

## 麻栎无性系苗期性状研究

董玉峰<sup>1</sup>, 姜岳忠<sup>2</sup>, 王华田<sup>1\*</sup>

(1. 山东农业大学 林学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 251000)

**摘要:**以 18 个 3 a 生麻栎(*Quercus acutissima*)无性系为研究对象, 对其树高、地径、材积、高径比、通直度、分枝数等性状进行遗传力测定、相关分析和通径分析。结果表明: 无性系间各性状均存在极显著差异, 各性状受中到强度遗传控制。树高与材积、高径比, 材积与高径比, 通直度与树高、材积均呈极显著的正相关, 分枝数与通直度呈负相关。通径分析表明, 树高、地径、高径比、通直度和分枝数 5 个指标可描述单株材积变异的 93.66%。

**关键词:**麻栎; 无性系; 性状

**中图分类号:**S792.181.01

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7461(2007)06-0060-04

### Seedling Characteristic of *Quercus acutissima* Clones for Timber Purpose

DONG Yu-feng<sup>1</sup>, JIANG Yue-zhong<sup>2</sup>, WANG Hua-tian<sup>1</sup>

(1. Forestry College of Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, China;

2. Shandong Academy of Forestry, Jinan, Shandong 250014, China)

**Abstract:** Correlation, path analysis, inheritance and variation among tree height, volume, base diameter (DBase), height/ base diameter (H/DBase), branch number and straightness of eighteen 3-year-old *Quercus acutissima* clones were analyzed. Results showed that there was significant difference among traits, and they were genetically controlled in moderate degree. Correlations between height and volume and H/DBase, volume and H/DBase, straightness and height and volume were significant, and correlations between branch and straightness of clones was negative, respectively. Five traits (height, DBase, H/DBase, branch number and straightness) explained 93.66% of variation of the individual tree volume.

**Key words:** *Quercus acutissima*; clones; characteristics

无性系苗期性状及其遗传特征是林木良种无性系选择的有效途径, 具有加快育种进程、提早获得林木改良的经济回报、方法简单、投产迅速且增益较高等优点<sup>[1~4]</sup>。麻栎(*Quercus acutissima*)是栎属中分布最广的一种, 具有生长较快、抗逆性强、木材材质坚硬、纹理美观、耐腐蚀水湿等优良性状, 是珍贵的优良建筑材和家具材用树种, 也是一种抗旱、耐瘠薄很强的生态公益林树种<sup>[5]</sup>。迄今为止, 对麻栎用材林良种选育研究还未见报道, 对麻栎无性系苗期性状特性及各性状间的关系等还缺乏必要了解。通过对麻栎无性系苗期生长和形质性状的测定, 分析苗期性状的变异规律, 进而分析各性状间的相关性, 探

讨苗期用材林选择指标, 为麻栎用材林无性系苗期选择提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验地概况

试验地位于山东农业大学林学站苗圃。海拔 150 m, 属暖温带大陆性季风气候, 年平均气温 12.8℃, 年极端最高气温 40.0℃, 极端最低气温 -22.0℃, 无霜期 187 d。年降水量 600~800 mm, 7—8 月份降水量占全年降水量的 53%, 6—9 月份占 74%, 春秋季节严重干旱, 年平均相对湿度 65%。土壤为沙壤土, 容重 1.29 g·cm<sup>-3</sup>。

收稿日期: 2007-01-30 修回日期: 2007-03-12

基金项目: 山东省林业良种产业化工程“珍贵乡土用材树种选育与开发”

作者简介: 董玉峰(1981-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 主要从事人工林培育与植被重建研究。

\* 通讯作者: 王华田(1960-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事林木生态生理学研究。E-mail: wanght@sdau.edu.cn。

1.2 材料

2002年春季定植2a生生长一致的麻栎实生苗,采用穴植法定植。

1.3 方法

2003年春,在山东省内麻栎主要分布区进行全面调查,并根据干形、树高、冠幅、分枝特性、自然整枝特性等,采用野外5株大树优树选择方法,分别在五莲山、费县林场、泰山罗汉崖、泰山竹林寺、泰山三阳观、昆嵛山、崂山、药山林场选择18株优树(表1),并采集树冠上部外围2~3a生健壮枝条作为接穗,经过短期沙藏后,于4月上旬采用双舌接方法嫁接到生长一致的砧木上,砧木为健壮的3a生麻栎实生苗,生长势均一,苗高170cm左右,地径(基径向上10cm处)3cm左右,嫁接部位高度10cm,嫁接成活率100%。

