

柏类引种试验研究*

李运兴¹⁾ 唐 行²⁾

(1) 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 532600, 广西凭祥;
2) 广东省广州林业学校, 510520, 广州; 第一作者 35 岁, 男, 工程师)

摘要 对柏类 4 个树种墨西哥柏、绿干柏、垂柏、巨柏共 12 个种源的引种结果表明, 不同树种和种源树高、胸径增长最大年份分别出现在造林后第 4 年和第 5 年; 造林后 10 a, 各树种和不同种源树高、胸径生长差异显著, 以墨西哥柏 3、2、6、7 号种源生长最快, 树高、胸径平均值在 10.4 m 和 15.2 cm 以上, 其中 3 号种源树高最大, 为 11.09 m, 6 号种源胸径最大, 为 16.9 cm, 分别比垂柏增加 9.9% 和 27.1%。各树种和种源都有倒伏现象, 倒伏程度与造林树种、林龄、立地有关。

关键词 墨西哥柏; 绿干柏; 垂柏; 巨柏; 种源; 引种试验

分类号 S722.7

柏树有 22 个属, 约 150 种, 广布南北半球; 我国有 8 属 30 种, 分布遍及全国, 多为优良用材树种及庭园观赏树种^[1], 墨西哥柏(*Cupressus lusitanica* Mill.) 原产墨西哥, 绿干柏(*C. arizonica* Greene) 原产美洲, 垂柏(*C. funebris* Endl.) 分布于我国南方, 巨柏(*C. gigantea* Chang et L. K. Fu) 产于西藏雅鲁藏布江流域的郎云县、米林及林芝等地。引进柏类树种, 进行种源试验研究, 以了解其适应性和生长差异, 为发挥柏类树种优势提供理论依据。1982 年 5 月热带林业实验中心参加了中国林科院林研所和林业部种子公司的柏类用材树种引种工作, 至今已历 10 余年, 先后引入墨西哥柏、绿干柏、垂柏、巨柏树种及其不同种源, 面积 3.37 hm², 现对 4 种柏树的 12 个种源试验情况进行分析探讨。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验林设在广西凭祥市郊, 22°05' N, 106°45' E, 属湿润至半湿润亚热带气候, 年均气温 19.9℃, 10 月积温 6 500~7 000℃, 最热月(7 月)平均气温 26.3℃, 最冷月(1 月)平均气温 12.1℃, 极端最低气温-0.5℃, 无霜期 360 d, 年降雨量 1 400 mm, 相对湿度 80%, 当地 60 年代始引种的垂柏试验地为杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.) 采伐迹地, 试验林立地概况详见表 1。

1.2 播种育苗

参试各树种种源种子均由中国林科院林研所提供, 其原产地概况见表 2。

在 3 月或 4 月份用 0.15% 的福尔马林液消毒种子 15 min, 再用水清洗 2~3 次, 用 45℃ 温水浸种 24 h (任其自然冷却), 将浸种后的种子在恒温 18~22℃ 下催芽, 待 80% 种子露白

* 本研究系“七五”国家重点科技项目“国内外重要造林树种的引种驯化”的一部分。参加本研究的还有吕广阳、符毓华、梁焕林同志, 承蒙汪炳根高级工程师提出宝贵修改意见, 深致谢意。

表1 试验林立地概况

区组	土壤类型	土壤质地	母岩	海拔/m	坡向	坡位	坡度/(°)	腐殖质层/cm	土层厚/m	土壤pH
	砖红壤	粘壤	中酸性火山岩	390	西北坡	上坡	17	< 5	1.0~1.5	< 6
	砖红壤	砂质粘壤土	中酸性火山岩	375	西北坡	中坡	37	> 10	2.0~2.5	< 6
	砖红壤	砂质粘壤土	中酸性火山岩	360	西北坡	中坡	40	> 10	2.0~2.5	< 6
	砖红壤	砂质粘壤土	中酸性火山岩	345	西北坡	下坡	40	> 10	2.0~2.5	< 6
	砖红壤	砂质粘壤土	中酸性火山岩	300	西北坡	下坡	40	> 10	2.0~2.5	< 6

