

抗性木麻黄筛选及水培育苗技术研究概述

柯玉铸¹, 黄金水¹, 李茂谨²

(1.福建省林业科学研究院, 福建 福州 350012; 2.惠安赤湖国有防护林场, 福建 惠安 362000)

摘要: 为了总结沿海防护林抗性木麻黄选育技术, 指导木麻黄病虫害、风害、干旱的防控工作。在此概述了抗性木麻黄良种研究及水培育苗技术研究历史与现状、抗性木麻黄筛选、水培育苗技术。提出了抗性木麻黄的选育方案和操作技术; 选育抗性的木麻黄品种、家系、无性系进行造林, 能有效防控木麻黄病虫害等。目前, 福建、广东生产上造林应用的均为速生、抗病虫木麻黄无性系苗木。

关键词: 抗性; 木麻黄; 筛选; 水培育苗

中图分类号: S722.3+6 S723.1+32 文献标识码:

木麻黄 (*Casuarinacea*) 是我国东南沿海防护林的主要树种, 尤其在风口前沿目前尚无其他树种可以取代。木麻黄病虫害、频繁的台风一直是困扰沿海地区木麻黄防护林营建的主要因素, 各级政府高度重视沿海地区的防灾减灾工作, 生产上对木麻黄抗性良种的需求极为迫切。抗性木麻黄在本文主要是指抗病、抗虫、抗风、耐旱、速生的优良木麻黄。抗性木麻黄选育的目标就是要控制木麻黄受病虫害的危害和培育适应于不良环境条件下生长的品种。在木麻黄的病虫害防治中, 选育抗性的木麻黄品种、家系、无性系进行造林, 是有效防控木麻黄病虫害的主要途径。福建、广东、台湾等地开展了木麻黄抗性的系列研究^[1-10]等。目前福建、广东生产上造林应用的均为速生、抗病虫木麻黄无性系苗木。现根据我们的试验研究及收集了同行的研究成果, 进行归纳整理, 概述如下。

1 抗性木麻黄筛选

为了减缓沿海地区风沙危害、台风侵袭, 维护区域生态平衡, 必须有计划地实施以沿海防护林体系为骨干的生态林业工程, 作为保护与改善生态环境的天然屏障。在我国东南沿海防护林建设中, 基干林带上种植的树种主要是木麻黄, 鉴于沿海防护林在我国东南沿海地区社会、经济发展中的重要地位, 因此系统地开展沿海防护林优良品种筛选, 尤其是抗性木麻黄优良品种筛选, 具有重要的现实意义。

当前所营造的木麻黄防护林遭受到病虫害、台风等的危害相当严重, 因而, 需要选择抗性较强的木麻黄造林。由于已选育出的抗性品系, 在生长过程中, 通常会因为病原菌致病性或害虫种类的改变而继续遭受危害, 因此应该不断筛选新的抗性品系。可见, 抗性木麻黄的良种选育是一项需要不断重复的工作, 也是一项长期的育种工作。

1.1 抗性木麻黄良种研究历史与现状

1.1.1 木麻黄引种与种源选择

木麻黄原产于大洋洲、太平洋岛屿及东南亚地区，主要分布在澳大利亚，马斯克林群岛、马来半岛、印度尼西亚、新喀里多尼亚及波利尼西亚等地。地理范围大约在南纬35到北纬23，东经60到150之间，垂直分布从海平面潮线开始，直达海拔3000米（徐燕千等，1984）。木麻黄科植物有4属96种(Midgley S J等，1983)，我国台湾最早于1877年开始引进木麻黄(杨政川等，1995)；福建省泉州市于1919年，华侨从印度尼西亚泗水引进木麻黄，1929年又有人在厦门栽植；广东省广州市主要由东南亚引种，时间大约在上世纪二十年代，湛江市在抗日战争前由越南引进木麻黄；海南岛在1939~1945年引进的木麻黄种类比较多。（徐燕千等，1984）。上世纪50年代末，广东、海南、福建和广西引进了短枝木麻黄、粗枝木麻黄和细枝木麻黄成功地用于沿海防护林营造，并向北延伸至浙江舟山。20世纪70年代、80年代木麻黄引进的种类不断扩大，使引种从3种扩展到其他种、种源或家系并行阶段，引进木麻黄11种（叶功富等，2000），引种面积超过30万 hm^2 。20世纪90年代福建省从澳大利亚引进滨海木麻黄、山地木麻黄等20个种，190个优良种源，200个优良家系。

