

杨树良种选育与栽培

刘培林 马伊民 刘实 编著

YANGSHULIANGZHONGXUAN YUYUZAIPEI



东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杨树良种选育与栽培/刘培林, 马伊民, 刘实编著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003. 5

ISBN 7-81076-419-5

I. 杨... II. ①刘... ②马... ③刘... III. ①杨属—良种繁育②杨属—栽培 IV. S792.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 040828 号

责任编辑: 姜俊清

封面设计: 戴 千



NEFUP

杨树良种选育与栽培

Yangshu Liangzhong Xuanyu Yu Zaipei

刘培林 马伊民 刘 实 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

黑 龙 江 省 教 委 印 刷 厂 印 刷

开本 787 × 1092 1/32 印张 8.5 插页 16 字数 183 千字

2003 年 5 月 第 1 版 2003 年 5 月 第 1 次印刷

印数 1—5 000 册

ISBN 7-81076-419-5

S·371 定价: 13.00 元

序

环境与发展，是当今国际社会普遍关注的重大问题。森林是实现环境与发展相统一的关键纽带。我国森林资源缺乏，自然灾害多，尤其“三北”地区生态环境恶劣，“沙尘暴”、水、旱危害频繁，严重威胁着人们的生产和生活。

党和政府非常重视生态环境的改善，近年来更加倡导植树造林，林业建设已从以产业为主，转向以改善生态环境为主，实施了“天保”工程，开展了林业六大工程建设，林业已是国民经济的重要组成部分。

杨树以其生长快、成林早、繁殖容易，适应性强，用途广泛而深受广大群众喜爱，在林业建设中，如营造防护林、四旁绿化、用材林等诸多方面具有重要的地位和作用。

杨树的发展关键在于优良品种的选育和栽培，即所谓良种、良法。

《杨树良种选育与栽培》立足于我国北方，以气候最为严寒的黑龙江省杨树品种为主，颇为系统、全面地论述了杨树良种选育的途径和方法，详述了当前多个品系的形态、生物、生态学特性以及栽培技术。

从地域来看，书中介绍的品种都是从北纬 45°以北，年平均温度 4℃ 以下的北温带选育出来的，多数品种较为耐

寒、耐旱或是耐盐碱，因此，有比较广阔的应用前景。

对我国分布最广，可以在山地生长的山杨，进行了深入系统的研究，选育出纸浆材优良种源、家系和无性系，以及山杨杂交种，解决了无性繁殖技术难关，扭转了对这个树种只采不育，只利用不造林的局面。

通过对大青杨、香杨种源间交配的研究，选育出既能适应林区条件，又具有“杂种优势”的优良无性系，开创了一条改良乡土杨树的新途径。

适于平原栽培的杨树品种很多，该书通过调查试验分析，划分出适宜松嫩平原、三江平原、城乡绿化、用材及超短轮伐速生品种，显示了分类育种工作的深入和水平的提高。

该书深入浅出，理论结合实际，内容较为丰富，技术实用，是防沙、固沙，盐碱地改良和工业用材树种良种繁育基地的好参考资料。对生产、教学、科研均有参考价值。

徐纬英

2003.2.3

目 录

绪 论	(1)
第一章 天然杨树种类与形态特征	(8)
第一节 各派形态分类主要特征	(9)
第二节 分派(组)及东北杨树检索表	(11)
第三节 国内杨树的地理分布	(14)
第二章 杨树良种选育	(19)
第一节 确定良种选育目标	(19)
第二节 杨树引种	(20)
一、国外杨树引种概况	(21)
二、国内杨树引种概况	(25)
三、引种成功的评定	(26)
四、对引进杨树与引种地的综合分析	(27)
五、引种的方法、步骤与注意事项	(27)
第三节 选择育种	(28)
一、选择育种意义	(28)
二、种源选择	(29)
第四节 杂交育种	(34)
一、杨树杂交育种基本概念	(34)
二、杂交方式与表示	(35)

