

大花序桉优树家系苗期性状的遗传变异

陈小中¹, 张临萍², 陈灸³, 刘欢欢⁴, 黄振³, 李佳蔓³, 杨汉波^{4,5*}

1. 四川省林业工作站, 四川 成都 610084;
2. 四川省林业和草原调查规划院, 四川 成都 610081;
3. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610084;
4. 四川农业大学林学院生态林业研究所, 四川 成都 611130;
5. 长江上游林业生态工程四川省重点实验室, 四川 成都 611130

2019-12-12 收稿, 2020-04-09 网络版发表

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



基金项目 国家重点研发计划项目 (2016YFD600501)

陈小中 (1972—), 男, 高级工程师, 学士, 494867195@qq.com

* 通讯作者, yanghanbo6@sicau.edu.cn

摘要 调查了大花序桉家系生长 (苗高、地径) 性状, 为大花序桉苗期遗传变异与选择提供理论依据。以 1 年生大花序桉为材料进行苗高和地径的遗传变异分析、方差分析、遗传参数估算, 利用隶属函数法综合选择优良家系。大花序桉苗高和地径在家系间差异极显著, 其重复力为 0.895 和 0.985。苗高和地径变异系数分别为 44.01% 和 65.96%。苗高家系遗传力和单株遗传力分别为 0.894 和 1.605, 地径家系遗传力和单株遗传力分别为 0.985 和 2.935。相关性分析结果表明, 苗高和地径呈负相关, 但不显著。一般配合力分析结果表明, 苗高和地径一般配合力高的家系差异较大, 难以进行联合筛选, 需进一步分析。大花序桉家系幼苗生长性状存在丰富的遗传变异, 且受到较强的遗传控制, 有较好的遗传改良潜力。大花序桉幼苗苗高和地径具有独立性, 可进行单独定向选择。针对育种目标, 利用隶属函数法最终选择出 5 个优良家系 (39、19、38、25 和 13), 其中家系 39 和 19 地径增益巨大, 分别为 254.47% 和 123.59%, 可作为优良亲本选择或定向培育材料。

关键词 大花序桉; 家系; 苗期; 遗传变异; 选择

大花序桉 (*Eucalyptus cloeziana* F. Muell.), 又名昆士兰桉, 木材纹理直, 基本密度大, 材积生长率高, 心材黄褐色至浅红褐色, 是极具培育价值的中大径材树种之一^[1-3]。我国从 1972 年开始引种大花序桉, 1989 年建立了大花序桉 11 个种源的区域试验林^[4]。大花序桉在我国南方的发展空间较大, 其最适分布区主要集中在广东、广西、海南和福建沿海^[5]。其生长较迅速, 材质优良, 其木材品质与黄花梨相当, 如 17 年生大花序桉平均基本密度达 $0.706 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 目前已在广西、福建等地广泛用于实木用材林的营建^[6,7]。四川省林业科学研究院于 1983 年开始大花序桉引种试验, 在黑龙潭基地, 33 年生大花序桉优树

树高 28.5 m、胸径 55.5 cm, 被筛选为生长良好且极具生长潜力的树种之一。2012 年四川省林业科学研究院在宜宾市建立大花序桉种源试验林, 6 年生试验林平均树高、胸径和单株材积分别达 10.2 m、11.4 cm 和 0.059 m^3 , 表现出相当大的生长潜力, 在当前具有重要的研究、开发和推广利用价值。

大花序桉作为实木材和中大径材的培育对象, 逐渐成为桉树研究领域的热点^[8]。国内外林木育种学家围绕大花序桉开展了一系列的研究, Bootle^[9]、Dickinson^[10]、Phillips^[11]、Muneri^[12] 等对大花序桉的幼龄林材和成熟材的木材密度进行研究。李昌荣等^[6] 分析了广西东门林场 11 个种源的 17 年生大花序

引用格式: 陈小中, 张临萍, 陈灸, 等. 大花序桉优树家系苗期性状的遗传变异[J]. 四川林业科技, 2020, 41(2): 8-14.

Chen X Z, Zhang L P, Chen Z, et al. Genetic variation and selection of seedling traits in superior *Eucalyptus cloeziana* families[J]. Journal of Sichuan Forestry Science and Technology, 2020, 41(2): 8-14. doi: 10.12172/201912120001.