表2 树种/种源原产地概况

树种	林科院编号	种源代号	产地	纬度	经度	海拔/m	年雨量/mm	年均温/°C	极端气温/°C
墨西哥柏	C-1	1	西班牙						
墨西哥柏	C-2	2	危地马拉	14°15' N	91°00' W	2 100			- 4、28
墨西哥柏	C-3(1)	3	肯尼亚	1°13' S	36°39' E	2 100	1 065	16.0	
墨西哥柏	C-3(2)	4	肯尼亚	0°10' S	35°35' E	2 300	1 228	15.1	
墨西哥柏	C-3(3)	5	肯尼亚	0°19' S	35°51' E	2 077	1 074	14.7	
墨西哥柏		6	危地马拉						
墨西哥柏	82126	7	墨西哥	25°00' N	100°00' W				
墨西哥柏	80172	8	埃塞俄比亚	9°00' N	38°31' E	2 400	1 500	13.0	
垂柏		9	中国四川	30~31°N	101°00' E				
绿干柏	C-4	10	美国						
绿干柏		11	南美						
巨柏		12	西藏林芝县	29°00' N	95°00' E	3 100			

即行播种; 搭棚遮荫, 防日灼; 每两星期喷波尔多液 1 次; 次年 2~4 月, 苗高平均 50 cm, 地径 0.4 cm 时出圃造林。

1.3 整地、造林和抚育管理

1985 年 2 月 15 日用 1 年生裸根苗, 按株行距 3 m × 3 m 定植。穴状整地, 挖 45 cm × 45 cm × 45 cm 半明穴。参试树种种源有墨西哥柏 8 个、绿干柏 2 个、垂柏 1 个(为对照树种种源), 巨柏 1 个, 合计为 12 个种源。随机区组设计, 以一个树种/种源为一试验小区, 7 株单列小区, 竖山排列, 5 个区组, 由下坡向上坡顺序排布。造林后头 3 a, 每年 4 月和 8 月铲草、除杂灌木 2 次。

1.4 观察、调查和统计方法

头 3 a 每星期观察物候 1 次, 年终分别树种/种源进行树高、胸径、冠幅测量, 采用方差分析和多重比较方法^[2]进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 树种/种源物候和适应性

2.1.1 树种/种源物候和旱害、寒害、虫害情况 墨西哥柏 2 年生即开花, 萌动期 1 月, 花期 1~4 月和 7~12 月, 果熟期 10~11 月和翌年 3~4 月; 垂柏花期 1~4 月, 果熟期 10 月下旬至 11 月。经多次调查, 所有树种/种源没有旱害、寒害发生, 但有极少数遭白蚁蛀食树皮及树干表面。

2.1.2 树种/种源成活率和保存率 4个树种12个种源的造林成活率都在91.4%以上(见表3),方差分析及多重比较(Q 检验)结果表明:不同树种/种源之间的成活率差异不显著;造林后10 a,不同树种/种源之间的保存率差异显著,4个树种间的保存率差异显著,依次为:垂柏(77.9%)、墨西哥柏(73.3%)、绿干柏(38.6%)、巨柏(11.4%),墨西哥柏种源间保存率亦存在显著差异,以2号种源最高,5、8号种源最低;各试验区组间保存率差异亦显著,依次为: 区组(72.9%)、 区组(70.8%)、 区组(66.9%)、 区组(52.0%)、 区组(48.6%)。

2.2 不同树种/种源生长规律

2.2.1 树高生长规律 各树种/种源在造林后第1年至第3年树高生长缓慢,年生长量在83 cm以下,在4年生时即进入树高速生期,并以第4年连年生长量最大,生长快的树种/种源可达1.87 m,速生期可持续1~4 a,第8年后树高连年生长量开始减少;墨西哥柏、垂柏速生持续期有3~4 a,而绿干柏、巨柏速生期较短,一般只有1 a,连年生长量最大值的多少和连年生长量开始减少出现年份因树种/种源而异(见表4)。

表4 各树种/种源树高、胸径连年生长量

cm

树种	种源	树高连年生长量					胸径连年生长量				
		3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8~10 a ^①	5 a	6 a	7 a	8~10 a ^①
墨西哥柏	1	57	113	108	96	79	44	2.21	1.18	0.98	0.78
墨西哥柏	2	63	173	139	130	147	71	3.22	1.39	1.50	1.41
墨西哥柏	3	53	186	145	113	128	96	3.03	1.40	1.13	1.46
墨西哥柏	4	54	183	153	103	152	34	3.10	1.47	2.05	1.10
墨西哥柏	5	83	129	157	102	99	35	2.97	0.97	1.02	0.86
墨西哥柏	6	52	141	143	137	123	75	2.77	1.73	1.58	1.78
墨西哥柏	7	69	187	167	157	89	69	3.41	1.83	1.32	1.43
墨西哥柏	8	55	123	115	115	106	47	2.05	1.16	0.89	1.20
垂柏	9	65	172	136	133	116	79	2.40	1.35	1.35	1.52
绿干柏	10	53	133	97	95	64	105	1.46	1.10	0.96	2.22
绿干柏	11	64	130	69	86	68	60	1.14	0.41	0.82	1.00
巨柏	12	17	96	108	60	90	65	2.73	0.10	1.25	2.67

