

# 湖南黄皮树种源试验苗期测定\*

傅大立

**摘要** 对湖南省黄皮树 11 个种源 1 年生苗木共 4 个性状组的 22 个性状作了测定和分析。其结果表明: (1) 4 个性状组中, 生产力性状组的性状变异系数较大, 而幼苗、复叶和地上生长性状组的变异较小, 较稳定; (2) 18 个性状, 在种源间存在显著差异; (3) 苗高、地径和苗皮重 3 个性状的多重比较说明, 龙山石牌种源的苗木生长量最大, 生产力最高; (4) 建立了 7 对性状变异与采种地主要环境因子显著相关的典型相关变量。其中, 海拔高、纬度、年均降水量与子叶出土高、幼苗高、苗高、第五柄高、节间数、第一小叶长和宽等性状变异呈负相关, 而经度、年均温反之。

**关键词** 黄皮树 种源 苗木性状 变异

黄皮树(*Phellodendron chinense* Schneid.) 俗称黄柏, 在川、陕、湘、黔广为栽培。随着近年来的快速发展, 其良种培育工作已日益迫切。种源试验是种源选择的基础<sup>[1~3]</sup>, 是黄皮树良种化进程的首要任务, 而苗期测定则能探索黄皮树的早期生物学特性, 也是其早期选择的基础。为此, 在 1995~1996 年, 探讨了黄皮树苗木性状标准、地理变异及其与采种地主要环境因子间的相关性, 并对部分性状进行了多重比较, 为制定其丰产栽培技术措施提供了理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设在中南林学院苗圃内, 113°10' E, 27°52' N, 海拔高 70 m, 年平均气温 17.5℃, 年平均降水量 1410 mm; 土壤为红壤, 中壤质地, 土层厚度 70 cm, pH4.8, 肥力较高。

### 1.2 种子采集与苗木培育

根据湖南黄皮树分布与栽培状况特点, 以经度、纬度和海拔高 3 因子为主要依据, 确定了 11 个采种点。各采种点的环境生态因子状况, 如表 1。种实于 1994 年 9 月下旬至 10 月中旬在结实盛期采种林分内的优势木上采取, 采下后统一处理, 种子室内层积湿藏法贮藏。

翌春 3 月初, 开始种子催芽处理: 适当增加湿藏沙子含水量, 缓缓提高贮藏温度 3~5℃。播种前, 把苗圃地作成长 10 m、底宽 1 m、高 20 cm 的高床。播种时, 按行距 30 cm, 开深 2 cm、宽 3 cm 的播种沟, 沟内浇水, 播种、覆土、盖草、再浇水。不同种源种子的排列, 按随机区组试验设计的方法要求进行。

### 1.3 性状测定

22 个性状分成 4 组, 各性状组的性状选择及观测方法如下:

1.3.1 幼苗性状组 当幼苗第二对真叶展开后, 在各种源各区组随机选取 20 株, 实测: (1) 幼

1996—10—15 收稿。

傅大立助理研究员(林业部泡桐研究开发中心 郑州 450003)。

\* 本文为作者硕士论文的部分内容, 承蒙导师何方教授和刘友全教授的指导, 特此致谢!

苗侧根数: 指在主胚根上所生长的侧根数, 以侧根长度大于 3 mm 时计数; (2) 幼苗根长: 胚根与所有侧根长度的总长度。其精度为 5 mm; (3) 幼苗高: 地面至幼苗顶端的总长度。其精度为 1 mm; (5) 第一节间长: 幼苗第 1 对真叶与第 2 对真叶间的长度。其精度为 1 mm。

表 1 不同产地生态环境因子情况记录

种源号	产地	地理地形因子			气候条件(年平均)		
		经度(°)	纬度(°)	海拔(m)	温度(°C)	降水(mm)	日照(h)
P01	凤凰南山	109 60	27 98	480	15. 8	1 349	1 294
P02	花垣排料	109 60	28 37	770	16. 1	1 425	1 320
P03	龙山瓦房	109 47	29 27	730	15. 8	1 360	1 270
P04	龙山石牌	109 60	29 57	620	14. 6	1 480	1 270
P05	龙山大安	109 68	29 58	1 400	10. 8	1 940	1 270
p06	桑植四门岩	110 16	29 83	1 200	11. 5	2 100	1 283
P07	炎陵大院	114 02	26 42	1 350	14. 2	2 294	1 524
P08	桂东城关	113 95	26 08	880	15. 1	1 670	1 619
P09	资兴东江	113 25	25 85	400	16. 8	1 538	1 600
P10	双牌阳明山	113 93	26 05	970	14. 2	1 608	1 123
P11	衡山紫金山	112 90	27 25	340	17. 5	1 364	1 629