表1 麻栎优树生长和形质性状

Table 1 Growth and form characters of <i>Q. acutissima</i> plus tree						
无性系	年龄/a	树高/m	胸径/cm	冠幅/m	通直度	枝下高/m
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	49	13.5	22.0	5.8	通直	4.0
	45	9.3	19.3	6.3	通直	3.5
	60	21.0	53.0	8.3	通直	5.0
	49	13.6	26.7	8.3	通直	2.5
	47	11.0	20.4	5.8	通直	4.0
	55	15.5	26.6	7.0	通直	4.2
	50	14.3	27.0	4.8	通直	8.6
	80	19.3	41.3	9.5	通直	6.8
	49	11.7	25.8	6.4	通直	4.0
	50	14.8	24.6	6.8	通直	4.0
	55	16.0	36.0	8.7	通直	8.5
	40	11.5	25.1	8.2	通直	5.6
	50	20.5	32.1	6.3	通直	13.2
	50	17.5	22.5	5.7	通直	6.0
	40	8.5	18.8	6.0	通直	2.1
	120	18.3	64	8.9	通直	12.5
	65	20.0	7.9	8.9	通直	5.0
	120	14.5	41.5	9.3	通直	10.0

无性系苗期测定林采用完全随机区组设计,3次重复,单行小区,每小区30株,株行距40cm×60cm。嫁接后连续3a调查各无性系的主干高度和粗度、年周期生长进程和连年生长进程,调查形质指标(树高、地径、高径比、分枝数、通直度),并按照其差异性进行等级划分和赋值(表2)。

树高采用5m高塔尺测量;地径(接口上部5

cm处)采用0.02mm的游标卡尺测量;通直度按等级标准(表2)赋值且数据处理时做平方根转换;分枝数由同一工作人员查数记录。

表2 麻栎无性系苗期形质指标等级划分

Table 2 Seedling form characters class of *Q. acutissima*

形质指标	等级标准	得分
通直度	I(主干通直,圆满)	4
	II(主干直,不圆满)	3
	III(主干稍弯曲,不圆满)	2
	IV(主干有2处以上弯曲)	1
分枝	I(无分枝)	3
	II(分枝细小)	2
	III(枝形成明显分叉)	1

材积(V)计算公式<sup>[6]</sup>:

$$V=0.7854L(D+0.45L+0.20)^2/10000$$
(1)

式中:L为树高(m);D为地径(cm)。

遗传力计算式<sup>[7]</sup>:

$$H^2=(\sigma A^2-\sigma e^2)/[\sigma A^2+(n-1)\sigma e^2]\times 100\%$$
(2)

式中:H<sup>2</sup>为广义遗传力; $\sigma A^2$ 为组间方差; $\sigma e^2$ 为组内方差;n为重复数。

表型变异系数(CV)和遗传变异系数(GCV)计算式<sup>[7]</sup>:

$$CV(\%)=(\sigma p/X)\times 100\%$$
(3)

$$GCV(\%)=(\sigma g/X)\times 100\%$$
(4)

式中: $\sigma p$ 、 $\sigma g$ 、X分别表示表型标准差、遗传型标准差、均值。

2 结果与分析

2.1 无性系生长性状变异

变异是进行选择的基础,变异越丰富,进行选择的范围越大,选择机会越多<sup>[7]</sup>。从表3可知,各无性系树高、地径、材积性状均有极显著差异,表明麻栎无性系苗期生长性状存在较大变异,具有改良潜力。树高变异幅度为1.82~3.42m,地径为1.61~3.30cm,材积为0.0094~0.0680cm<sup>3</sup>。表型变异系数(CV)以材积为最大(45.58%),其遗传变异系数(GCV)也最大(38.19%);地径的CV和GCV最小,分别为14.98%和10.85%。主要生长性状的CV和GCV均表现为材积>树高>地径,但各性状遗传力的大小为树高>材积>地径,其中树高的遗传力最高,为0.70,属于强度遗传范围,材积和地径的遗传

