳产，必须有目的地开展抗性育种。

(4) 早熟性：经济林果实成熟的早熟性，在生产上具有独特的意义。由于产品可提前上市，即使品质并不十分理想，也仍然会受到生产者和消费者的欢迎，获得较高的经济效益。

早熟性是果实生育期较短的一种特性，与丰产稳产有直接关系。我国高纬度高海拔地区霜期长，为减轻或避免病虫害危害，一些地区均需要选育果实生育期短的新品种或新类型。例如云南选育的“八月熟”油茶就是一个很好的抗病虫害的品种。该品种果实于每年 8 月下旬成熟（油茶一般在 10 月下旬成熟），而在云南油茶象鼻虫的成虫盛发期以及炭疽病感染期均在 7 月，而“八月熟”油茶果实于 7 月业已接近成熟，果皮变硬，种壳变黑，从而可免遭病虫害危害。由于受害较轻，从而也就相对高产稳产。

(5) 优质：随着经济的发达和人民生活富裕，要求所栽培的经济林品种，不仅要高产稳产，而且要求具有更高更全面的优良品质。

品质与产量密切相关，提高品质就是进一步提高产量。例如腾冲红花油茶的果皮一般厚度达 1cm，出籽率仅 20%，如果选育出果皮厚度只 0.5cm 的新品种类型，推广于生产，那么出籽率由 20% 相应地提高到 35%，这样每 100kg 果实就可比原来多产 15kg 茶籽，若收获 100

万 kg 茶果就可以多产 15 万 kg 茶籽，这个增益实在可观。

品质与人体健康有关。例如从猕猴桃、沙棘群体中选育出维生素 C 含量高的新品种，使鲜果更具营养，保健饮料对人体更具有保健性。品质与加工业产品的经济效益有关，如优良无性系油桐、乌桕等工业原料用的种子含油量提高后，则加工成本便可大幅度降低，经济效益也相应提高。

三、经济林育种在经济林生产中的作用

现代生物学研究的各个领域都逐渐由定性走向定量，由野外描述进入实验室。遗传学已由个体水平发展到群体结构的研究，从细胞水平进入分子水平，育种的原则和方法也在不断地完善和发展。为了把经济林育种提高到新的水平，必须应用最先进的科学成就和现代技术方法，调整树木群体的遗传结构，提高经济林群体遗传水平，加速改良树木产品的遗传品质，在经济林生产中广泛选用优良品种（类型或无性系），以达到高产优质的目的。

我国现有油茶林面积 410 万 ha，常年茶油产量只有 1.25 亿 kg。核桃 2 亿株，产核桃 1 亿 kg，漆树 4.1 亿株，年收生漆 200 万 kg 左右。由于未能选用良种造林，经营管理粗放，产量长期上不去。在今后一段相当长的时间内经济林生产还不可能象农作物那样精耕细作，施肥灌溉，提高生产力的主要途径要靠良种的增产作用。同时经济林树种的经济寿命长，一旦定植后，就可享受几十年或百年以上收益。农业上一个品种不行，第二年就可换一个，从这个意义上看，经济林良种选育及应用于生产就具有更为突出和迫切的意义。经济林生产实践证明选育推广良种是投资少、收益大的有效措施。例如橡胶，过去我国引种的实生橡胶树割胶，单株产胶量一般为 1kg 左右，亩产胶约 30kg。现在选育出的高产无性系品种单株产胶量一般为 6kg，最高的达 10kg 以上，亩产胶约 80kg，最高达 100kg 以上。千年桐也一样，利用高产无性系品种栽培，最佳无性系比一般嫁接树高 1.1~2.4 倍，与原来的实生树相比，产量提高 10 倍左右。据我们对湖南邵东县黄草坪林场的试验测算表明，利用油茶高产无性系混系造林，其产油量比一般无性系混系林高 2.7 倍，比现有大面积实生成林的产油量高 12.3 倍。