①为8~10 a三年连年生长量平均值。

2.2.2 胸径生长规律 各树种/种源胸径连年生长量(见表4)最大值出现在造林后第5年,生长快的树种/种源可达3.00 cm以上,第6年后连年生长量开始下降,下降的大小因树种/种源而异,大部分墨西哥柏种源胸径连年生长量在造林后6~10 a仍保持在1.00 cm以上。

2.3 不同树种/种源高生长、径生长差异

2.3.1 树高差异 造林后1~5 a,各树种树高平均值依次为:墨西哥柏、垂柏、绿干柏、巨柏,6

表3 各树种/种源成活率、造林后10 a保存率的 Q 检验($\alpha=0.05$)

树种	种源	成活率	树种	种源	保存率
墨西哥柏	1	91.4	墨西哥柏	2	97.1
墨西哥柏	2	100.0	墨西哥柏	7	88.6
墨西哥柏	3	100.0	墨西哥柏	6	80.0
墨西哥柏	4	97.1	垂柏	9	77.9
墨西哥柏	5	97.1	墨西哥柏	3	77.1
墨西哥柏	6	97.1	墨西哥柏	1	68.9
墨西哥柏	7	97.1	墨西哥柏	4	65.7
墨西哥柏	8	94.3	墨西哥柏	5	54.3
垂柏	9	100.0	墨西哥柏	8	54.3
绿干柏	10	97.1	绿干柏	10	40.0
绿干柏	11	94.3	绿干柏	11	37.1
巨柏	12	94.3	巨柏	12	11.4

~ 10 a 墨西哥柏各种源树高平均值比垂柏有所减少, 而绿干柏、巨柏表现得较为稳定(见图 1); 墨西哥柏种源中有 2、3、6、7 号种源树高生长量始终居于前列, 但同一种源在不同时期树高排序位次表现不同(见图 2), 在造林后 10 a, 树高均值依次为: 墨西哥柏 3、2、7、6, 垂柏, 黑西哥柏 4, 绿干柏 10, 墨西哥柏 5、8, 绿干柏 11, 墨西哥柏 1, 巨柏; 不同树种/种源树高差异显著, 墨西哥柏各种源树高差异显著, 绿干柏两种源树高差异不显著, 各试验区组间差异显著, 依次为 (9.90 m)、(9.53 m)、(8.85 m)、(8.57 m)、(7.59 m), 各树种/种源 10 年生树高差异多重比较见表 5。

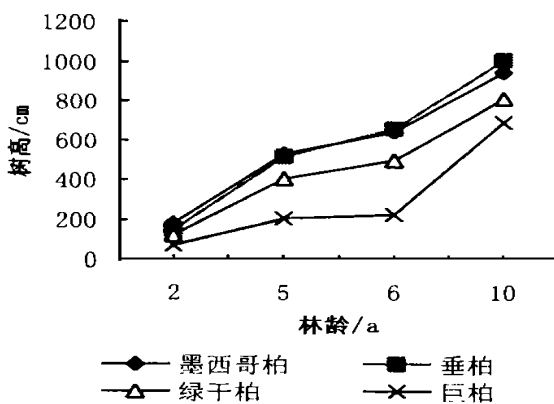


图 1 4 个柏类树种不同林龄树高差异

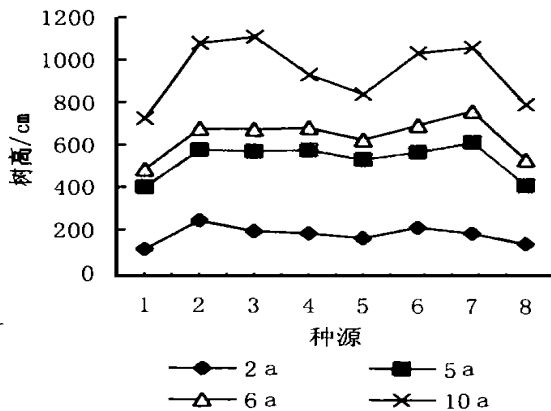


图 2 墨西哥柏种源不同林龄树高情况

表 5 不同树种/种源 10 年生树高、胸径生长 Q 检验 ($\alpha = 0.05$)

