

文章编号: 1001-1498(2007)04-0542-05

# 抗风耐盐常绿树种弗吉尼亚栎引种初步研究

陈益泰<sup>1</sup>, 陈雨春<sup>2</sup>, 黄一青<sup>3</sup>, 孙海菁<sup>1</sup>, 陈丹凤<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2. 浙江省上虞市世纪阳光园林绿化工程有限公司, 浙江 上虞 312300;  
3. 浙江省慈溪市农业科学研究所, 浙江 慈溪 315300)

**摘要:** 引进美国弗吉尼亚栎在浙江、上海、江苏三省市海涂和内陆多个地点试种 3~4 a, 均能正常生长, 在杭州湾滨海盐土上生长良好。弗吉尼亚栎苗缺乏发达的侧根和须根, 不易移植成活, 采用容器育苗和带土大苗造林可显著提高造林成活率和生长量。

**关键词:** 弗吉尼亚栎引种; 育苗; 移植成活率; 生长  
**中图分类号:** S722.7 **文献标识码:** A

## Preliminary Study on *Quercus virginiana* Introduction in Eastern China

CHEN Yi-tai<sup>1</sup>, CHEN Yu-chun<sup>2</sup>, HUANG Yi-qing<sup>3</sup>, SUN Hai-jing<sup>1</sup>, CHEN Dan-feng<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;  
2. The "Sunlight" Garden Project Company of Shangyu City, Zhejiang Province, Shangyu 312300, Zhejiang, China;  
3. Agriculture Science and Techniques Institute of Cixi City, Zhejiang Province, Cixi 315300, Zhejiang, China)

**Abstract:** The evergreen oak species from USA, live oak (*Quercus virginiana*), was introduced and planted in many sites of Zhejiang, Jiangsu Province, and Shanghai City for 3~4 years. The growth of young trees in most sites was good, and that at the sandy saline soil of Hangzhou Bay coast (with 0.3%~0.5% salinity) seemed better. Nursery seedlings of live oak had not developed lateral roots so they were not easy to be transplanted. Using small container seedlings and 3-year-old young saplings with the ball and burl for plantation greatly raised the survival percent (more than 95%) with well growth.

**Key words:** live oak introduction; seedling cultivation; transplant survival; growth

我国长江三角洲地区沿海平原, 人口密集, 城市众多, 经济发达; 同时, 台风、暴雨、盐雾等自然灾害频繁, 严重危害人民生命财产安全和社会经济的持续发展, 加强沿海防护林体系建设具有重要战略意义。在长江三角洲地区沿海防护林和城镇绿化建设中, 人们喜好常绿树种; 但是, 该地区乡土常绿型耐盐乔木树种极其稀少。我国南方沿海主要造林树种木麻黄 (*Casuarina* spp.)、桉树 (*Eucalyptus* spp.) 等, 受到耐寒性的限制不能在杭州湾以北大规模应用, 而北方沿海造林绿化树种又多为落叶树种, 许多树

种不适合长江三角洲地区的自然条件和绿化需求。因此, 常绿型抗风耐盐乔木树种的选择成为该地区绿化建设中的一大难题。我国长江三角洲地区的气候条件与美国东南沿海区域相似, 本项目组首次从美国东南沿海地区引进常绿树种弗吉尼亚栎 (*Quercus virginiana* Mill.) 进行试种, 现将初步结果总结如下, 供生产单位参考。

### 1 引种概况和方法

弗吉尼亚栎系壳斗科 (Fagaceae) 栎属 (*Quercus*)