经济林树种在悠久的历史中，形成了多种类型及农家品种，种内不同类型或农家品种间的生产力和产品品质的差异也十分显著。例如广西岑溪软枝油茶是普通油茶中的一个地方品种，它树形开扩，结实早，丰产性能好，多年的平均产量比普通油茶增产 2~3 倍。葡萄桐的情况也与此类似。由此可见，在经济林生产中利用优良类型（或优良农家品种），亦是提高经济效益的有效措施和重要途径。

四、经济林育种的历史现状和趋势

我国劳动人民栽培利用经济林树种的历史悠久，油桐、乌桕长达 1000 年，油茶、核桃 2000 年，栗、枣近 3000 年，漆树在 4000 年以上。在漫长的生产实践中，积累了丰富的生产经验，选育出了大批优良品种。可是，解放前我国对经济林良种选育很少进行系统研究，从 20 年代到 40 年代，只有少数人对油茶、油桐、板栗、乌桕、枣子、漆树、竹类做过一些零散的调查、观察工作，种内几乎从来没有选择过，有很大的基因库，只要稍加选择，就可获得可观的遗传增益。

新中国成立后，我国对经济林育种工作十分重视。50 年代，各地主要是组织力量进行经济林资源、品种类型的调查、分类。从 60 年代开始至 70 年代中期，经济林研究人员大增，研

究内容扩大。经济林育种在品种类型分类整理的基础上,各地发掘和选出了一批优良品种类型。如新疆阿克苏及陕西扶风的隔年核桃、陕西紫阳县的三季栗、太白县的串子核桃、云南的漾濞泡核桃、浙江的山核桃、邵阳宅栗、靖州杨梅、芦溪葡萄桐等。对一些主要经济林树种开展了优树选择和无性繁殖技术的研究。少数树种进行了有性杂交和新技术育种的研究。70年代中至今,对油茶、油桐、核桃、山核桃、乌桕、板栗、枣、漆树等品种类型进行了全国性的分类整理,从中选出了一批适于各地推广的优良类型。还分别进行了品种区域化试验。在生产实践中已普遍开展选优,进行当代和子代测定等,建立了许多主要经济林树种的种子园、采穗圃、基因资源收集圃。杂交育种也初有成效。引种驯化工作更加稳妥,昆明植物所从加纳引进山榄科的牛油果,在云南元江下游早已种植成功。从阿尔巴尼亚等地中海沿岸国家引种的油橄榄,具有引种规模大,栽培范围广的特点。从印尼、日本、澳大利亚、法国等引种的黑荆树;从美国引进的薄壳山核桃、糖槭树、西蒙得木等树种在一些地方都表现较好。国内各省各地区间在油茶、核桃、板栗、银杏、乌桕、山桐果、山楂、八角等经济林树种的引种方面较为广泛,成效显著。油茶、油桐、核桃、板栗、枣树良种选育为“七五”国家攻关项目,已有一批良种选育研究成果应用于生产。目前,全国已精选出油茶优树700多株,各地都在进行子代测定,共营造子代测定林70ha,优良无性系测定林35ha。建立采穗圃10多个,面积约60ha,每年可为生产提供优良穗条60万根;建立实生种子园120ha,无性系种子园25ha,每年可为生产上提供良种12万kg。各种油茶嫁接方法、芽苗砧嫁接和扦插的成功,为无性系育种和良种繁殖奠定了技术基础。油茶有性杂交做了数千个组合,已经出现了一些有希望的苗头,还进行了不同物种间的杂交,基本摸清了各物种间的杂交亲和性,为定向培育新品种打下了基础,同时对部分优良无性系进行了授粉测定,为选配多个无性系造林提供科学依据。油茶组织培养也有新的进展。近年来全国有10多个单位对山茶属的种质资源进行了收集、保存和研究,并有效地防止了基因资源的流失。油桐各地也选择鉴定出一批优良类型,如四川的小米桐、大米桐、立枝桐,贵州的小米桐、蕤衣桐、狭冠桐,湖南的小米桐、大米桐、早期丰产的泸溪葡萄桐,湖北的九子桐、五子桐、景阳桐,广西巴马高脚桐、百年桐,河南的股爪青、五爪龙,云南的高脚米桐、矮脚米桐,福建的一盏灯、罌蒴桐,陕西、江苏的大米桐、小米桐,江苏找到抗寒的扁球单果桐,安徽的小扁球、独果桐等等。浙江、湖南等省正在进行品种类型区域化试验。油桐杂交育种进展较好的浙江和四川,已选出了一些较好的杂交组合和自交系。如中国林科院亚热带林业研究所选育出的油桐3号、6号和7号家系增产显著。油桐良种选育攻关组营造了640个优树无性系测定林40ha,经评定已筛选出20个增产30%~50%的优良无性系和家系。广西林科所选择出的千年桐高产优良无性系,在广西、广东和浙江的一些地方推广,形成生产力。全国已建立油桐种子园110ha,采穗圃60ha。全国收集约2000号油桐资源材料,这不仅起到了基因保存的作用,而且为今后育种和生产利用,提供了丰富的基因资源。其他一些主要经济林树种的选、引、育都有长足的进步,并取得显著成绩。