力分别为 0.64 和 0.45,属于中强度遗传范围。

表 3 生长性状变异性分析

Table 3 Analysis of variation for growth traits

性状	平均值	变异幅度	F 值	CV/%	GCV/%	H <sup>2</sup>
树高/m	2.88	1.82~3.42	8.02**	25.72	20.20	0.70
地径/cm	2.78	1.61~3.30	3.50**	14.98	10.85	0.45
材积/cm <sup>3</sup>	0.041 3	0.009 4~0.068 0	6.02**	45.58	38.19	0.64

\*\* 差异极显著( $p<0.01$ ); \* 差异显著( $p<0.05$ )。下同。

2.2 无性系形质性状变异

优良无性系选择除考虑生长性状外,还应包括形质性状。形质性状遗传改良是提高树干通直度和单株出材率的主要途径,形质改良的增益不亚于单纯的材积改良,并有可能对材质改善起到事半功倍的效果<sup>[8, 9]</sup>。从表 4 可知,分枝数、高径比和通直度

在无性系间差异极显著,说明 3 个性状均具有选择潜力。通直度、分枝数和高径比的遗传力分别为 0.51、0.41、0.40,属中度遗传范围。3 个性状的表型变异系数大小为分枝数>高径比>通直度,最小 11.14%,最大 36.31%。而遗传变异系数为通直度>分枝数>高径比,最小 18.91%,最大 24.64%。

表 4 麻栎无性系形质性状变异性分析

Table 4 Analysis of variation for form characters of *Q. acutissima* clones

性状	平均值	变异幅度	F 值	表型变异系数 (CV) / %	遗传变异系数 (GCV) / %	广义遗传力 (H <sup>2</sup> )
通直度	1.69	2.34~3.34	4.10**	11.14	24.64	0.51
分枝数	1.44	1.07~2.21	2.56**	36.31	19.54	0.40
高径比	1.04	0.72~1.26	3.06**	22.40	18.91	0.41

万方数据

2.3 指标相关分析

各性状的相关分析表明(表 5),树高与材积、高径比,材积与高径比,通直度与树高、材积的遗传相关均呈极显著的正相关(0.789~0.994),表型相关性均达到显著和极限著水平(0.569~0.990)。可见,树高值大时,其材积量也大,可把树高作为材积评价的间接指标。分枝数与通直度的遗传和表型相关呈

负相关性,分别为-0.528 和-0.202,表明分枝数愈多,其通直性愈差。从不同年龄各性状间的相关性可知(表 6),2 a 生与 3 a 生各性状的相关性较大,1 a 生与 3 a 生各性状的相关性较小,且各性状的遗传相关性均大于表型相关性。形质性状各年龄间的相关性较生长性状大,对形质性状(分枝数、通直度)可以从 1 a 生苗木进行选择。

表 5 麻栎无性系生长、形质性状的相关矩阵<sup>①</sup>

Table 5 Correlation matrix of growth and form characters of *Q. acutissima* clones

性状	相关系数	地径	材积	高径比	分枝数	通直度
树高	$r_p$	0.241	0.990**	0.908**	0.217	0.539*
	$r_g$	0.755*	0.967**	0.994**	0.654*	0.872**
地径	$r_p$		0.189	0.119	0.154	0.188
	$r_g$		0.786**	0.017	0.277	0.465
材积	$r_p$			0.920**	0.229	0.541*
	$r_g$			0.972**	0.308	0.789**
高径比	$r_p$				0.233	0.416
	$r_g$				0.412	0.664*
分枝数	$r_p$					-0.202
	$r_g$					-0.528

① $r_p$  和  $r_g$  分别表示表型相关系数和遗传相关系数。下同。

表 6 不同年龄间麻栎无性系生长和形质性状的相关分析

Table 6 Correlation of growth and form characteristics of *Q. acutissima* clones between different ages

