

东门杂交桉无性系生长变异研究

覃林波, 李霞, 赵英伟, 熊涛, 彭智邦, 马忠才, 王建忠*

(广西国有东门林场, 广西 扶绥 532108)

摘要: 为了解杂交桉无性系造林后生长变异情况, 以广西国有东门林场 6 年生的 35 个杂交桉无性系为研究对象, 对其 4 个生长性状及变异进行分析, 结果表明: 参试无性系的树高、胸径、材积和干形指数均值分别为 11.7 cm、17.8 m、0.108 2 m³ 和 2.5, 变异系数分别为 26.7%、22.1%、60.2%、40.8%。单株材积均值排名前 3 的无性系分别为 DH589-3、DH717-1、DH32-26, 均值分别为 0.159 93、0.144 42、0.144 20 m³。各生长性状在无性系间和无性系内均呈极显著差异。无性系重复力范围在 0.88 ~ 0.96, 单株重复力范围在 0.66 ~ 0.87, 重复力均在 0.66 以上, 说明无性系遗传稳定性较好。

关键词: 东门杂交桉; 无性系; 生长性状; 变异

中图分类号: S758.5+2

文献标志码: A

Study on Growth Variation Among Hybrid *Eucalyptus* Clones in Dongmen

QIN Linbo, LI Xia, ZHAO Yingwei, XIONG Tao,

PENG Zhibang, MA Zhongcai, Wang Jianzhong

(Guangxi State-owned Dongmen Forest Farm, Fusui 532108, Guangxi, China)

Abstract: The purpose of this study was to understand the growth variation of hybrid *Eucalyptus* clones in Dongmen. For this study, 35 6-year-old hybrid *Eucalyptus* clones were selected in Guangxi state-owned Dongmen Forest Farm, and their variation for four growth traits was analyzed. The results showed that the mean values of tree height, diameter at breast height, volume and stem shape index of the tested clones were 11.7 cm, 17.8 m, 0.108 2 m³ and 2.5 respectively, and the coefficients of variation for these traits were 26.7%, 22.1%, 60.2% and 40.8% respectively. Clones DH589-3, DH717-1 and DH32-26 were the best three clones for growth with average individual tree volumes of 0.159 9 m³, 0.144 4 m³ and 0.144 2 m³ respectively. There were significant differences in growth traits both among and within clones. The repeatability of clones for growth traits ranged from 0.88 to 0.96, and that of individual trees ranged from 0.66 to 0.87. That all repeatabilities were 0.66 or higher shows that the clonal inheritance for this cohort of 35 clones is stable.

Key words: hybrid *Eucalyptus* in Dongmen; clones; growth characters; variation

杂交桉是不同桉树(*Eucalyptus*)树种或同一树种不同基因型之间进行有性杂交获得的后代, 主要作为短周期工业用材林的造林材料。遗传其父母本优良性状, 具有速生丰产、轮伐期较短、干形直、林相相对整齐、出材率高、材质好等特点^[1]。东门杂交桉是东门林场在桉树种源引种成功的基础上进行遗传基因改良, 首先通过种源试验选优获得优良种源; 其次从优良种源中筛选优良家系建立家系试验林, 从中根据生长量测定和遗传力估算综合评定

选择出优良单株作为最初杂交亲本, 然后采收优树花粉开展人工杂交控制授粉工作^[2-3]。广西国有东门林场是首批国家桉树良种基地, 其桉树种质资源保存数量居全国之首, 杂交育种研究处于国内领先水平, 现存有尾叶桉(*E. urophylla*)、巨桉(*E. grandis*)、大花序桉(*E. cloeziana*)、粗皮桉(*E. pellita*)、赤桉(*E. camaldulensis*)、圆角桉(*E. tereticornis*)等多个桉树主要树种优良种源(家系), 拥有丰富遗传背景清晰、遗传基础广泛的桉树优良基因资源, 建立了有性与

基金项目: 广西林业科技推广示范项目“东门林场桉树新品种研发与推广”(桂林科学[2021]第30号)

作者简介: 覃林波(1987—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事桉树营林抚育管理工作, E-mail:445978271@qq.com

*通信作者: 王建忠(1985—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事桉树遗传改良及无性系开发研究, E-mail: 379760245@qq.com