总之,经济林育种事业蓬勃发展,随着遗传育种理论的不断发展和普及,育种技术的不断改进和完善,育种的进程也必然加快。可以预见到,经济林基因资源的调查、收集、保存、研究和利用工作将会进一步加强,多世代强度育种的工作,也必然会得到发展,选种、引种和杂交育种在相当长的时期内仍将是经济林树木改良的主要途径。无性系育种和建立采穗圃并实现优良无性系或无性系混系造林,必将成为经济林育种和良种繁殖的主要发展方向。目

前，必须看到经济林生产中存在的主要问题是大面积平均单产低，经济效益差，油茶等一些经济林树种在丘陵区、近山区正面临着其他生产门类的挑战。因此，有计划有步骤地进行低产林改造，尽快选育，应用和推广良种，提高经济林的单产，增大经济效益，乃是当前经济林育种事业的当务之急。

思 考 题

1. 经济林育种学研究的内容和任务是什么？
2. 与作物育种相比较，经济林育种有何特点？
3. 经济林育种的目标及其制定育种目标的原则是什么？
4. 试述我国经济林育种发展的简况与趋势。

上篇 总 论

第一章 树木基因资源的收集、保存与利用

第一节 基因资源的概念与作用

一、基因资源的概念

森林基因资源收集与保存是本世纪 70 年代以来兴起的事。1975 年联合国粮农组织和环境计划局颁发的“森林基因资源保存方法学”，作为全球性纲要敦促各国政府予以支持。联合国粮农组织和环境计划局还提供了专门基金，以期在全球范围内实现这一计划。为配合这一行动，国际林联（IUFRO）还专门成立了种源育种和基因资源工作组（S2.O2）及基因资源保存工作组（S2.O2—O2）以配合工作。自此以后，贯彻这一活动的学术讨论和技术培训也日益活跃。如 1977 年在澳大利亚、1978 年在印尼、1982 年在罗马、1990 年在加拿大等地的国际林业会议上，森林基因资源保存问题是十分关注的问题之一，尤自“酸雨”发生以来，欧洲一些工业发达国家成片森林死亡灾难出现以后，森林基因资源收集保存任务已成为全球性课题，是当代三大主题（战争与和平，经济与发展，保护环境）有关内容之一，也是近年来各国政府首脑及国际性林业会议讨论的热点。因为多样性的资源消失，基因消失，意味物种绝灭的前夜。我们今天不重视森林保存，明天就会使子孙置于困境，这将造成千古大错。

基因资源或称遗传资源是指控制生物遗传性状，并将其遗传信息从亲代（通过有性或无性繁殖）传递给后代的遗传种质基因。经济林基因资源是指经济林树种以及种以下各分类单位具有不同遗传基础的树木个体和群体的各种繁殖材料总称。