树 种	种源	树高/cm	树 种	种源	胸径/cm
墨西哥柏	3	1 109.3	墨西哥柏	6	16.9
墨西哥柏	2	1 080.3	墨西哥柏	2	16.4
墨西哥柏	7	1 064.3	墨西哥柏	7	16.2
墨西哥柏	6	1 037.3	墨西哥柏	3	15.2
垂 柏	9	1 009.3	墨西哥柏	4	15.2
墨西哥柏	4	935.0	垂 柏	9	13.3
绿 干 柏	10	875.8	巨 柏	12	13.1
墨西哥柏	5	845.5	绿 干 柏	10	12.8
墨西哥柏	8	799.3	墨西哥柏	5	12.2
绿 干 柏	11	750.3	墨西哥柏	8	11.4
墨西哥柏	1	724.5	墨西哥柏	1	10.2
巨 柏	12	692.3	绿 干 柏	11	9.2

2.3.2 径生长差异 不同树种、胸径均值在造林后 4~7 a, 依次为: 墨西哥柏、垂柏、绿干柏、巨柏, 10 年生时依次为: 墨西哥柏、垂柏、巨柏、绿干柏(见图 3); 墨西哥柏种源中有 6、7、3、2、4 号种源径生长量始终居于前列, 但同一种源在不同时期胸径排序位次也表现不同(见图 4); 在造林后 10 a, 胸径均值依次为: 墨西哥柏 6、2、7、3、4, 垂柏, 巨柏, 绿干柏 10, 墨西哥柏 5、8、1, 绿干柏 11, 不同树种和种源胸径差异显著, 墨西哥柏各种源胸径差异显著, 绿干柏两种源差异不显著, 各试验区组间差异显著, 依次为: (15.0 cm)、(13.7 cm)、(12.9 cm)、(12.3 cm)、(10.1 cm), 各树种/种源 10 年生胸径差异多重比较结果见表 5。

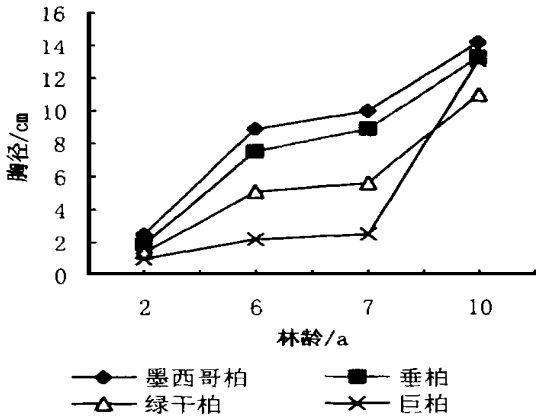


图3 4个柏类树种不同林龄胸径差异

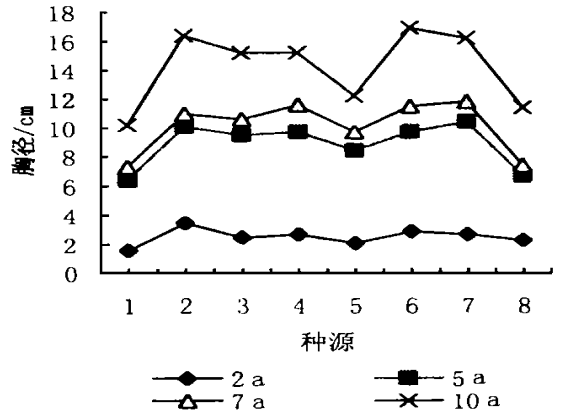


图4 墨西哥柏不同种源、不同林龄胸径情况

2.4 树种/种源倒伏与死亡特性

2.4.1 倒伏特性 在各树种/种源倒伏(倾角45°以上)株数的年度变化中,造林后第1年至第2年,没有倒伏现象,第3至第5年为倒伏多发年份,第6年以后出现轻度的倒伏,5年生时各树种/种源倒伏率差异不显著;造林后10 a,经多重比较(见表6)可知,各树种/种源倒伏率差异显著,4个树种的倒伏率依次为:墨西哥柏(38.3%)、垂柏(11.4%)、绿干柏(10.0%)、巨柏(5.7%),墨西哥柏、绿干柏种源间差异不显著,区组间倒伏率差异显著,坡度小,质地为粘壤土,有机质含量少的立地,倒伏程度较轻。

表6 参试树种/种源5、10年生倒伏率和死亡率 Q 检验(α=0.05)