收稿日期: 2006-12-22

基金项目: 国家林业局“948 引进项目“耐水湿耐盐碱优良树种资源引进”(2005-05-15)资助

作者简介: 陈益泰 (1942—), 男, 江苏江都人, 研究员, 主要从事林木遗传育种研究。

常绿乔木树种,分布于美国东南沿海平原,即从弗吉尼亚州南部、佐治亚州、佛罗里达州、路易斯安那州,直至德克萨斯州中南部一线;在俄克拉哈马州西南部和墨西哥东北山区也有零星分布。分布区年降水量 810~1 650 mm,夏季平均气温 27℃,冬季平均气温 2~16℃(佛罗里达州南部),无霜期 240~300 d<sup>[1]</sup>。弗吉尼亚栎通常生长于沿海地带的沙质土壤,很耐盐雾,也耐较高的土壤盐分;寿命长达数百年,直径可达 2 m,树高 15 m 左右,树冠宽达 46 m,在美国东南部被广泛用作城市遮荫树和观赏树木;其材质坚重可用于造船,橡实为鸟类和动物提供丰富食物<sup>[1]</sup>。弗吉尼亚栎根系发达,萌生性强,枝条具韧性,具有抗击飓风的能力<sup>[2,3]</sup>。

从 2001 年起,项目组先后引进 3 批美国路易斯安那州产弗吉尼亚栎种子和 1 批佛罗里达州种源种子,在浙江富阳、上虞、慈溪三地育苗。

引种地的气候和土壤条件:引种地点浙江富阳、上虞、慈溪、玉环、海盐、江山,上海松江、奉贤、宝山、崇明,江苏江都。引种地的气候条件大体属于亚热带季风湿润气候区。历年平均降水量 991~1 421 mm,年平均气温 14.2~16.4℃,7月平均气温 28.6~29.5℃,极端最高气温 37.8~39.7℃,1月平均气温 2.8~3.7℃,极端最低气温 -8.9~-11.9℃,无霜期 225~251 d,年平均日照 1 817~2 038 h。富阳点土壤为水稻土,中—重壤质,微酸性。松江点为水稻土青紫泥,黏重,中性。江都点为潮土,地下水位较高,土壤质地黏重,偏碱性。慈溪、上虞点均为粉沙质滨海盐土。慈溪造林地为 2002 年新围滩涂,0~50 cm 土层平均含盐量 0.50% (0.33%~0.74%),pH 值 8.94 (8.36~9.46)。上虞海涂造林地 1996 年围垦,平均含盐量 0.43% (0.37%~0.61%),pH 值 8.95 (8.56~9.16)。其余各引种点为轻盐土,土壤含盐量 0.2%~0.3%,pH 值 8.00~8.50。

育苗方法:进口种子到岸后立即播种,采用圃地直播育苗和容器育苗 2 种方法。直播育苗大多为水稻土,一般在 1—2 月间进行条播,每平方米 80~100 粒种子,盖土覆草。容器育苗在大棚内进行,采用无土介质(泥炭 70%+珍珠岩 25%+蛭石 5%)、多孔穴盘(孔径 4 cm,高 10 cm)或薄膜容器(高 18 cm,口径 12 cm),每个容器播 1 粒种子。

造林方法:均在 2—3 月挖穴栽植,苗木材料类型分别为:(1)1 年生圃地苗带土移植;(2)1 年生容

器苗移植;(3)2~3 年生大苗带土移植。

观测方法:按常规方法观测。苗木生长观测,一般取 3 个样方,每个样方 30~40 株。幼树生长观测,每个地点测定植株一般为 40 株。生物量测定,不同类型各取 5 株度量和称质量。容器苗和直播苗的根系发育观测,各取 10 株平均苗进行观测、比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 弗吉尼亚栎种子发芽特征

美国弗吉尼亚栎成年母树结实能力很强,常常结实累累。种子成熟期间,可见到母树周围种子散落满地。弗吉尼亚栎种子没有休眠期,种子落地后遇到适宜温度和湿度在短期内即可发芽。进口的弗吉尼亚栎种子装运到岸后,不少已经露白发芽,必须抓紧时间立即播种,防止嫩芽干枯。

2001 年首次引进弗吉尼亚栎种子,在富阳大田播种育苗,由于种子到达很迟(4 月),严重影响了种子发芽率,当年场圃发芽率只有 20%。2002 年进口种子,2 月到达后立即播种,场圃发芽率 62%。2004 年引进弗吉尼亚栎种子,1 月同时在富阳、上虞、慈溪三地大棚内圃地播种,场圃发芽率为 65%~70%。