树木育种工作，应具备必须的基因材料，这些基因材料包括有野生类型、半野生类型、栽培种以及人工创造的材料。这些基因材料大可以大到一个“种质库”或“基因库”（genepool），包括以种为单位群体内的全部遗传物质。它由所有个体的不同基因型组成。小可以小到一株树木的一个器官，如枝条、种子等，甚至还可以小到一粒花粉、一个受精卵、一个细胞以及一些染色体或核酸的片断。总之，以上这些用来进行遗传改良和良种繁育的所有植物材料就统称为基因资源。基因资源用于育种方面的那一部分，一般称之为育种材料或育种资源。

有的基因资源可以直接利用，如野生的猕猴桃、刺梨和一些天然树种被驯化成为栽培种，或把一些野生树种作为砧木，如毛栗、杜梨、枳壳、枫杨等，或从国外引进一些树木在生产上直接利用，如桉树、杨树、湿地松、油橄榄、黑荆、橡胶等。有的基因资源收集以后，可

以作为育种的原始材料，通过诱变或杂交改良后，再为生产所利用。

二、基因资源的作用

基因资源是世界人民的宝贵财富，也是选育优良品种的物质基础。不论是常规育种，还是诱变育种乃至遗传工程研究，都离不开基因资源。实践证明，搜集的基因资源越丰富，越全面，对它们研究得越深入，越有针对性，就越能满足各种育种目标的要求，选育出人们所期望的新品种。同时，基因资源不仅用于当前的育种，而且要为将来培育更高质量的新品种服务。因此我们必须尽最大的努力去搜集、保存、研究和利用它们，以防止珍贵基因资源的丧失。

植物是人类生命的源泉、诞生文化的物质基础和保护生活环境的卫士。野生植物有 30 万种以上，而人类在吃、穿、用方面所利用的植物种类，只不过百分之一二，约有 3000 多种，其中我国的中草药就占很大的一部分。栽培作物只有 175 种，其中 16 种提供了人类食物的 2/3。而绝大多数植物还停留在一个名字上；有一半以上还没有研究过。这些未知的物种是人类宝贵的天然遗产，很可惜其中不少数量在人类未认识以前就被灭绝了，其后果无法估计，这是人类自我毁灭的表现。

每一个物种都是一个潜在资源，许多栽培植物经过若干年后，本身性状发生退化，这就需要对野生植物进行杂交，以育成新的品种。譬如美国最主要的作物是玉米，1970 年发生疫病，当年减产 30%，在墨西哥找到了一个野生多年生玉米，经过杂交，育成了新的抗病品种。不断利用野生植物进行育种，这是农业保持高产的必要基础。如果野生植物都灭绝了，我们到哪里去找基因来交配呢？

数以万计的物种原是经过漫长岁月的自然演化而生存下来，都各具独特的本领以适应生存环境，多数具有抗病、抗虫及其它抗逆性，这些固有的野生性基因，正是人们希望在栽培植物身上保留的，可能会在遗传改良中有作为。许多种还可能直接成为人们生活所需要的原料，蕴藏着巨大的生产潜力。

与栽培品种亲缘关系很近的野生物种中所含的遗传物质，在遗传改良中有重要作用。它们可用来不断提高当地品种的产量，改善营养的质量，增强其抗逆性等。这是由于病虫害演变进化造成的。而野生植物和原始物种的存在，是人类用来弥补克服由于病虫之类所造成的破坏的主要保障。因为栽培的品种中，预计危害其它作物的类似情况还在加重。人类只是选择高产和适合人们需要的那一部分，致使其中遗传基础十分狭窄。如美国 72% 的土豆只来源于 4 个品种，加拿大 4 个品种小麦产量就占农作物总产量的 75%，而其中有一个品种则占一半麦田。为了满足大量的粮食和需要，用新品种迅速取代传统的旧品种，是一种必要的和积极的发展方向。但，如果不长期保留与传统品种亲缘关系较近的野生种，生产就不能发展。农作物的原始种群及其野生的亲缘种是基因资源中的无价之宝。

现代医药大部分依靠野生植物，仅美国一个国家每年从高等植物中提取的药物就价值约 30 亿美元。中国几千种野生中草药都是直接利用植物。人类应用野生植物的历史表明，即使是最无用的植物，也会偶然地、预想不到地变为有用，而且是必不可少的。如治高血压的萝芙木，抗癌的美登木，以及胡黄连、红砂仁、血竭等野生药用植物可作医疗药用，而且没有任何代替它的方法。因此保持基因资源的多样性对于保障食物、纤维和某些药物的供应都是十分必要的。