1. 3. 2 生长性状组 在苗木进入休眠期后测定, 包括苗高、地径、节间数、第五复叶叶柄柄下高(以下简称“第五柄高”), 共 4 个性状。

1. 3. 3 复叶性状组 复叶性状组是以每苗第 5 对复叶性状观测值为准, 包括以下 6 个性状: 柄角、柄长、叶长、小叶数、第一小叶长和宽, 其中前 4 个为复叶性状, 后 2 个为第五对复叶的第一对小叶性状均值。

1. 3. 4 生产力性状组 生产力性状是选择的目标性状, 包括根重、苗干重、苗皮重。其中, 根重与苗干重是把样品放入 85 °C 恒温干燥箱, 烘 48 h, 然后用电子天平称重, 其精度为 0. 01 g, 而苗皮重则是先用 85 °C 烘 3 h, 然后用 60 °C 恒温烘 48 h, 最后用电子天平称重。

## 2 结果与分析

### 2. 1 苗木性状变异

根据预定的试验目的和试验设计要求, 测定了湖南省 11 个黄皮树种源 22 个苗木性状的表型值, 并对其进行了分析。从表 2 看出, 黄皮树幼苗性状组的性状变异相对较稳定, 变异系数在 14% ~ 23% 范围内, 但种源间差异均达到显著水平。

生长性状变异幅度有一定差异, 以节间数的变异系数最小, 为 7. 7%, 苗高、地径和第五柄高的变异在 15% 左右。方差分析表明, 地上生长性状由种源引起的变异均有显著性差异。

复叶性状组性状变异最小, 变异系数均在 14% 以下。其中柄角、小叶数、第一小叶长和宽等 4 个性状的变异, 种源间达显著性水平; 而柄长、复叶长的变异, 种源间不显著。

生产力性状组的性状变异幅度大, 且很不稳定。其中, 苗皮重的变异系数相对较小, 为 25%, 但种源间存在着显著差异, 第 1, 2, 3 根层重和苗干重的变异系数较高, 种源间也存在着显著差异, 而根总重和第 4 根层重, 种源间差异不显著。

表 2 黄皮树苗木性状变异分析

性状组	性 状			均值	变异系数 (%)	均方差		F 值	显著性
	编号	名称	代码			种源	环境		
幼 苗 性 状	1	幼苗根长	<i>Rl</i>	24.82	15.8	33.291	7.521	4.43	**
	2	幼苗侧根数	<i>Rn</i>	12.08	14.5	7.037	1.410	4.99	**
	3	幼苗高	<i>Hs</i>	7.74	15.7	4.463	0.086	51.73	**
	5	子叶出土高	<i>Hc</i>	4.95	14.4	1.535	0.050	30.41	**
	5	第一节间长	<i>Hl</i>	2.12	23.1	0.659	0.042	15.61	**
生 长 性 状	6	苗高	<i>H</i>	59.98	17.0	234.565	48.948	4.79	**
	7	地径	<i>D</i>	0.60	15.8	0.018	0.005	3.87	**
	8	节间数	<i>N</i>	12.46	7.7	2.107	0.416	5.06	**
复 叶 性 状	9	第五柄高	<i>H5</i>	21.54	13.4	18.617	3.972	4.69	**
	10	柄角	<i>B</i>	78.43	11.9	169.764	53.403	3.18	*
	11	柄长	<i>Bl</i>	4.81	12.1	0.531	0.271	1.96	
	12	复叶长	<i>Ll</i>	7.70	14.0	1.861	0.910	2.05	
	13	小叶数	<i>ln</i>	10.00	7.9	1.469	0.236	6.21	**
	14	第一小叶长	<i>ll</i>	5.19	10.9	0.789	0.118	6.69	**
	15	第一小叶宽	<i>lw</i>	2.36	12.0	0.159	0.049	3.27	*
	16	0~5cm 根重	<i>W1</i>	2.37	35.5	1.336	0.446	3.00	*
	17	5~10 cm 根重	<i>W2</i>	1.39	32.3	0.414	0.111	3.74	**
	18	10~15 cm 根重	<i>W3</i>	0.91	68.9	0.702	0.248	2.82	*
生 产 力 性 状	19	>15 cm 根重	<i>W4</i>	0.48	106.1	0.139	0.336	0.41	
	20	根总重	<i>Wr</i>	5.15	32.7	4.391	2.271	1.93	
	21	苗干重	<i>Ws</i>	6.08	29.4	6.262	1.918	3.26	*
	22	苗皮重	<i>Wb</i>	2.46	24.8	0.693	0.242	2.87	*