三、杂交亲本的选择	(36)
四、杨树杂交育种研究进展	(37)
五、杨树有性杂交方法	(38)
六、杨树育种的新途径	(40)
七、生物统计	(41)
八、杨树育种田间试验设计	(49)
第三章 杨树栽培品种	(51)
第一节 山区坡地造林品系——山杨	(51)
一、山杨纸浆材优良种源生长、抗逆性与材性 联合选择	(52)
二、山杨纸浆材优良家系生长、抗逆性与材性 联合选择	(71)
三、山杨纸浆材优良无性系选择	(81)
四、山杨群体的成幼相关及幼期试验的可靠性	(87)
五、山杨选择结果	(95)
第二节 山杨杂交种无性系	(97)
一、各杂交组合生长差异比较	(98)
二、无性系选择	(98)
三、生化分析	(98)
四、材性分析	(100)
五、形态特征与生物学特性	(100)
第三节 山杨 024	(111)
第四节 山坡下部至沟谷地带——大青杨、 香杨	(115)
一、大青杨地理种源遗传变异选择	(117)
二、大青杨、香杨种间及种源间的交配	(119)

第五节 三江平原及东部山区平原·····	(133)
一、迎春 5 号·····	(134)
二、美黑 3 号、黑小 2 号·····	(140)
三、黑林 2 号杨 (A100) ·····	(156)
四、农垦 1 号、2 号、3 号杨 ·····	(157)
五、北京杨 605 ·····	(159)
六、富锦 1 号杨·····	(160)
七、中牡 1 号杨·····	(162)
第六节 松嫩平原地区·····	(162)
一、小黑 14 ·····	(163)
二、黑林 1 号与黑林 3 号·····	(166)
三、北京杨 3 号·····	(169)
四、青山杨 (拟青杨×山海关杨) ·····	(173)
五、DN113 杨 ·····	(175)
六、哈青杨·····	(178)
七、富林杨 (中选抗虫 1 号) ·····	(179)
八、中黑防 1 号杨、2 号杨 ·····	(184)
九、中绥 4 号、12 号杨 ·····	(185)
十、1344 号杨 ·····	(187)
第七节 城乡绿化品系·····	(187)
一、A118 杨 ·····	(187)
二、黑林钻天杨 (钻×俄) ·····	(188)
三、黑林塔形杨 (斯×施) ·····	(189)
四、银中杨·····	(189)
五、B6 杨 (黑林四抗杨) ·····	(190)
第四章 杨树栽培生理基础·····	(192)

第一节 水分生理·····	(192)
一、含水率·····	(192)
二、蒸腾作用·····	(192)
三、蒸腾耗水量·····	(193)
四、水分状况与栽培措施·····	(194)
第二节 光合作用·····	(194)
一、选高光效类型杨树·····	(194)
二、光合作用的进程·····	(195)
第三节 矿质营养·····	(195)
一、矿质营养元素的需要量·····	(196)
二、矿质营养元素吸收和分配·····	(196)
第四节 杨树无性繁殖的生理基础·····	(197)
一、不定根的形成·····	(197)
二、扦插成活阶段的生理特点·····	(197)
第五章 杨树的繁殖·····	(199)
第一节 苗圃地选择·····	(199)
一、社会条件·····	(199)
二、自然条件·····	(199)
三、圃地区划·····	(199)
第二节 采穗圃·····	(200)
第三节 硬枝扦插育苗·····	(200)
一、插穗质量·····	(201)
二、种条贮存·····	(201)
三、扦插时间、方法·····	(202)
四、扦插密度·····	(202)
五、扦插苗的抚育管理·····	(203)

六、银中杨扦插技术要点·····	(205)
第四节 嫩枝扦插、根繁与嫁接·····	(205)
第五节 播种育苗·····	(208)
一、采种、制种·····	(208)
二、床播·····	(208)
三、营养杯育苗·····	(209)
第六节 组织培养技术·····	(209)
一、组培条件·····	(210)
二、操作技术·····	(212)
第六章 杨树集约栽培·····	(224)
第一节 一般杨树集约栽培·····	(225)
一、杨树集约栽培的目的和形式·····	(225)
二、杨树集约栽培的主要技术措施·····	(227)
第二节 短轮伐期集约栽培·····	(229)
一、超短轮伐期·····	(229)
二、中短轮伐期·····	(230)
三、北方温带短轮伐集约栽培·····	(230)
中文—拉丁文杨树名录·····	(231)
形态图·····	(242)
参考文献·····	(257)
后 记·····	(260)

绪 论

目前我国林业正处于空前蓬勃发展的形势下，林业已经从以产业为主转向以社会公益事业为主。林业不仅是国民经济的重要组成部分，而且是生态建设，改善自然环境的主体。森林具有生产功能、多种防护功能，可以为全面建设小康社会提供各类木材和林产品，而且在调节气候、保持水土、涵养水源等方面具有着突出的作用。