无性系选育紧密相结合的改良育种体系^[4-5]。该林场从1985年开始桉树杂交育种研究,至2020年已建立保存杂交桉子代测定试验林13个,参试家系607个,共开发杂交桉无性系1529个,充分发挥了“有性育种,无性利用”的原则,使东门不断推出杂交桉新品种、良种,并通过扦插或组培无性繁殖技术实现了杂交桉无性系化。研究东门杂交桉无性系造林后的生长变异情况,以期今后选择优良无性系、优良抗风性品种及良种选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于广西东门林场华侨分场18林班34小班(22°20'N, 107°45'E),面积3.5 hm²,海拔189 m。土壤母岩多为砂岩、页岩,土壤为东门地区典型的砖红性红壤,土层深厚,普遍在80 cm以上,质地多为壤土至轻粘土,土壤pH值4.5~6.0,有机质含量2.00%~6.58%。试验地前作为尾巨桉林,坡度小于2°;年均气温21.2~22.3°,年无霜期346 d,年降雨量1000~1300 mm,相对湿度74%~83%。

1.2 试验材料与设计

试验林共有40个无性系,其中5个品种因台风原因生长破坏严重,最后选择保存较好的35个无性系进行试验分析,试验材料中,33个品种来源于东门林场2008年建立的杂交子代测定林,2013年伐桩促萌,取芽条扦插育苗,2个常规造林品种DH32-26和DH32-28作对照。2014年5月上山种植。试验采用随机区组设计,4个重复,单行8株小区。苗木采用扦插苗(轻基质容器苗),造林密度为2 m×3 m。

1.3 造林措施

试验地采用机耕全垦整地方式,先进行交叉裂土两次,然后过鸭脚犁一次,机耕深度45 cm以上,伐根残留少于5%以下,按株行距2 m×3 m人工定点挖坑,规格大小40 cm×40 cm×30 cm。造林前使用的基肥为东门林场自制的桉树专用肥,用尿素:钙镁磷:氯化钾(1.5:5.0:0.5)混合使用,同时每吨加硼砂10 kg、硫酸锌5 kg和硫酸铜5 kg,施肥量为0.5 kg穴⁻¹。定植当年6月份进行第一次铲草抚育,

带宽1.5 m范围内全铲,其他杂灌砍至20 cm以下,1.5 m范围外进行砍荒除杂,杂灌砍至30 cm以下。结合除草追肥,用尿素:钙镁磷:氯化钾(2.6:3.7:1.0)混合使用,施肥量为0.5 kg株⁻¹。

1.4 试验方法

于2020年2月对试验的35个无性系进行每木调查,胸径用钢卷尺测量;树高用瑞典生产的测高仪进行测定;干形指数分4级,1为干形差,分枝多、弯曲;2为干形较差,稍弯曲;3为干形较好;4为干形圆满通直。

1.5 数据统计与分析

(1)利用Excel 2007及DPS系统进行相关数据整理与统计分析。

(2)采用广西林业设计院研制的桉树单株材积公式^[6]: $V=0.000\ 039\ 269\ D^2H$,式中, D 表示胸径(cm), H 表示树高(m), V 表示单株材积(m³)。

(3)变异系数计算公式^[7-8]:利用方差分析表计算出样本均值、样本标准差,变异系数(%)=样本标准差/样本均值×100%。

(4)遗传参数重复力估算^[9-10]:无性系重复力=无性系方差分量/(无性系方差分量+机误方差分量/重复次数);单株重复力=无性系方差分量/(无性系方差分量+机误方差分量)。

2 结果与分析

2.1 生长性状表型分析

对各参试无性系胸径、树高、单株材积、以及整体的干形指数表型分析可知,试验林分各参试无性系整体生长良好,无性系试验林分的胸径、树高、材积均值分别达11.7 cm、17.8 m、0.108 2 m³,干形指数均值为2.5,对应的变异系数分别为26.7%、22.1%、60.2%、40.8%(表1~2)。