\* 为  $\alpha=0.05$  差异显著, \*\* 为  $\alpha=0.01$  差异显著。

## 2.2 不同种源苗木性状多重比较

为进一步说明不同种源不同性状的差异大小,选择苗高、地径和苗皮重 3 个性状,按照新复极差 *LSR* 检验法,进行了多重比较。从表 3 可以看出,黄皮树苗木 3 个性状不同种源间的差别较大,均可分别划分为几个级别。同时,在 3 个性状上,不同种源又表现出相对一致的变化趋势。其中,龙山石牌种源(P04)的 3 个性状值均为最大。可见,龙山石牌黄皮树种源苗木生长性状较好。另外,还可以看出,同一县域内的另一种源龙山大安种

表 3 不同种源黄皮树苗木 3 个性状的多重比较

苗高		地径		苗皮重	
种源	显著性	种源	显著性	种源	显著性
P04		P04		P04	
P01		P06		P03	
P09		P02		P01	
P02		P03		P09	
P10		P07		P10	
P03		P09		P06	
P07		P10		P07	
P06		P01		P02	
P08		P11		P11	
P11		P08		P08	
P05		P05		P05	

源(P05)的 3 个性状值均为最小,这可能与当地的海拔太高,年均气温偏低有关。

## 2.3 苗木性状变异与采种地主要环境因子的典型相关分析

为研究影响黄皮树苗木性状变异的主要环境因子,作者把 4 个苗木性状组的 18 个性状与采种地的 6 个主要环境因子(经度  $x_1$ 、纬度  $x_2$ 、海拔  $x_3$ 、年均温  $x_4$ 、年均降水量  $x_5$ 、年均日照时数  $x_6$ )进行了典型相关分析,并进行显著性检验,其结果(表 4)显示,在构建的 18 对典型变量中,有 7 对具有显著相关水平。其中,有 6 对达极显著相关水平。表 5 列出了具显著相关的各

典型变量对组成因子的系数及其与因子间的相关系数。

对表 5 的结果分析表明:

(1) 在幼苗性状组与采种地主要环境因子的典型相关分析中, 决定第一典型环境变量的主要因子是海拔高、年均降水量和年均温, 而决定第一典型幼苗变量的主要因子为幼苗侧根数, 即第一典型幼苗变量是幼苗侧根数的代表性状。因此, 从第一对典型变量可以肯定, 海拔高度与年均降水量呈正相关, 两者均与性状幼苗侧根数呈明显的正相关; 而年均温则与幼苗侧根数呈负相关。从第二对典型变量可以看出, 决定第二典型幼苗变量的主要因子为 3 个成正相关的性状: 幼苗高、子叶出土高和第一节间长。在影响其性状变异的 5 个环境因子中, 经度、年均温和年均日照时数与之呈正相关, 而纬度和海拔高则反之。

(2) 在生长性状组中, 第一对典型变量表明, 各环境因子对生长性状的变异均有一定的影响, 其中, 经度、年均温和年均日照时数与苗高、节间数和第五柄高呈正相关, 而纬度、海拔及年均降水量则反之; 从第二对典型变量则可以看出, 第二典型环境变量是年均日照时数的代表变量, 它对生长性状的影响相对比较复杂一些, 地径和节间数的变异与年均日照时数呈正相关, 但随着地径和节间数的增大, 又相应地引发苗高和第五柄高的反向变异。

(3) 在复叶性状组中, 决定第一典型复叶变量的性状是小叶性状, 包括小叶数、第一小叶长和第一小叶宽, 其中, 小叶数与第一小叶长、宽呈反相关。影响复叶性状的第一典型环境变量的主要因子是经度、纬度、年均温和年均日照时数。其中, 纬度与小叶数变异呈正相关, 与第一小叶长、宽呈反相关; 经度、年均温和年均日照时数则反之。决定第二典型复叶变量的性状是叶柄角, 影响其变异的主要因子是纬度、海拔、年均温和年均降水量。其中, 纬度、海拔和年均降水量和叶柄角变异呈正相关, 年均温与叶柄角呈反相关。