桉木材基本密度遗传变异。杨汉波等^[13]开展5个大花序桉种源引种的生长性状遗传变异和早期评价。邓紫宇等^[14]利用SSR分子标记技术研究了大花序桉4个主要分布区的群体遗传多样性,并将其划分为北部和南部两大类。余玉珠等^[8]通过木材树皮率、横向全干缩率和体积全干缩率等性状对6年生大花序桉9个种源木材物理性质在种源、树干高度及径向上的变异规律进行了研究。玉首杰^[15]参照红木干燥方法开展了大花序桉用于家具制造的探索,发现其木材含水率达到红木制作家具成品木材的标准,制成的家具高端大气,有红木古典家私的高雅风范,成功解决了家具加工的工艺问题。迄今为止,对大花序桉良种选育主要集中在种源和无性系的选择上,对大花序桉半同胞家系苗期特性还缺乏必要了解。苗期性状及遗传特性是林木良种家系选择的有效途径,具有加快育种进程、提早获得林木改良经济回报、方法简单、投产迅速且增益较高等优点^[16,17]。因此,本文以27个半同胞家系的大花序桉1年生苗为研究对象,通过对大花序桉半同胞家系苗期生长性状的测定,比较不同半同胞家系苗期生长指标的差异,旨在初步筛选出优良的大花序桉半同胞家系,以期为大花序桉优良家系的苗期选育提供一定的理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验地位于四川省成都市郫都区唐昌镇现代化育苗基地(103.779041°E, 30.937384°N),属亚热带季风性湿润气候,夏无酷暑,冬无严寒,雨量充沛。年均气温16℃,降水量979.4 mm,日照1 014 h。

供试的27个大花序桉半同胞家系于2017年10月全部采自宜宾市6年生大花序桉引种试验林的优良单株(见表1),该大花序桉种源试验林种源由澳大利亚CSIRO中心提供,6年生时试验林生长良好,保存率在79%以上,平均树高、胸径和单株材

积分别为10.2 m、11.4 cm和0.059 m³^[13]。大花序桉种子即将成熟且少部分已脱落时采集。在2018年3月,将采集的大花序桉种子采用随机区组实验设计分别进行播种育苗。幼苗出土后,适时除草、松土,按常规方法进行育苗和苗期管理。

1.2 性状调查方法

生长指标的测定方法:2019年7月对大花序桉1年生苗的株高(H)和地径(DGL)的生长状况进行测量。测定时在每小区随机选取10株植株,重复3次,用钢卷尺和游标卡尺分别测量苗木的H和DGL(距地面大约2 cm处的幼苗直径)。

1.3 数据统计分析方法

使用EXCEL 2013进行数据分析处理和图表制作。使用林木单地点半同胞子代测定分析软件HalfSibSS 1.0计算每个性状的方差分量、方差分量的假设检验统计量、家系遗传力、单株遗传力和性状间的遗传关系^[18]。

统计分析模型为:

$$y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + BF_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

式中, y_{ijk} 为第*i*个区组第*j*个家系第*k*个单株的数量性状值; μ 为总体平均值; B_i 为第*i*个区组的固定效益, $i=1, 2, 3, \dots, b$; F_j 为第*j*个家系的随机效应, $j=1, 2, \dots, f$; BF_{ij} 为第*i*个区组第*j*个家系的随机效应; e_{ijk} 为第*i*个区组第*j*个家系第*k*个单株的随机误差。

家系重复力采用公式: $R=1-1/F$,式中, F 为方差分析的*F*值^[19]。

变异系数: $CV=SD/\bar{x} \times 100\%$,式中, CV 为变异系数, SD 为各性状的标准差, \bar{x} 为各性状均值。

一般配合力(GCA)采用公式: $g=x-\mu$,式中, g 为亲本的一般配合力, x 为亲本的某个交配组合在某个性状的子代平均值, μ 为这个性状所有组合的子代总平均值。

用隶属函数法综合各项指标进行评价^[20],隶属函数值计算公式为:

$$T_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{jmin}}{X_{jmax} - X_{jmin}} \quad (2)$$

式中, i 表示某个家系, j 表示某项指标, T_{ij} 表示*i*家系*j*指标的隶属函数值, X_{ij} 表示*i*家系*j*指标的测定值, X_{jmin} 表示所有家系*j*指标的最小值, X_{jmax} 表示所有家系*j*指标的最大值。某一个体某一指标的

表1 试验材料

Tab. 1 Experimental materials

来源Source	编号No.						
	3	5	7	8	9	11	13
27个半同胞家系	14	15	16	17	18	19	22
27 Half-sib families	24	25	26	28	29	30	31
	32	34	36	38	39	41	