木麻黄的遗传多样性和分化度较大，适应于不同的生态环境。1992年在福建东山进行42个种源试验，筛选出昆士兰州、海南、雷州和漳州4个短枝抗性木麻黄种源，1991年在福建惠安进行51个木麻黄地理种源试验调查，筛选出澳大利亚昆士兰州等的木麻黄抗虫种源。

1.1.2 生产群体与育种群体建设

我国在木麻黄育种群体和生产群体的建设方面取得了一定进展。广东省林科院1973~1974年在湛江、汕头等地选出木麻黄优树274株。福建省林科院分别于1976和1986年在栽培区选择出优树178株；利用优树自由授粉种子，营建优树子代测定林，筛选出龙4、莆19、平18等16个优良家系，营建初级种子园10 hm^2 ，生产改良种子，供生产上应用；从子代测定林中开展联合选择，同时在优良家系中选择优良单株，并进行扦插繁殖建立无性系采穗圃，生产无性系苗木。广东省林科院营建优树子代测定林，评选出南三21、南三29、徐闻18等3个优良家系，通过嫁接方法建立无性系种子园，当年就有30%~40%的植株结实，第三年就可以正常留果采种，预计每株产鲜果5kg以上（徐燕千等，1984）。

1.1.3 无性繁殖与抗性无性系育种

木麻黄幼林小枝扦插容易生根成活，这使木麻黄杂种优势利用和优良遗传型的无性系化成为可能。20世纪70年代木麻黄小枝水培繁殖成功，使无性系繁殖技术在中国、泰国、印度和埃及广泛应用。法国、埃及和塞内加尔等国在木麻黄离体微繁殖技术上有突破，主要利用幼嫩组织进行纯培养或组织培养（叶功富等，2000）。木麻黄小枝沙培对繁殖季节、母树年龄等方面的适应性比水培广，扦插的适宜季节为4~10月，适宜气温为25~30 $^{\circ}\text{C}$ （李炎香

等, 1995)。广东湛江林科所利用树木不同部位发育阶段异质性的原理, 从成年树上成功地大量繁殖幼态枝条, “返青繁殖”解决了优树枝条扦插成活难的问题(杜棣芳, 1983)。

木麻黄造林地季节性干旱、盐渍化和风沙危害严重, 容易遭受青枯病、木毒蛾和星天牛等的危害, 如青枯病危害是毁灭性的, 严重的死亡率可达 90%以上(高雅等, 1987), 抗性育种的目标就是要减少其受病虫的危害和培育适应于不良环境条件下生长的品种。20 世纪 80 年代, 华南农业大学林学院病理专家梁子超教授等从木麻黄青枯病的重病区内生长良好的优树家系子代中筛选抗病无性系植株, 应用小枝水培法进行抗青枯病育种, 培育出粤 501、粤 601 和粤 701 等抗病性强的无性系, 并在华南地区大面积应用, 无性系生长指标和抗病指标均优于当地造林的实生苗。福建省林科院从平潭、长乐两地木麻黄枯死严重区域内的 9 个短枝木麻黄优树家系中选育出 201 个无性系, 采用室内盆栽人工接种筛选的方法进行抗病性测定, 筛选出 P7、平 20 和平 21 等 13 个速生抗病无性系, 实地造林效果证明这些抗病无性系能在病虫害区正常生长(黄金水等, 1995); 在福建平潭, 根据 17 年生优树子代林的保存率筛选出的 7 个抗性强的优良家系; 在福建惠安星天牛大面积发生区, 选择出抗虫抗风的 C38、C39 和 C44 等木麻黄种源(黄金水等, 1993)和抗风性强的惠 1、抗 1、抗 3、C4 等无性系。近几年福建省林木种苗科技攻关研究中, 福建林科院等主持的项目先后在东山赤山国有防护林场、惠安赤湖国有防护林场、晋江埭头国有防护林场和平潭国有防护林场等地开展了木麻黄抗性选育研究, 选出木麻黄抗风、耐干旱木麻黄种源 3 个、家系 6 个、优树 10 株、无性系 4 个, 在福州、泉州、漳州、莆田、宁德沿海各地市推广已通过良种审(认)定的木麻黄优良无性系水培苗 1000 多万株, 全省木麻黄优良无性系推广应用率达 95%以上。