弗吉尼亚栎种子呈椭圆形,中等大小,每千克 630~670 粒。进口弗吉尼亚栎种子大约 30% 以上带有虫眼及象鼻虫(*Curculio* spp.),采用水浸一昼夜再播种的方法,可使大多数象鼻虫浮出水面而去之。最好采用药物熏蒸法彻底毒杀,但存在安全风险。

弗吉尼亚栎种子发芽先从种子顶端长出胚根入土,胚根基部渐渐膨大呈棒槌状,当棒槌状主根伸长到 10~15 cm 时,才见到幼芽出土。大田育苗在 1 月中、下旬播种,一般 2 个月后幼苗开始出土,出苗时间很不整齐,从开始出土到基本出齐需 50~60 d。大棚内播种,幼苗出土时间提前,也比较整齐,1 个月内基本出齐。

### 2.2 苗木生长和根系发育

2.2.1 圃地直播育苗 弗吉尼亚栎幼苗期生长速度较慢。2001 年,由于播种过迟,当年平均苗高只有 26.4±6.8 cm,基径 0.34±0.06 cm。2002 年平均苗高 43.1±6.0 cm,基径 0.55±0.08 cm。2004 年富阳、上虞、慈溪三地苗木高度 45~55 cm,基径 0.5~0.6 cm。据生长节律观测,弗吉尼亚栎苗木生长高峰出现在 7 月。

弗吉尼亚栎直播 1 年生苗木具有十分发达的棒槌状主根,侧根稀少,仅在 10~15 cm 深度以下主根部位长出 1~4 根细而短的侧根,基本没有须根。苗木极易失水,起苗后 2~3 h 内出现叶片干枯,在海涂大风环境下,更不易成活。2003 年采用富阳点培育的 1 年生圃地带土苗运至上虞和慈溪海涂造林,成活率仅 66% 和 70%。成活植株大多是在原有叶片干枯之后重新发出新叶,也有部分植株是从枯死茎干的基部萌生而成。

2.2.2 大棚密播、幼苗移植 2004 年 1 月,在富阳点大棚内进行圃地密集播种。4 月下旬,当苗高 7~8 cm (根长 15~20 cm) 时,选择阴雨天气进行移植。将幼苗直根剪至 10 cm 长左右栽入大田,加强水肥管理。年底调查,移植存活率 87%,移植苗具有较粗的侧根 3~5 根,但苗高生长量比留床苗 (平均高 51.4 cm) 下降了 10%。

2.2.3 容器育苗 2005 年,在上虞点大棚内用无土介质进行容器育苗。1 月中旬在多孔穴盘内播种,4 月下旬、5 月初将芽苗移入薄膜容器。弗吉尼亚栎容器苗长势旺盛,平均苗高  $60 \pm 6$  cm,基径  $0.51 \pm 0.06$  cm。容器苗根系十分发达。据 8 月下

旬观察,苗木根团十分牢固,从容器中将苗木提起而根团不散。

2006 年采用 3 种方法播种育苗。一是在圃地直播,苗床上层垫 5~8 cm 厚黄泥土,下层为滨海盐土;二是在杯状塑料容器 (口径 8 cm,高 13 cm) 内播种;三是在多孔穴盘容器 (孔径 4 cm,高 10 cm) 内播种,2 种容器均为泥炭 + 珍珠岩 + 蛭石的混合无土介质。三者 1 月中旬播种完毕。5 月 24 日观测结果表明,容器育苗有效促进了弗吉尼亚栎幼苗的根系发育 (表 1),杯状容器苗的侧根数比土培苗增加了 4.7 倍以上,主根长和最大侧根长比土培苗分别增加 1.1 倍和 2.7 倍以上。穴盘容器苗由于受到容积较小限制,主根长与土培苗相差不大,但显著促进了侧根、须根的发育,其侧根数和最大侧根长比土培苗分别增加了 5.0 倍和 4.2 倍以上。随着时间的推移,这 2 种容器苗偏小,需要移植到大规格容器,以进一步促进苗木生长发育。直接采用较大规格 (口径 12 cm,高 18 cm) 的容器播种育苗,可以省去中期移苗工序。