隶属函数值越大,表明该指标越靠近最大值。

家系现实遗传增益估算公式:

$$\Delta G_f = S/\bar{X} \times 100\%^{[21]} \quad (3)$$

式中, S 为选择差, \bar{X} 为各性状平均值。

单株遗传增益估算公式: $\Delta G_s = (R/\bar{X}) \times 100\%$
 $R = h^2 \cdot S^{[21]}$ 。式中, R 为选择反应, S 为选择差, \bar{X} 表示各性状平均值。

2 结果与分析

2.1 生长性状的变异分析

参试的 27 个家系苗高 (H) 和地径 (DGL) 性状调查情况 (见表 2) 表明: 苗高平均 9.12 cm, 地径平均 3.06 mm, 其最小值仅为 1.37 cm 和 0.78 mm, 最大值为 27.00 cm 和 18.00 mm。苗高和地径表型变

异系数分别高达 44.01% 和 65.96%。说明 1 年生大花序桉家系各性状间存在极为丰富的遗传变异, 在家系和单株水平上具有巨大的遗传改良潜力。

2.2 生长性状的方差分析及遗传参数

表 3 表明: 大花序桉苗高和地径在家系间差异极显著。苗高和地径具有较高的重复力, 分别为 0.895 和 0.985, 这表明大花序桉家系生长性状遗传变异显著, 受较高强度的遗传控制。性状间遗传相关分析结果表明: 苗高和地径的遗传相关两两之间呈负相关关系, 但不显著 ($r = -0.5778$, $P > 0.05$), 说明大花序桉苗期苗高和地径性状可能是独立进行遗传。苗高和地径均具有高的家系遗传力, 均超过 0.8, 地径的家系遗传力高达 0.985。从单株遗传力来看, 苗高和地径的单株遗传力均相当大。

表 2 参试家系各性状测定值
 Tab. 2 Measured values of various traits in the tested families

性状 Traits	平均值 Mean	标准差 Standard deviation	表型变异系数 Phenotype variable coefficient/%	变幅 Range of variation
苗高 H/cm	9.12	4.02	44.01	1.37 ~ 27.00
地径 DGL/mm	3.06	2.02	65.96	0.78 ~ 18.00

H: height, DGL: diameter at ground

表 3 大花序桉家系各性状方差分析及重复力估算
 Tab. 3 Variance analysis and estimation of repeatability of traits in *E. cloeziana* F. Muell. families

变异来源 Variation of source	自由度 df	方差分量 Variance components	F 值 F value	家系遗传力 Family heredity edity	单株遗传力 Single heredity	重复力 Repeatability
H	26	6.599	9.479**	0.894	1.605	0.895
DGL	26	3.066	68.235**	0.985	2.935	0.985

注: **代表 $P < 0.01$, 差异极显著 Note: ** represents $P < 0.01$, the difference is extremely significant.

2.3 各性状一般配合力分析

各性状一般配合力 (GCA) 见表 4。苗高一般配合力变化范围为 -6.989 (家系 19) -5.909 (家系 38), 其中 18 个家系的一般配合力为正值, 9 个家系的一般配合力为负值。地径一般配合力变化范围为 -1.151 (家系 34) -7.777 (家系 39), 其中 5 个家系的一般配合力为正值, 22 个家系的一般配合力为负值。6 个家系的苗高一般配合力较高, 均在 2.0 以上。2 个家系的地径一般配合力较高, 分别为 3.777 (家系 19) 和 7.777 (家系 39), 其余均在 1.0 以下。其中家系 13 和 25 苗高和地径一般配合力均较高, 其亲本可选作优良亲本材料。

2.4 优良家系选择

为选育生长量大的家系, 采用隶属函数法共筛

选出 5 个家系 39、19、38、25 和 13 (见表 5)。与整体平均值相比, 筛选出的家系生长性状都有不同程度的提高, 其中苗高的增益最大为 64.75%, 地径的增益最大为 254.47% (见表 6)。家系 39 和家系 19 的地径增益巨大, 分别为 254.47% 和 123.59%, 但它们的苗高增益为负值, 可用作培育高胸径生长量潜力优良家系的定向培育, 或作为优良的杂交亲本, 以获得其优良的地径生长性状。

3 讨论和结论

遗传变异是选择的基础, 对变异来源、特点和规律的研究是进行树种改良并获得遗传增益的理论前提^[22, 23]。陈益泰^[24]综合分析了不同树种、指标的评价结果, 认为在林木苗期开展早期选择是有效的、可行的。苗高和地径是反映苗木质量最直观的

表 4 各家系不同性状一般配合力
 Tab. 4 General combining ability values of different traits among different families