性状	年龄/a	1 a 生		2 a 生	
		$r_p$	$r_g$	$r_p$	$r_g$
树高	2	0.897**	0.964**		
	3	0.851*	0.902**	0.953**	0.997**
地径	2	0.847*	0.856*		
	3	0.760*	0.845*	0.853*	0.916**
材积	2	0.812*	0.925**		
	3	0.760	0.929**	0.879**	0.977**
高径比	2	0.864*	0.942**		
	3	0.873*	0.925**	0.872*	0.984**
分枝数	2	0.932**	0.997**		
	3	0.903**	0.991**	0.943**	0.999**
通直度	2	0.992**	0.997**		
	3	0.942**	0.987**	0.986**	0.999**

2.4 途径分析

表 7 中,线性回归方程的方差检验  $F$  值为 33.73 ( $P>F=0.0001$ ),线性回归显著,可作材积关于树高、地径、高径比、通直度、分枝数的途径分析,判定系数为 0.933 6。标准化多元线性回归方程为:

$$V=0.339\ 5X_1+0.694\ 2X_2+0.155\ 1X_3-0.034\ 3X_4-0.175\ 4X_5$$
 (5)

$X_1-X_5$  可以解释 93.36% 的单株材积变化。误差仅为 6.64%,误差对单株材积的途径系数为

0.251 8。

虽然分枝数和高径比对单株材积的直接控制作用很小,但这些性状通过地径和树高对单株材积具有较大的间接控制作用。值得注意的是,分枝数对单株材积的直接途径系数、高径比通过地径和其他指标通过分枝数对单株材积的间接途径系数均为负值。由这 5 个指标组成的控制系统对单株材积的多元决定系数( $R^2$ )为 0.933 6,说明本系统可以描述单株材积变异的 93.66%,系统外因素的作用占 6.34%。

表 7 麻栎生长和形质特征对单株材积的直接和间接途径系数<sup>①</sup>

Table 7 Direct and indirect path coefficients of five characters to individual tree volume

性状	树高 ( $X_1$ )	地径 ( $X_2$ )	高径比 ( $X_3$ )	分枝数 ( $X_4$ )	通直度 ( $X_5$ )	总和
$X_1$	0.339 5	0.207 4	0.126 0	-0.012 3	0.092 4	0.753 0
$X_2$	0.101 5	0.694 2	-0.032 7	-0.013 8	0.033 5	0.782 7
$X_3$	0.275 7	-0.146 4	0.155 1	-0.003 2	0.061 2	0.342 5
$X_4$	0.122 2	0.279 5	0.014 3	-0.034 3	0.004 8	0.386 5
$X_5$	0.178 9	0.132 7	0.054 1	-0.000 9	0.175 4	0.540 2

①划横线的数据为直接途径系数,其他为间接途径系数。

3 结论

麻栎各无性系生长和形质指标均存在极显著差异,变异幅度较大。遗传分析表明,各指标受中到强度遗传控制,从而有望通过苗期选择获得优良麻栎用材林无性系。

麻栎树高与材积、树高与高径比、材积与高径比均呈极显著的正相关,通直度与树高、通直度与材积呈显著正相关,分枝数与高径比无显著性差异。

麻栎树高、地径、高径比、通直度、分枝数 5 个指标可描述单株材积变异的 93.66%。

参考文献:

[1] 马常群. 白榆子代测验的十年结果[J]. 林业科学, 1990, 26 (6): 500-505.

[2] Balocchi C E, Bridgwater F E. Selection efficiency in a non selected population of loblolly pine[J]. For. Sci., 1994, 40: 452-473

[3] 郑仁华, 杨宗武, 施季森, 等. 福建柏优树子代苗期性状遗传变异和生长节律研究[J]. 林业科学, 2003, 39 (1): 179-183.

[4] 周永学, 苏晓华, 樊军锋, 等. 引种欧洲黑杨无性系苗期生长测定与选择[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32 (10): 102-106.

[5] 任宪威. 树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 180-189.

[6] 陈阳泗. 试论木材材积计算方法的改进[J]. 林业勘察设计, 2006 (1): 133-135.

[7] 朱之悌. 林木遗传学基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.

[8] 叶培忠, 陈岳武. 杉木早期选择的研究[J]. 南京林业大学学报, 1981, 5(1): 100-116.

[9] 潘惠新, 黄敏仁. 美洲黑杨新无性系干形性状遗传变异初步研究[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23 (5): 1-6.