表 1 直播育苗与容器育苗根系发育的差异

育苗方法	苗高 /cm	主根长 /cm	“棒槌”长 /cm	最大侧根长 /cm	侧根数 /根	其它
土床直播	7.6(4.0~14.0)	16.8(9.0~24.0)	4.7(3.5~6.0)	2.5(1.0~4.5)	6.7(1.0~16.0)	无二级侧根,“棒槌”上多无侧根
杯状容器	10.1(8.0~13.0)	36.2(21.0~49.0)	4.2(3.5~5.5)	9.4(4.5~22.0)	38.6(19.0~72.0)	二级侧根稀少,“棒槌”上侧根较多
穴盘容器	8.2(7.0~10.0)	20.2(16.0~25.0)	4.3(4.0~4.5)	13.2(4.5~24.0)	40.3(31.0~48.0)	多具二级侧根,“棒槌”上侧根很多

实践证明,采用无土介质,实行容器育苗,是促进弗吉尼亚栎根系发育的有效方法;同时,容器育苗可以提早发芽出土和促进苗木生长。目前,弗吉尼亚栎种子依靠进口,价格昂贵,实行容器育苗是今后的发展方向。

### 2.3 不同地点弗吉尼亚栎造林成活率和生长表现

在 2002 年至 2005 年,采用不同方法,在多个地点进行了弗吉尼亚栎小规模试种,在上虞、慈溪海涂进行了较大规模造林,成活率和生长情况如表 2。从表 2 看出,栽植地点、苗木类型不同,造林成活率相差很大。

就地育苗造林能够大幅度提高造林成活率。采用经过长途运输的 1 年生带土苗进行造林,其成活率只有 42%~80%,而就地造林成活率均在 90% 以上。主要原因是,弗吉尼亚栎苗根系欠发达,在长途

运输或造林过程中大风容易引起苗木过度失水,难以恢复。

采用容器苗是提高造林成活率的可靠保障。2005 年 10 月在上虞海涂栽植弗吉尼亚栎容器苗,目前成活率在 98% 以上。采用容器苗便于长途运输造林,还可以缩短缓苗期,促进快速生长;但是,1 年生容器苗不宜直接用于沿海防护林造林,需要移植培育 2~3 a,再用树高 2 m 以上的大苗造林,其效果较好。

实践表明,采用带土完好的 2~3 年生弗吉尼亚栎大苗用于长距离异地造林是可行的,其造林成活率在 87%~98%。需要注意的是,起苗时土球不能太小,装卸时严防土球破碎,运输时防风保湿,这是保障造林成功的关键措施。大苗栽植适宜用于沿海防护林和城镇绿化建设。

表 2 弗吉尼亚栎多点引种造林生长表现

编号	栽植地点	土壤类型	栽植时间(年-月)	苗龄/a	苗源	栽种株数/株	成活率/%	树高/cm	胸径/cm	测定时树龄/a
1	富阳	水稻土	2002-01	1	本地	480	94	239 ±15	1.89 ±0.06	1+3
2	慈溪	中盐土	2003-03	1	富阳	500	70	223 ±41	1.58 ±0.58	1+3
3	慈溪	中盐土	2005-03	1	本地	1200	90	102 ±21 (1.16 ±0.30)		1+1
4	慈溪	中盐土	2005-03	3	富阳	280	87	258 ±48	2.56 ±0.76	3+1
5	慈溪	轻盐土	2004-02	3	富阳	50	98	295 ±32	2.62 ±0.54	3+2
6	上虞	轻盐土	2003-03	1	富阳	500	66	265 ±45	2.31 ±0.62	1+3
7	上虞	中盐土	2004-02	2	富阳	260	97	220 ±37	3.21 ±0.80	2+2
8	上虞	中盐土	2005-03	1	本地	2000	92	115 ±29 (1.25 ±0.32)		1+1
9	上虞	中盐土	2005-10	1	本地	55000	98	88 ±10 (0.66 ±0.09)		1+0.5
10	玉环	中盐土	2003-03	1	富阳	50	-	235 ±43	1.71 ±0.25	1+3.5
11	江山	水稻土	2003-03	1	富阳	200	80	238 ±39	1.25 ±0.37	1+3.5
12	奉贤	轻盐土	2005-03	3	富阳	80	94	251 ±33	2.05 ±0.59	3+1
13	松江	水稻土	2003-03	1	富阳	300	50	166 ±31	0.78 ±0.15	1+2
14	松江	水稻土	2005-03	3	富阳	100	96	287 ±47	2.53 ±0.52	3+2
15	江都	潮土	2003-03	1	富阳	100	42	192 ±33	0.92 ±0.44	1+3