1.2 抗性木麻黄良种选育技术

根据目前沿海木麻黄防护林的现状, 抗性木麻黄良种选育应注重以下内容的研究与应用。

1.2.1 引种、优质材料的收集与保存

木麻黄是外来树种, 应从澳大利亚、东南亚等地继续引进新的木麻黄优良树种、优良种源及家系, 建立优良品种预试圃和基因库, 研究木麻黄种源与家系选择、杂交育种和无性系选择等联合选择及综合改良方法, 按照高抗、速生、优质的要求进行引种试验; 对选育出的抗性优良种源、家系和无性系, 建立木麻黄良种收集圃、基因库和繁育中心。

1.2.2 抗病木麻黄优良植株选育

要从病区中选择抗病植株, 进行病原菌的分离、纯化和扩大培养待用, 再将病原菌回接到健康木麻黄上进行室内测定, 最后将无发病的健康木麻黄苗木在重病区造林测定木麻黄的

抗病能力。

1.2.3 抗虫木麻黄优良植株选育

无论是食叶还是蛀干害虫，都要通过室内外试验，测定木麻黄的抗虫性，从而选择出抗虫的木麻黄植株。

1.2.4 抗风木麻黄选育

选择抗风木麻黄多个种源、家系或无性系等的大容器苗在沿海风力大的区域进行造林对比试验，观测其抗风的相关指标，从而筛选出抗风能力强的木麻黄品系。

1.2.5 多抗性木麻黄选育

选育多抗性木麻黄，可通过几个途径实现。一是杂交手段，不同抗性木麻黄之间的父母本授粉，产生抗性基因重组，选育出多抗性的木麻黄；二是联合筛选，以不同抗性的木麻黄为材料，在多个抗性指标下观测木麻黄的抗性能力，综合考量木麻黄的抗性，选择出具有多个抗性的木麻黄植株；三是诱变筛选，通过辐射等物理诱变或秋水仙素处理等化学诱导，从中选育某一抗性或多抗性的木麻黄变异植株；四是生物工程技术育种，通过转基因的生物技术手段，培育出多抗性的木麻黄良种。

2 抗性木麻黄水培育苗技术

2.1 木麻黄水培育苗技术研究历史与现状

木麻黄是乔木，树体高大，采种困难，再加上营建的种子园面积有限，所采的优良种子数量较少，难以满足生产需求；从遗传角度来看，有性繁殖的木麻黄实生苗变异大，营造的木麻黄林相参差不齐，防护效能低，影响了沿海木麻黄防护林建设。利用抗性木麻黄小枝水培育苗，因木麻黄小枝的数量多，能培育出大批量的苗木，可完全满足木麻黄造林用苗需要，并保持其抗性优良性状，营建的防护林林相整齐划一。因而，目前抗性木麻黄多采用无性的水培育苗技术扩繁。