(4) 在生产力性状组中, 决定第一典型生产力变量的是全部呈正相关的 5 个生产力性状, 其中以苗皮重为主, 而影响生产力性状的第一典型环境变量的主要因子则是年均日照时数, 且与苗木生产力性状呈负相关。

### 3 结 论

黄皮树不同种源 1 年生苗木性状产生了大量的变异。在 4 个性状组中, 生产力性状组的变异系数较大, 一般在 20% 以上, 甚至高达 60% 以上; 而幼苗性状、复叶性状和生长性状组的变异较稳定, 变异系数相对较小, 一般在 10% ~ 20% 范围内。在 22 个苗木性状中, 有 18 个性状

表 4 典型相关系数显著性分析

性状组	相关系数 $\lambda$	统计量 $x^2$	临界值		显著性
			$x^2_{(0.05)}$	$x^2_{(0.01)}$	
幼	0.936 0	101.13	50.89	43.77	**
苗	0.789 1	45.03	37.57	31.41	**
性	0.617 7	19.83	26.22	21.03	
状	0.515 5	7.95	16.81	12.59	
	0.190 5	0.81	9.21	5.99	
生	0.804 4	63.50	42.98	36.42	**
长	0.750 1	34.55	30.58	25.00	**
性	0.594 8	12.93	20.09	15.51	
状	0.295 2	2.14	11.34	7.81	
复	0.798 3	59.30	42.98	36.42	**
叶	0.698 4	31.20	30.58	25.00	**
性	0.621 3	13.59	20.09	15.51	
状	0.254 2	1.57	11.34	7.81	
生	0.719 3	43.91	50.89	43.77	*
产	0.674 7	23.67	37.57	31.41	
力	0.507 3	12.92	26.22	21.03	
性	0.360 6	5.28	16.81	12.59	
状	0.294 1	1.99	9.21	5.99	

注: \* 为  $\alpha=0.05$  差异显著, \*\* 为  $\alpha=0.01$  差异显著。

表 5 黄皮树种源苗木性状变异与采种地主要环境因子典型相关分析

典型变量	幼苗性状组				生长性状组					
	因	典型变量		典型变量		因	典型变量		典型变量	
		$\lambda_1 = 0.936 0^{**}$		$\lambda_2 = 0.789 1^{**}$			$\lambda_1 = 0.804 4^{**}$		$\lambda_2 = 0.750 1^{**}$	
	子	$m_i$	$r_i$	$m_i$	$r_i$	子	$m_i$	$r_i$	$m_i$	$r_i$
环	$x_1$	-0.002 9	-0.286	-0.008 7	-0.764*	$x_1$	-0.086 2	0.390*	0.116 0	0.330
	$x_2$	0.010 1	0.146	0.070 8	0.924*	$x_2$	-0.164 9	-0.684*	0.219 4	-0.130
	$x_3$	-0.000 7	-0.837*	-0.000 2	0.454*	$x_3$	-0.000 5	-0.698*	0.000 1	-0.038
	$x_4$	-0.100 6	0.476*	-0.058 8	-0.760*	$x_4$	0.029 8	0.787*	0.155 8	0.302
	$x_5$	-0.000 2	-0.739*	0.000 1	0.296	$x_5$	0.000 6	-0.468*	0.000 5	0.259
	$x_6$	0.000 5	0.206	0.000 1	-0.548*	$x_6$	-0.000 4	0.338	0.000 1	0.602*
性	$Rl$	0.062 3	0.191	0.006 7	-0.292	$H$	-0.003 6	0.716*	-0.009 7	-0.230
	$Rn$	-0.137 2	-0.534*	0.007 0	0.044	$D$	-0.650 3	0.175	1.110 3	0.342
	$Hs$	0.145 5	0.056	0.038 3	-0.921*	$N$	0.173 4	0.882*	0.144 6	0.436*
	$Hc$	-0.113 6	-0.045	-0.190 1	-0.931*	$H5$	0.036 8	0.630*	-0.037 7	-0.547*
	$Hl$	-0.424 2	0.059	-0.251 2	-0.814*					