森林曾是人类发展的摇篮。人类社会的发展与森林关系密切，开发利用森林经历着无限制利用和破坏阶段，有限制利用和更新阶段，保护天然林和发展人工林阶段。中国是具有五千多年历史的文明古国，既有大面积采伐利用和毁林的历史，如“楚山兀，阿房出”，也有人工造林和森林经营的丰富经验。

一、森林资源缺乏与生态恶化，发展林业势在必行

截止 2002 年，全国林业用地面积为 26 734 万 hm^2 ，人均不足 0.24 hm^2 ，只是世界平均水平的 13.3%。而且，平均每年有 53 万 hm^2 的宜林地变为非林地，我国陆地面积占世界的 7%，而我国森林面积仅占世界森林的 3%，现有蓄积 12 465 万 m^3 ，人均蓄积量不足 10 m^3 ，为世界人均量的

1/8, 森林覆盖率 16.55%, 在世界 160 个国家和地区中排第 120 位。

我国是一个多山国家, 山地面积占全国土地总面积 69%, 全国海拔 1 000 m 以上山地和高原面积占国土总面积 50% 以上, 荒漠化、沙漠、戈壁、寒漠面积占全国面积 20%。人均耕地面积不足 1 亩 ($1/15 \text{ hm}^2$), 据中国科学院环境中心预警小组预测, 到 2005 年全国耕地面积将减少 0.13 亿 hm^2 , 人均耕地将下降 27%。我国水资源总量 2.7 万亿 m^3 , 人均 2 400 m^3 , 仅为世界人均量 1/4。而且, 70% 的淡水资源因污染而不能直接饮用。水土流失是在原有 50 亿 t 基础上增加 20%~25%, 沙漠化将比 20 世纪 80 年代初增加 40%, 草场总面积减少 20% (0.4 亿 hm^2 以上), 缺少木材 5 990 万 m^3 。

二、大力开展植树造林, 发展杨树

我国的地理位置成为世界上典型的东亚季风气候国家, 大部分地区夏季多雨、湿润, 气候温暖, 冬季少雨, 气候干燥、寒冷; 雨热同季, 水热共济, 给农林业生产以有利之机。

自新中国成立以来, 大力开展造林事业, 20 世纪 50 年代开始建设豫东, 冀西护田林网和东北内蒙古防护林带, 70~80 年代开始建设“三北”防护林工程, 海防林和长江中上游防护林工程。同时, 在各地营造了用材林、绿化风景林和经济林, 到 2000 年已营造防护林千余万公顷, 用材林 2 000 多万 hm^2 , 经济林 1 000 多万 hm^2 , 合计 5 000 多万 hm^2 。由于杨树速生, 易成活, 成林早, 繁殖容易, 在营造

人工林过程中，杨树造林占有很大比重。截至 1994 年我国杨树人工林面积已达 600 万 hm^2 ，为世界上（中国除外）杨树人工林面积 140 万 hm^2 的 4 倍。

我国栽培杨树的历史悠久，早于公元前 7 世纪《诗经》、战国时期《惠子》等书中均有记载。

20 世纪 50 年代在营造农田防护林中曾出现大造杨树，在“大跃进”时期曾出现营造速生丰产林高潮。在深翻、施肥、密植、灌水等集约经营方面取得了一定经验，杨树生长量有了很大提高，同时，也出现了一些应予改造的小老树和低产林。

20 世纪 60~70 年代，全国许多地方为发展杨树造林，出现了杨树“引种热”，各种杨树无性系多未经选择、区试而大量繁殖，这样，势必造成很大浪费。1973 年在辽宁省盖县召开了全国杨树会议，会议提倡“选、引、育、繁”，嗣后，黑龙江等省召开了杨树工作会议，1975 年黑龙江省营林局组织了全省杨树普查，确定了小×黑（大棱为好、雄株）、小青×黑（无号）、俄罗斯杨、斯大林工作者杨、白城杨-2 号，北京杨-605，加×青（无棱）等品种。吉林省通过普查，在全省推广了二黑（小×黑，小青×黑）一白（白城杨），辽宁省普查推广了从多个市县选出的各类小钻杨。杨树良种选育工作体现了群众性、科学性。