%

5 年生				10 年生			
种源号	倒伏率	种源号	死亡率	种源号	倒伏率	种源号	死亡率
2	40.0	12	80.0	2	60.8	12	88.6
6	37.1	11	45.7	6	48.6	11	62.9
8	22.9	10	37.2	7	40.0	10	60.0
7	22.8	5	37.1	4	40.0	8	45.7
4	17.2	8	31.5	8	34.4	5	45.7
5	17.2	4	29.2	3	31.4	4	34.3
1	14.3	1	20.0	5	28.6	1	31.4
3	14.3	6	14.3	1	22.9	3	22.9
10	8.6	9	11.4	10	11.4	9	20.1
11	5.7	3	11.4	9	11.4	6	20.0
9	2.9	7	8.6	11	8.6	7	11.4
12	2.9	2	2.9	12	5.7	2	2.9
区组	倒伏率	区组	死亡率	区组	倒伏率	区组	死亡率
	27.4		40.5		38.1		47.6
	22.6		38.1		36.9		39.3
	16.7		23.8		31.0		33.3
	16.7		19.1		28.6		33.3
	2.4		15.5		7.2		32.2

2.4.2 死亡特性 分析各树种/种源死亡率的年度变化可见,造林后各树种/种源各年度死亡

率变化较均匀, 没有特殊年份出现, 5年生时各树种/种源死亡率差异显著; 造林后 10 a, 经多重比较(见表 6)可知, 各树种/种源死亡率差异显著, 4个树种的死亡率差异显著, 从大到小依次为: 巨柏(88.6%)、绿干柏(61.5%)、墨西哥柏(26.8%)、垂柏(20.1%); 墨西哥柏、绿干柏种源间差异不显著, 区组间死亡率差异不显著。

3 结语和建议

(1) 引种的墨西哥柏各种源能适应引种地的气候环境, 在山地红壤上能良好生长, 表现最好的为肯尼亚种源和危地马拉种源。造林后 10 a, 3号种源树高最大, 6号种源胸径最大, 分别比垂柏大 9.9% 和 27.1%。造林后 10 a 树高、胸径大小都排在前 4 位的有墨西哥 3、2、6、7 号种源, 它们可进入中试。绿干柏、巨柏两树种自然死亡率过高, 长势弱, 不宜发展。

(2) 在各树种/种源生长量年度变化中, 以造林后第 4 年树高增长最大, 第 5 年胸径增长最大。在造林后 10 a, 各树种树高、胸径差异显著, 墨西哥柏各种源间树高、胸径差异显著, 这说明发展柏类树种进行树种和种源选择很有必要。

(3) 墨西哥柏各种源、垂柏、巨柏和绿干柏两种源均存在着不同程度的倒伏, 倒伏程度的大小与树种、林龄、坡位、土壤肥力有关, 以墨西哥柏造林后第 3 至第 5 年, 土壤肥力较好的下山坡, 最易倒伏。这表明选择好树种和造林地可以减轻甚至避免倒伏。

参 考 文 献

- 1 中国树木志编辑委员会编. 中国树木志(第一卷). 北京: 中国林业出版社, 1983. 324~339.
- 2 郎奎健, 唐守正编著. IBM-PC 系列程序集——数理统计、调查规划、经营管理. 北京: 中国林业出版社, 1989. 100~106.

Study on the Introduction of *Cupressus* Species

Li Yunxing¹⁾ Tang Xing²⁾

(1) Experimental Center of Tropical Forestry, CAF, 532600, Pinxiang, Guangxi, China;

(2) Forestry School of Guangzhou, Guangdong Province, 510520, Guangzhou, China)

Abstract A species/provenance trial was conducted with 4 species, *Cupressus lusitanica*, *C. arizonica*, *C. funebris* and *C. gigantea*, and 12 provenances of them. The largest height increment and *DBH* (diameter at breast height) increment for all species and provenances occurred respectively at the 4th and 5th years after planting. There were significant differences in height and *DBH* among species and provenances 10 years after planting. Provenances 3, 2, 6, 7 of *C. lusitanica* displayed the best growth with average height and *DBH* above 10.4 m and 15.2 cm respectively. Provenance 3 showed the largest height (11.09 m) and provenance 6 showed the largest *DBH* (16.9 cm), 9.9% and 27.1% respectively larger than the height and *DBH* of *C. funebris*. Falling-down by wind occurred to all species and provenances. It relates to species, age and site conditions.

Key words *Cupressus lusitanica*; *C. arizonica*; *C. funebris*; *C. gigantea*; provenance; species trial