木麻黄无性繁殖技术有多种方式，各种技术方法的效果也不尽相同，具有不断完善的过程。主要有嫁接、扦插、水培、沙培等。80年代华南农业大学首次采用水培繁殖法将木麻黄抗青枯病植株的小枝培育出小苗(梁子超, 1982)。90年代发展为国际性种源试验、采穗圃建立、育种策略等研究。福建省林业科学研究院进行了木麻黄水培育苗的技术措施探讨(林继强等, 1992)。福建省东山县进行了木麻黄小枝切基沙培法试验研究(陈胜等, 1992)。广东省进行了木麻黄小枝繁殖试验，对木麻黄小枝的水培及沙培进行比较(李炎香等, 1995)。二十一世纪，福建省林业科学研究院开展木麻黄小枝水培生根率影响因子等方面的研究(柯玉铸, 2000; 罗美娟, 2002)。黄金水等起草制定的《木麻黄水培育苗技术规程》地方标准 2003

年由福建省质量技术监督局发布实施。

2.2 木麻黄水培育苗技术

2.2.1 采穗和穗条处理

在 20~35℃的气温下，于晴天选择苗龄在 0.5~1 年之间、生长健壮、无病虫害的木麻黄，截取嫩绿、饱满、粗壮、长度在 10 cm 左右、半木质化、最好末梢带有几个短枝的木麻黄穗条。将穗条基部浸入装有 2~3 cm 高度的 50 mg·kg⁻¹ 浓度 α -萘乙酸溶液的容器中，24h 后取出冲洗药液。

2.2.2 水培管理

将冲洗后的木麻黄穗条的基部浸入装有 3~4 cm 高度清水的透明容器中，并将小枝沿容器边缘排放，排放数量以小枝能获得一定量的阳光进行光合作用为准。把装有小枝的透明容器置于太阳直射光下水培，木麻黄小枝在清水中水培的第一星期，需每天早晨更换清水一次，并翻动小枝，随后可 1d 或 2d 更换清水一次，直到生根为止。当透明容器的底部出现较多的青苔时，要对透明容器进行清洗。在换水的过程中，发现烂枝要及时检出，否则会感染其它小枝。

在水培条件最适宜的情况下，木麻黄小枝水培一星期则开始生根，水培小枝的生根时间参差不齐，会逐渐生根，可分批次挑选生根小苗进行移植，水培的时间跨度不要超过 50 天，因为越后面生根的小苗，质量越差。挑选出的小苗必须是健康、粗壮饱满，根的长度在 3 cm 以下（便于移栽），苗高 13 cm 以下（太高易倒伏），根的颜色为白色、粉红色、红色。

2.2.3 生根苗选取

当水培小枝的根长到 0.5~1 cm 时，则可将生根的小苗挑选出来移植于苗圃中。

2.2.4 水培容器苗移栽

将水培出的小苗移栽于塑料薄膜的容器袋中，目前成本较低且效果不错的常用基质配方为：97% 黄壤土+3% 过磷酸钙，将敲碎的黄壤土与过磷酸钙拌匀。

2.2.5 小苗管理

移植后的前半月，务必做到浇足水分。在小苗移植之后应及时浇（喷）水，第一次浇（喷）水时，一定要浇透整个容器袋，在小苗移植后尚未完全成活的时间内（约 15d 左右），每天早晚各浇（喷）水一次，以后浇（喷）水次数视具体情况逐渐减少，一个月后按常规进行水分管理。