1979 年成立了中国杨树委员会，下设育种、栽培、病虫害等学组。1980 年 9 月，中国参加了国际杨树委员会。1947 年在法国巴黎召开了首届国际杨树委员会，1969 年已有 26 个国家参加，1979 年有 31 国参加，中国是第 32 个参加国。

20 世纪 80 年代，林业部建立速生丰产林试点基地，面积达 13 万 hm^2 ，在长江中下游、黄河中下游大力营造了 I-214 杨、I-63 杨、I-69 杨、I-72 杨等速生无性系丰产林。1986 年林业部颁布《关于速生丰产林基地建设若干问题的暂行规定》，1988 年林业部批准发布《杨树人工速生丰产林》专业标准（标准号 ZBB64006-88），为全国杨树速生丰产林基地建设制定了数量化指标和栽培技术规范。

1988 年 10 月，第 18 届国际杨树委员会在中国北京召开，中国从事杨树工作者广泛接触国际同行，交流经验，交换资源，促进了中国杨树事业的发展。

三、杨树良种选育

杨树种类繁多，雌雄异株，易于杂交，在科技人员精心培育下，可不断选育出新的品种，新品种的引进和选育，对杨树栽培起到了巨大的推动作用。

我国天然种类杨树如东北的小叶杨、小青杨，西北的新疆杨、银白杨、河北杨、青杨，华北的毛白杨等都曾广为栽培。

中国林业科学研究所徐纬英所长领导下于 20 世纪 50~60 年代，选育出北京杨、群众杨、合作杨等，得到了广泛栽培，北京杨耐寒品系可以栽植到乌苏里江边以至黑河地区。群众杨、合作杨则大多栽植在华北、西北地区。南京林业大学叶培忠教授选育的小意杨则多栽培在华东地区。

我国缺少黑杨派杨树种类，仅在新疆阿尔泰有欧洲黑杨（*Populus nigra*），20 世纪 50~60 年代，引入了美洲黑杨及其杂交种欧美杨，如 I-214 杨（*P. euramericana* Cl.

“214”), 沙兰杨 (*P. euramericana* cv Sacrau), 69 杨 (*P. deltoides* Cl. “Lux” = ‘I-69/55’), 63 杨 (*P. deltoides* Cl. “Harvard” = ‘I-63/51’) 和 72 杨 (*euramericana* Cl. “San martino” = ‘I-72/58’) 等, 在华北、华中一带栽植约 300 万 hm^2 。

我国北方杨树栽培品系, 在原青杨类, 白杨类基础上, 逐渐为青杨与黑杨类杂种所代替, 如黑龙江省林业科学研究所引选了小黑 14, 北京杨 3 号等之后, 选育出黑林 1 号、2 号、3 号杨以及黑林塔形杨, 黑林钻天杨, A118 杨等, 陕西林科所选育出陕林 1 号、2 号杨, 吉林选出白林 1 号、2 号、3 号杨, 辽宁选出多种小钻杨、辽河杨等, 内蒙古赤峰市林科所选育出赤峰杨、昭林 6 号杨, 宁夏林科所选育出银新 1 号、2 号杨等, 对当地杨树造林起到极大的推动作用。

自“六五”计划以来, 杨树良种选育专题列为国家科技攻关项目以后, 杨树良种选育研究工作有了突飞猛进的发展。在“七五”~“九五”期间选育出一大批杨树良种。诸如中国林业研究所选育的抗云斑天牛的北抗 1 号, 抗虫的转基因欧黑; 南京林业大学选育的生长量超过 I-214 杨的美洲黑杨和小叶杨杂交种, 北京林业大学培育出三倍体毛白杨, 黑龙江林业科学研究所选育出山杨纸浆材优良种源、家系和无性系以及山杨杂种银 $\times$ 山₁₃₃₃、山 $\times$ (银山)₁₁₃₂ 无性系。

近年来, 为防治“沙尘暴”, 开发大西北, 各地选育和繁殖了不少速生品种, 如黑龙江引选的中绥 12、中黑防、1344、青山杨、DN₁₁₃; 辽宁省选育的鲁山杨、山哈杨、圣山杨; 北京地区推广的 107、108、2025、2050、84K 杨等。

四、发展杨树任务宏伟而艰巨

我国地域辽阔，人口众多，生态环境和林业生产建设任务艰巨，杨树育苗造林大有用武之地。

1. “三北”地区

该区有八大沙漠、四大沙地，山地与丘陵占全区总土地面积近 1/3。气候特点是干旱少雨，光热充足，年均温 2~8℃，适宜耐干旱杨树品种造林。该区生态林建设对恢复植被，防止“沙尘暴”具有很大作用。