注:括号内数值为基径,9号上虞点 2005年 10月采用容器苗造林,2006年 6月测定。

多点试种表明:(1)弗吉尼亚栎能够适应长江三角洲地区沿海平原的气候和土壤条件,生长正常,未见冻害,尚未出现病虫害;(2)在相同树龄(如 4 年生)情况下,用 2~3 年生大苗造林的植株生长量一般大于用 1 年生苗造林的生长量;(3)在慈溪、上虞、奉贤海涂沙性盐土上栽种,4 年生树高达 2.2~2.6 m,胸径达 2~3 cm,其生长势明显优于内陆黏重土壤(松江、江都),说明弗吉尼亚栎适宜在滨海盐土造林。由此看来,只要立地条件合适,造林方法得当,加强培育管理,弗吉尼亚栎的幼年生长速度可以加快。

另外,观察发现,微地形的变化对弗吉尼亚栎生长具有明显影响。在上虞海涂一块造林地上,2005 年春用比较整齐的 1 年生苗造林,土壤质地和管理措施基本一致,但造林地块的东区地势比西区高出 40~50 cm。年底发现,该地块东区的幼树生长量明显超过西区,说明弗吉尼亚栎喜好排水良好的立地。表 3 是 2006 年 5 月下旬弗吉尼亚栎幼树生长测定结果。

表 3 地势对弗吉尼亚栎幼树生长的影响

地块	树高/cm	基径/cm
东区高地	125.9 ±22.1	1.70 ±0.32
西区低地	90.9 ±15.3	1.25 ±0.31

注:各测定 40 株。

#### 2.4 弗吉尼亚栎形态变异和生长特性

弗吉尼亚栎种内变异丰富。据资料介绍,弗吉尼亚栎按叶片大小和壳斗形状不同被区分为 2 个变

种,即典型的得克萨斯弗吉尼亚栎 (*Quercus virginiana* var. *fusiformis* (Small) Sarg.) 和非典型的沙地弗吉尼亚栎 (*Quercus virginiana* var. *geninata* (Small) Sarg.)。因立地而异有不同的形态型,如矮化型、灌木型和宽冠乔木型<sup>[1]</sup>。据引种观察,来源于同一产地的弗吉尼亚栎播种苗和造林后的幼树生长参差不齐,个体形态各异。在立地条件相对一致的情况下,弗吉尼亚栎生长量的变异系数高达 20%~30%。这与其它引进树种如水紫树 (*Nyssa aquatica* L.), 洋白蜡 (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) 等植株生长相当整齐的情况有很大不同。在弗吉尼亚栎圃地留床苗中,株间叶形与大小的变异也很大,可以区分出“大叶型”和“细叶型”。只有大约 5% 的植株主干明显,高生长突出,分枝稀疏,冠形狭小;而多数苗木则没有明显主干,枝叶密集,冠形开张,或呈多干丛生状态。

对 2.5 年生直立型和多枝型标准植株(各 5 株)的研究表明(表 4),弗吉尼亚栎直立型单株的高生长明显超过多枝型,但粗生长不及多枝型,冠幅、根幅、侧枝和侧根的数目和粗度均小于多枝型。2 种形态型总的生物量和分配结构差异明显:直立型总生物量只有多枝型的 56%;其树干生物量占总生物量的 31% 以上,比多枝型高 10 个百分点;其枝条和叶片生物量所占比例为 43%,而多枝型的枝条和叶片生物量比率高达 55%;多枝型植株的含水率高于直立型。