2.2.6 袋苗搬移

木麻黄苗木的根通常容易从容器袋中穿透出来，并扎入泥土的较深位置，这不但影响了

木麻黄苗木的造林成活率，而且也给起苗工作带来了困难，为了防止这种现象的产生，可以采取搬移容器苗的方案解决。

3 小结

在总结自己试验研究和概括前人研究成果的基础上，归纳了当前抗性木麻黄筛选技术的几种方案，阐述抗性木麻黄采用水培育苗技术的具体方法，为今后木麻黄的抗性筛选及苗木快速繁育提供技术支撑，为沿海防护林木麻黄的可持续经营提供一定的帮助。但是，应该指出，这里所总结的抗性木麻黄水培育苗技术从目前来看有很多的优点，值得大力推广应用，不过，它依然也有薄弱的环节，以木麻黄小枝水培的苗木，没有主根，其根系可能不如实生苗发达有待进一步完善。

参考文献

- [1] 黄金水, 丁珽, 高美玲, 等. 1993.不同地理种源木麻黄对星天牛抗性的研究[J].林业科学研究, 专辑: 33~37.
- [2] 柯玉铸, 黄金水, 林延生等. 普通木麻黄抗逆无性系的筛选[J].福建林业科技, 1994, 21 (1): 39~43.
- [3] 徐俊森, 黄金水, 柯玉铸, 等. 砂质海岸风口地造林技术研究[J].防护林科技, 1998, 34 (1): 22~24.
- [4] 柯玉铸. 木麻黄小枝水培容器苗培育技术总结[J].浙江林业科技, 2000, 20 (6): 38~41.
- [5] 黄金水, 柯玉铸, 陈端钦, 等.沿海防护林木麻黄优良品种采穗圃营建技术的研究[J].防护林科技, 2006, 74 (5)
- [6] 仲崇禄, 陈祖沛. 华南地区山地木麻黄引种试验[J].广东林业科技, 1995, 11 (3) : 39~43
- [7] 杨政川, 张添荣, 陈财辉, 等. 1995.木贼叶木麻黄在台湾之种源试验 I. 种子重与苗木生长[J].林业试验研究报告, 10(2): 2~7.
- [8] 仲崇禄, 周文龙. 滨海木麻黄引种试验[J].林业科技通讯, 1995, (3) : 27~28
- [9] 何学友, 杨宗武, 傅玉狮, 等. 木麻黄优树子代抗逆适应性家系选择的研究[J].防护林科技, 1997, 32 (3): 11~15
- [1 0] 李炎香, 吴英标. 木麻黄小枝繁殖试验[J].林业科学研究, 1995, 8 (3): 297.
- [1 1] 徐燕千, 劳家骥.木麻黄栽培[C].北京: 中国林业出版社, 1984.
- [1 2] 叶功富, 丘进清, 杨细明, 等.木麻黄遗传改良研究的现状与展望[J].防护林科技, 2000, 专刊 1: 138~140.
- [1 3] 高雅, 林继强, 郑惠成.福建沿海木麻黄枯死原因调查[J].森林病虫害通讯, 1987, (3): 27~19.
- [1 4] 梁子超, 岑炳沾.木麻黄抗青枯病植株的无性繁殖法[J].林业科学, 1982, 18 (2) : 199~202.
- [1 5] 林继强, 郑惠成, 高雅.木麻黄水培育苗的技术措施[J].福建林业科技, 1992, 19 (2): 46-49.
- [1 6] 陈 胜, 李思敬.木麻黄小枝切基沙培法试验研究[J].福建林业科技, 1992, 19 (3): 52~55.
- [1 7] 柯玉铸. 木麻黄小枝水培苗出根率主要影响因子的研究[J].防护林科技, 2000, 专辑: 64~67
- [1 8] 罗美娟.木麻黄水培生根能力及遗传变异研究[J].福建林业科技, 2002, 29 (4) : 5~8.
- [1 9] DB35/T503—2003,木麻黄水培苗技术规程[S].

基金项目：国家十一五科技支撑课题（2009BADB2B02）、福建省

科技计划项目（2010R1013-6）共同资助。

作者简介：柯玉铸(1962-), 男, 福建省林科院教授级高工, 硕士, 主要从事林木抗性育种研究。E-mail: yuzhuke@yahoo.com.cn