育种的过程是使群体或个体遗传基础变窄的过程，如果没有丰富的基因资源作后盾，不断引进、补充新的基因资源，多世代育种工作将会受到限制。随着经济的发展，人们生活水平的提高，对树木新品种的要求也会发生变化，目前生产要求的主要经济性状是速生丰产，将来对果实的营养价值和林产品品质等可能成为追求的主要目标。如果只考虑当前所需的性状，而对具有潜在利用价值的资源不加保护，任其滥伐毁灭，到头来育种工作将会成为“无米之炊”。因此，从某种意义上讲，基因资源的收集和保存比创造新品种更为重要，是一项具有战略意义的工作。同时，保护基因资源是保护人类生存环境、农业高产稳产、自然生态系统平衡所必需，决不是权宜之计，应受到全社会的关注与重视。

第二节 基因资源的流失和流失原因

一、基因资源流失概况

基因资源的流失，虽然不是从现在开始的，但由于近代工农业的飞速发展，使这个问题变得更加尖锐、突出。地球上生物种的发生、发展、衰退和消亡本来是一个漫长的历史过程，可自本世纪以来，由于经济的高度发展，大大加速了这一进程。当前，正以空前的规模和惊人的速度，在损害着植物群体，破坏其生态环境。据 80 年代初的估计，地球上每年大约有 2000 万 ha 的森林被砍伐，主要在非洲、南美洲和亚洲热带地区，世界热带雨林已有 40% 被砍掉。剩下部分正以每分钟 20ha 的速度被砍伐。一些发展中国家森林所占国土面积由 30% 下降到 20%，地球表面仅有 11% 的可耕地。由于城市扩建和耕地沦为沙漠，在 20 年内有 1/3 的可耕地将要丧失。

在温带地区的 85000 种植物种中，目前认为受到威胁的约有 4500 种。而在热带地区的 15 万种植物种，到本世纪末至少有 1/3 的物种将处于濒临灭绝的险境。巴西是世界上植物种类最多的国家之一，仅高等植物就有 4 万种，其中特有种就有 12000 种，乔木树种就有 4000 种，但是按照当前森林被砍伐的速度，30 年后，这里的热带森林将会全部消失。

现在全球有 10% 的植物处于危机之中，英国植物学家预言，如果不采取预防性措施，到 2050 年、现在已知的 25 万种植物将有 2~2.5 万种要灭绝。据生物学家 Thomas Lorjog 估计，到本世纪末将有 1/6 的物种会从地球上永远消灭。据研究，每消灭一种植物，就有 10~30 种依附于这种植物的动物（如昆虫和高等动物）消失。美国世界观察研究所估计，到 2000 年，人类造成的动植物灭绝将达到 10 万种以至 100 万种，大约每小时将消灭一种生物。许多生物种还没有来得及查清它们的用途以前就灭绝了，如果人们还不采取果断的保护措施，其后果是不堪设想的。

我国热带森林面积约占国土面积 0.5%，而热带雨林和季雨林的生态系统就有 119 个类型。如海南岛是我国的两大热带地区之一，地处热带北缘，属马来热带区。植物种类有 257 科，其中维管束植物 4000 多种，乔灌木树种有 1400 多种，占全国的 28.6%。但是，由于遭到人为破坏，海南天然林的面积逐渐减少，从 20 年代的 8.64 万 ha，森林覆盖率为 25.7%，到现在覆盖率仅为 7%，其中几十种珍贵的用材和经济树种已经绝迹，子京、花梨、绿楠、母生、石梓、坡垒、海南粗榧等均已罕见。森林的破坏导致 80 多种野生动物失去栖息场所，其中黑冠长臂猿，解放初期估计有 2000 头，现在总数不超过 30 头，处于灭绝的边缘，森林破坏的恶果是物种减少，多样性的基因资源受到威胁。