表 4 弗吉尼亚栎幼龄植株生物量取样测定结果

株型	树高/cm	基径/cm	冠幅/m	侧枝数/个	主枝数/个	最大枝粗/cm	根幅/cm	主根长/cm	侧根数/根	最大侧根长/cm	最大侧根粗/cm
直立型	168	1.48	48	22.8	0~1	0.63	40.0	42.5	16.3	42.0	0.41
多枝型	134	1.88	56	35.2	2~5	0.88	44.8	50.0	22.8	37.5	0.78
株型	植株总干		干质量/g								
	质量/g		树干(比率/%)	枝条(比率/%)	叶片(比率/%)	根系(比率/%)					
直立型	173.6		57.6(31.18)	38.9(22.41)	35.7(20.56)	41.4(23.85)					
多枝型	310.0		65.6(21.16%)	92.4(29.81)	78.7(25.39)	73.3(23.65)					
株型	植株含		含水率/%								
	水率/%		树干	枝条	叶片	根系					
直立型	50.39		48.80	49.41	53.70	50.36					
多枝型	54.65		50.23	52.05	57.34	57.99					

弗吉尼亚栎种内丰富的个体变异,为遗传改良创造了有利条件。在生产实践中,鉴于弗吉尼亚栎苗生长参差不齐的特性,造林时需要进行苗木分级,以提高林相整齐度。为了促进弗吉尼亚栎形成明显主干,加速高生长,需要适当进行修剪。可在冬、春季节剪除下部侧枝,保留 1 根主干。实践表明,经过修剪的植株,能够逐步形成明显主干。弗吉尼亚栎具有旺盛的萌芽能力,如果截除幼树的主干,当年能从截干部位萌发出众多新梢。

但是,对于弗吉尼亚栎这个树种的认识还是粗浅的,有必要对这个引进树种进行跟踪观测和深入研究。首先,应该加强弗吉尼亚栎的生物学、生态学特性特别是抗逆性的研究。其次,努力研究攻克弗吉尼亚栎的无性繁殖难关,包括扦插繁殖、组织培养技术等,尽快改变依靠进口种子进行繁殖的状况。第三,需要继续深入研究提高弗吉尼亚栎造林成活率、促进快速生长的栽培配套技术。第四,应用常规方法和现代生物技术,开展弗吉尼亚栎遗传改良研究,培育弗吉尼亚栎新品种。

### 3 讨论

在长江三角洲地区沿海防护林体系建设中,目前的突出问题是缺少常绿型抗风耐盐的乔木树种。

弗吉尼亚栎是个很有发展潜力的树种。除了常绿、长寿、抗风等优点之外,弗吉尼亚栎具有较强的耐盐性,本研究表明在土壤含盐量 0.4%~0.5% 的海涂造林生长良好。又据项目组水培试验,弗吉尼亚栎小苗在 0.5% 的盐溶液中生长正常,在 0.7% 盐溶液中,叶片才出现盐害症状<sup>[4]</sup>。另外,在江苏、上海和浙江各地栽种 3~4 a 均未出现冻害迹象,说明具有一定的耐寒性。由此看来,弗吉尼亚栎在长江三角洲地区沿海防护林和沿海城镇绿化建设中具有广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] Hams W R. *Quercus virginiana* Mill live oak [A]. In: Bums R M, Hokala B H. *Silvics of North America Vol 2: Hardwoods Agriculture Handbook No. 654* [M]. Washington: USDA Forest Service, 1990: 751~754
- [2] Smith G F, Nicholas N S, Zedaker S M. Succession dynamics in a maritime forest following Hurricane Hugo and fuel reduction burns [J]. *Forest Ecology and Management*, 1997, 95 (3): 275~283
- [3] Batista W B, Platt W J. Tree population responses to hurricane disturbance: syndromes in a south-eastern USA old-growth forest [J]. *Journal of Ecology*, 2003, 91 (2): 197~212
- [4] 王树凤,陈益泰,陈雨春,等.盐胁迫下弗吉尼亚栎等 3 个引进树种的生理生化反应 [J]. (待发表)