典型变量	复叶性状组				生产力性状组					
	因	典型变量		典型变量		因	典型变量		典型变量	
		$\lambda_1 = 0.798 3^{**}$		$\lambda_2 = 0.698 4^{**}$			$\lambda_1 = 0.719 3^*$			
	子	$m_i$	$r_i$	$m_i$	$r_i$	子	$m_i$	$r_i$	$m_i$	$r_i$
环	$x_1$	0.153 6	0.611*	0.027 3	-0.225	$x_1$	0.028 9	-0.126		
	$x_2$	0.166 4	-0.522*	0.057 7	0.449*	$x_2$	0.044 5	0.126		
	$x_3$	0.000 9	-0.135	0.000 8	0.749*	$x_3$	-0.001 0	-0.185		
	$x_4$	0.092 9	0.482*	-0.070 2	-0.766*	$x_4$	0.063 1	0.037		
	$x_5$	-0.000 8	-0.152	-0.000 9	0.492*	$x_5$	0.001 3	0.002		
	$x_6$	0.000 4	0.517*	0.000 9	-0.183	$x_6$	-0.001 5	-0.394*		
性	$Ba$	0.010 8	0.212	-0.006 4	-0.744*	$W1$	0.067 6	0.510*		
	$ln$	-0.148 8	-0.812*	0.060 8	-0.118	$W2$	0.230 2	0.797*		
	$ll$	0.290 9	0.630*	0.534 9	0.251	$W3$	-0.057 5	0.655*		
	$lw$	-0.318 8	0.483*	-1.017 4	-0.215	$Ws$	-0.074 9	0.768*		
						$Wb$	0.354 1	0.888*		

注:  $m_i$  为构成典型变量的各原始变量系数,  $r_i$  为典型变量与各原始变量的相关系数, \* 为显著相关 ( $\alpha = 0.05$ )。

种源间存在着显著差异, 其中 16 个性状达到了极显著性差异, 它们的变异主要由种源不同而引起的; 剩余 4 个性状, 种源间差异不显著。可见, 湖南黄皮树不同种源苗木性状存在着比较明显的变异, 这些变异是种源选择的基础, 并为黄皮树的进一步遗传改良提供了科学依据。

种源变异与采种地主要环境生态因子密切相关。典型相关分析表明, 黄皮树种源苗木性状与环境因子间构成 7 对显著相关的典型变量。其中, 纬度、海拔高、年均降水量与子叶出土高、幼苗高、苗高、第五柄高、节间数、第一小叶长和宽等性状变异呈显著的负相关, 而经度、年均温与这些性状呈明显的正相关。

不同种源黄皮树苗木的苗高、地径、苗皮重 3 个性状值多重比较说明, 龙山县石牌乡黄皮树种源苗木质量最好, 是生产的最佳选择。

## 参 考 文 献

- 1 Batnes B V. Phenotypic variation of Chinese aspens and their relationships to similar taxa in Europe and North America. *Can. J. Bot.*, 1993, 71(6): 799 ~ 815.
- 2 Aradhya K M. Genetic variability in fourteen provenances of *Eucalyptus* species in Hawaii. *Silvae Genetica*, 1993, 42(1): 9 ~ 15.
- 3 宫浦富保. 关东育种基本区のスギ地域差検定林 10 年次データの解析. 林木の育种, 1994, 170(1): 8 ~ 12.

## The Variabilities of the Provenance Seedling Character of *Phellodendron chinense* from Hunan Province

*Fu Dali*

**Abstract** The variabilities of 22 characters of *Phellodendron chinense* among 11 provenances from Hunan Province are analyzed. The results show that the variabilites of 18 characters are obvious and the variation coefficients of the production characters are higher than those of the young seedling, the leaf and the growth characters. On some objective characters such as bark weight, seedling height and diameter, the provenance P04 is higher than any other. Moreover, canonical correlative analysis indicates that latitude, altitude and precipitation of original site are negatively correlative to some young seedling and growth characters, such as the height of cotyledons, young seedling height, seedling height, the length and width of leaf and so on, but longitude, temperature are positively, correlative to those characters.

**Key words** *Phellodendron chinense* provenance seedling character variability

---

Fu Dali, Assistant Professor (Paulownia Research and Development Center of China Zhengzhou 450003).