2.2 基本生长性状差异分析

参试无性系的树高、胸径、材积和干形指数4项生长性状指标差异明显,且在无性系间和无性系内差异均极显著,说明参试各无性系具有差异性,具有研究意义(表3)。

表1 各无性系生长性状均值

无性系号	胸径/cm	树高/m	单株材积/m ³	干形指数	无性系号	胸径/cm	树高/m	单株材积/m ³	干形指数
DH583-2	12.1	17.9	0.119 3	2.9	DH708A-1	10.3	16.2	0.071 8	1.9
DH589-3	13.9	20.3	0.159 9	3.1	DH708A-2	12.2	18.9	0.121 8	2.1
DH628-7	12.3	18.9	0.118 7	2.3	DH712-1	12.5	16.7	0.107 9	2.2
DH693-1	13.2	19.9	0.143 7	2.9	DH712-2	11.1	17.1	0.098 6	2.1
DH693A-3	12.3	18.6	0.122 0	2.4	DH712A-1	11.7	16.2	0.100 6	1.9
DH694-1	12.0	18.3	0.111 1	2.3	DH714A-1	10.9	17.3	0.084 9	1.5
DH694-2	13.2	17.6	0.139 7	3.1	DH715-2	8.6	16.6	0.061 5	2.2
DH694-3	10.1	14.7	0.070 2	1.6	DH717-1	13.6	17.3	0.144 4	2.4
DH694-4	13.1	18.2	0.131 8	2.3	DH717-2	12.8	18.1	0.129 5	2.3
DH694A-3	12.4	19.0	0.127 0	3.5	DH719-3	9.7	17.3	0.073 4	3.0
DH696-6	12.4	17.4	0.106 4	1.9	DH720A-1	12.6	20.1	0.135 6	3.2
DH697-5	10.5	16.5	0.084 9	2.4	DH722A-1	12.4	17.9	0.117 5	3.4
DH697-6	9.2	14.3	0.061 8	2.6	DH722A-2	12.1	20.0	0.122 0	3.3
DH697A-1	10.4	16.2	0.082 3	2.5	DH722A-6	11.6	18.0	0.102 0	3.3
DH705A-1	10.6	17.0	0.082 7	3.5	DH723-2	11.2	18.2	0.097 8	2.4
DH706-1	10.4	16.6	0.084 0	1.5	DH32-26	13.5	20.1	0.144 2	3.5
DH708-4	11.0	17.1	0.090 2	2.1	DH32-28	13.6	18.4	0.136 5	2.5
DH708-5	10.7	17.0	0.083 1	1.2					

表2 杂交桉无性系试验林基本生长情况表

性状	数量	最小值	最大值	极差	均值	标准差	变异系数
胸径	786	2.8	22.1	19.3	11.7	3.1	26.7
树高	786	4	24.2	20.2	17.8	3.9	22.1
材积	786	0.001 9	0.347 8	0.345 9	0.108 2	0.065 1	60.2
干形指数	786	1	4	3	2.5	1.0	40.8

表3 基本方差分析表

差异源	自由度	树高		胸径		材积		干形指数	
		均方	F 值	均方	F 值	均方	F 值	均方	F 值
无性系间	34	38.55	4.76**	35.9	2.68**	0.014 6	4.07**	8.7	16.47**
无性系内	138	18.1	2.23**	25.54	1.91**	0.007 3	2.03**	3.47	6.53**
总计	787								

注: **表示 $P < 0.01$ 。

2.3 多重比较分析

根据方差分析结果可知,各无性系材积指标差异达到极显著,可进行多重比较分析。表4的结果表明,参试35个无性系单株材积在5%显著水平上均表现出差异显著,单株材积均值排名前3的无性系分别为DH589-3、DH717-1、D32-26,单株材积均值分别为0.159 93 m³、0.144 42 m³、0.144 20 m³。

2.4 杂交桉无性系遗传参数分析

参试无性系生长性状遗传参数分析重复力是指

同一基因型的生物个体在不同时间或不同地点的表型持续稳定的程度,分析无性系的重复力对无性系选择和推广具有重要意义。由表5可知,各个性状的变异系数差异很大,胸径、树高、单株材积、干形指数变异系数分别达26.73%、22.11%、3.60.17%、40.80%。各个性状无性系重复力在0.88~0.96,单株重复力在0.66~0.87,两者均是干形指数最大,树高最小。无性系重复力均在0.66以上,说明其遗传稳定性较好。