2. 长江中、上游地区

包括两湖等 12 个省份，有的处于亚热带气候，年均温 14~18℃，降水 800~1 800 mm，无霜期 200 d 以上，这类地区如湖南汉寿，湖北潜江等采用 I-72 杨、I-69 杨等速生丰产林可取得很好的效果。在水土流失之地，则应选根系发达耐干旱的树种。

3. 黄河中游地区

包括晋、陕、宁、豫等省区，年均温 5~13.8℃，降水 300~700 mm，无霜期 80~250 d，应选择耐旱、寒，适应性强的品种，如山杨、青杨、银白杨、新疆杨、河北杨等。

4. 黄淮海平原地区

燕山以南，淮河以北，地势平缓，但旱、涝、风、沙灾害严重，土地瘠薄、盐碱化，为改善生态环境，可选择欧美杨、毛白杨等树种。

5 辽河流域及部分沿海地区

包括河北、内蒙古、吉林、辽宁等省区，该地区冬季严寒、夏季炎热，春季干燥多风，年均温 4~9℃，降水 300

~900 mm, 水土流失面积占总面积的 1/4。可在该地生长的杨树有小叶杨、小青杨、青杨、北京杨、白城杨、黑林 1 号杨、黑林 3 号杨、赤峰杨、小黑杨等。在辽宁、山东等地, 小钻类生长亦佳。

6. 风沙地区

从塔里木盆地到松嫩平原, 长达 1 万 km, 宽约 600 km, 总面积为 170 万 km², 根据不同地区气候、土壤条件, 小钻类、小黑杨、胡杨、灰杨等可以生长。

此外, 广大城乡绿化, 营造纸浆林、薪炭林等各种用材林, 都需要杨树。发展杨树在我国方兴未艾。

根据我国可发展杨树地区的自然环境条件和对杨树林种、材种的需要, 今后对杨树选种与造林的发展方向应是:

(1) 向自然条件恶劣的地区, 如严寒、干旱、盐碱、瘠薄之地发展, 在品种选育上应当选耐贫瘠, 抗干旱、盐碱、寒冷以及抗病虫害的适应性强的品种。

(2) 向多品系、混交林方向发展。事实证明, 单一品系造林病虫害猖獗, 多品系很好搭配, 可减免病虫害的发生, 有利于林木生长。特别是营造不同树种混交林, 如杨树与刺槐, 杨树与云杉, 杨树与红松, 杨树与胡枝子等混交效果颇佳。

(3) 向山地造林方向发展, 我国山地占国土面积的 69%, 选择优良的山杨及其他可上山造林的杨树, 可尽快地绿化荒山, 改善生境。

(4) 重视乡土树种。我国是世界上杨树种类分布的中心, 乡土杨树种类多, 适应本地自然环境条件, 挖掘利用乡土树种遗传资源, 潜力很大。

第一章 天然杨树种类 与形态特征

杨树属杨柳科 (Salicaceae)，杨属 (*Populus*)，为落叶乔木。干通直，皮光滑或纵裂，有苦味。材质较轻。枝有长枝（萌发枝）短枝之分，圆柱形或具棱线。雌雄异株，柔荑花序，先叶开放。花被杯状，雄蕊 5~25 本，花丝离生，花药外向，子房 2 室由 2 个心皮而成，胎座 2 个。蒴果 2~4 裂，种子粒小，内含白色冠毛。有芽，多芽鳞，髓心五角状，叶三角状菱形，圆形，披针形，多互生，有柄。

杨树是阳性树种，长日照植物，是中温较耐寒、中生较耐旱的树种。在年降水量 350~750 mm、相对湿度为 50%~70% 的条件下适宜生长，降水量在 400 mm 以上地区可望速生。

杨树在生长过程中，高径生长相间进行。高生长以 5~15 年前为快，10~15 年后径生长显著，其寿命短的仅为 20 年左右，寿命长的如大青杨可长达 200 年。黑龙江省宝清县头道岗林场一株大青杨，胸径达 2.2 m。一般杨树寿命为 35~50 年，一年中高径生长以夏季为最快。

全世界天然杨树种类约百余种，主要分布在北半球。我国从北纬 20°~50°，东经 80°~134°，无论平原、山区、丘