表 4 杂交桉无性系生长性状邓肯多重比较结果

无性系	单株材积/m ³	5%显著水平	无性系	单株材积/m ³	5%显著水平	无性系	单株材积/m ³	5%显著水平
DH589-3	0.159 93	A	DH708A-2	0.121 82	ABCDEF	DH714A-1	0.084 92	ABCDEFGHIJ
DH717-1	0.144 42	AB	DH583-2	0.119 35	ABCDEF	DH697-5	0.084 87	ABCDEFGHIJ
DH32-26	0.144 20	AB	DH628-7	0.118 68	ABCDEF	DH706-1	0.084 01	ABCDEFGHIJ
DH693-1	0.143 73	ABC	DH722A-1	0.117 45	ABCDEF	DH708-5	0.083 12	ABCDEFGHIJ
DH694-2	0.139 73	ABC	DH694-1	0.111 10	ABCDEF	DH705A-1	0.082 68	ABCDEFGHIJ
DH32-28	0.136 46	ABC	DH712-1	0.107 89	ABCDEF	DH697A-1	0.082 30	ABCDEFGHIJ
DH720A-1	0.135 65	ABCD	DH696-6	0.106 37	ABCDEFGHI	DH719-3	0.073 37	ABCDEFGHIJ
DH694-4	0.131 80	ABCD	DH722A-6	0.102 04	ABCDEFGHI	DH708A-1	0.071 84	ABCDEFGHIJ
DH717-2	0.129 50	ABCDE	DH712A-1	0.100 59	ABCDEFGHI	DH694-3	0.070 23	ABCDEFGHIJ
DH694A-3	0.127 00	ABCDEF	DH712-2	0.098 57	ABCDEFGHI	DH697-6	0.061 80	ABCDEFGHIJ
DH722A-2	0.122 04	ABCDEF	DH723-2	0.097 75	ABCDEFGHI	DH715-2	0.061 49	ABCDEFGHIJ
DH693A-3	0.121 98	ABCDEF	DH708-4	0.090 25	ABCDEFGHI			

表 5 无性系生长性状遗传参数分析结果

性状	胸径	树高	单株材积	干形指数
标准差	3.1	3.9	0.065 1	1.0
平均值	11.7	17.8	0.108 2	2.5
变异系数	26.73	22.11	60.17	40.80
无性系重复力	0.90	0.88	0.89	0.96
单株重复力	0.69	0.66	0.67	0.87

用材造林材料, 生长适应性强、速生明显, 但近年来桉树的病害、虫害、风害等阻碍其正常生长发育的不利因素仍然存在且爆发态势严峻, 需通过进一步观察和测定相关的指标参数, 综合筛选出更优良的杂交桉无性系, 为其新品种研发和良种选育补充遗传材料, 为桉树的可持续利用提供科学理论指导。

3 结论与讨论

本研究表明各参试无性系干形指数均表现一般, 其中相对表现较好的无性系有 DH694A-3、DH705A-1、DH722A-1、DH722A-4、DH722A-6, 相对应干形指数分别为 3.5、3.5、3.4、3.3、3.3, 风害是影响桉树干形主要因素, 以上品种可通过开展抗风性等试验筛选出优良性能桉树无性系。以现有常规推广品种为对照, 筛选出 DH589-3、DH717-1、DH693-1 三个生长表现较好的无性系, 材积表型值分别为 0.159 93、0.144 42、0.143 73 m³, 分别比对照无性系 DH32-28 高出 17.20%、5.83%、5.33%, 具有开发为桉树良种的潜力, 可进一步开展中试。参试无性系群体树高、胸径、材积和干形指数均值分别为 11.7 cm、17.8 m、0.108 2 m³ 和 2.5, 变异系数分别为 26.7%、22.1%、60.2%、40.8%, 各生长性状在无性系间和无性系内均呈极显著差异。试验群体无性系重复力范围为 0.88 ~ 0.96, 单株重复力范围为 0.66 ~ 0.87, 重复力值均在 0.66 以上, 说明无性系遗传稳定性较好。

综上所述, 东门杂交桉作为重要的短周期工业

参考文献

- [1] 沈云. 广西东门林场尾巨桉扦插育苗技术研究[D]. 南宁: 广西大学, 2012.
- [2] 覃林波. 10 年生杂交桉无性系生长性状与木材纤维特征变异研究[D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [3] 罗泽清. 速生桉树栽培技术[J]. 广东科技, 2010, 19(20): 32-33.
- [4] 申文辉, 李宏伟, 黄锡泽, 等. 东门桉树无性系选育研究[J]. 桉树科技, 2004(2): 9-15.
- [5] 张磊, 熊涛, 王建忠, 等. 广西东门林场桉树无性系选育研究概述[J]. 桉树科技, 2015, 32(1): 45-49.
- [6] ZOBEL B J. Wood variation: its causes and control[J]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1989.
- [7] 岑巨延, 赵泽洪, 莫祝平, 等. 广西速丰桉数表研制项目研究报告[R]. 南宁: 广西林业勘测设计院, 2005.
- [8] 沈熙环. 林木育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [9] 陈孝丑. 枫香优树 14 年生子代遗传变异及选择[J]. 林业科学研究, 2015, 28(2): 183-187.
- [10] 续九如. 重复力及其在树木育种中的应用[J]. 北京林业大学学报, 1988, 10(4): 97-102.
- [11] 段安安, 张存旭, 毕春霞. 树木无性系测验中重复力估算方法的探讨[J]. 西北林学院学报, 1995(3): 21-24.