家系Family	H	DGL	家系Family	H	DGL
3	2.642	-0.199	24	-0.891	-0.084
5	-0.558	-0.541	25	2.709	0.131
7	-2.325	-0.851	26	2.309	-0.119
8	1.509	-0.516	28	0.075	-0.555
9	0.309	-0.338	29	-2.525	-1.072
11	1.309	-0.099	30	0.175	-0.516
13	2.475	0.175	31	0.975	-0.462
14	0.075	-0.602	32	-2.858	-1.028
15	0.565	-0.257	34	-3.225	-1.151
16	-0.958	-1.004	36	0.842	-0.327
17	0.542	-0.157	38	5.909	0.280
18	1.075	-0.265	39	-6.539	7.777
19	-6.989	3.777	41	2.342	-0.642
22	0.875	-0.847			

表 5 大花序桉家系不同性状隶属函数值及排序
 Tab. 5 Membership function values of different traits of *E. cloeziana* families

家系 Family	H隶属函数值 Membership function value of H	DGL隶属函数值 Membership function value of DGL	平均隶属函数值 Average membership function value	排序 Order
39	-0.310	3.311	1.500	1
19	-0.351	1.950	0.799	2
38	0.821	0.761	0.791	3
25	0.530	0.710	0.620	4
13	0.509	0.725	0.617	5
3	0.524	0.598	0.561	6
26	0.494	0.625	0.559	7
11	0.403	0.632	0.517	8
18	0.382	0.575	0.478	9
17	0.333	0.612	0.473	10
41	0.497	0.447	0.472	11
36	0.361	0.554	0.457	12
15	0.335	0.578	0.457	13
8	0.421	0.490	0.456	14
31	0.373	0.508	0.440	15
9	0.312	0.550	0.431	16
24	0.203	0.637	0.420	17
30	0.300	0.490	0.395	18
28	0.291	0.477	0.384	19
14	0.291	0.461	0.376	20
22	0.364	0.377	0.370	21
5	0.233	0.481	0.357	22
16	0.197	0.324	0.260	23
7	0.073	0.376	0.224	24
29	0.055	0.301	0.178	25
32	0.024	0.316	0.170	26
34	-0.009	0.274	0.132	27

表6 综合选育的优良家系特征描述
Tab. 6 Comprehensive selection of optimal family characteristics

性状 Traits	优良家系 Optimal family									
	39	增益 Gain/%	19	增益 Gain/%	38	增益 Gain/%	25	增益 Gain/%	13	增益 Gain/%
H	2.59	-71.67	2.14	-76.59	15.03	64.75	11.83	29.68	11.60	27.13
DGL	10.83	254.47	6.83	123.59	3.34	9.15	3.19	4.29	3.23	5.72

指标^[25]。本研究通过对1年生27个大花序桉家系生长性状进行统计分析发现,苗高和地径在家系间差异极显著,说明家系水平具有较大的遗传改良潜力。生长性状遗传力、重复力估算结果表明,苗高和地径受高强度的遗传控制,家系生长遗传改良具有可行性。这与桢楠、白栎及麻栎苗期评价和选择研究的结论基本保持一致^[26-28]。

遗传力表示亲本某一性状遗传给子代能力的大小,是估算遗传增益的重要参数^[29]。本研究中,苗高和地径家系遗传力均高于6年生大花序桉种源^[13]、1年生赤桉家系^[30],所有性状的家系遗传力均高于0.8,属高遗传力,表明所选材料各性能稳定遗传^[31]。大花序桉苗高和地径的单株遗传力分别为0.985和2.935,均超过杨汉波等^[13]对6年生大花序桉种源、尚秀华等^[30]对1年生赤桉家系的研究结果。单株遗传力较高,表明可在家系内进行优良单株的筛选,可为优良种质的发掘、优良亲本的选配和种子园营建提供材料^[32]。本研究中各性状单株遗传力均高于家系遗传力,明显高于赤桉、邓恩桉种源、家系的研究结果^[30,33],表明各性状在单株水平上的遗传能力强于家系,单株在各性状的遗传差异具稳定的遗传能力。配合力反映亲本优良性状传递给子代的相对能力,其大小与具体性状有关^[34]。除家系25和13各性状一般配合力均较高,其亲本可作为优良亲本材料外,其余家系不同性状一般配合力高的家系差异较大,难以进行联合选择,需结合隶属函数法进一步对家系进行评价选择。家系39和19地径性状一般配合力较高,家系38苗高性状的一般配

合力较高,可作为特异亲本或材料加以选择、开发。

育种目标决定育种方向,大花序桉是极具培育价值的锯材树种,但作为中大径材培育的周期较长,为缩短育种周期,选育高生长量的优质大花序桉资源,本文结合大花序桉实际情况,采用隶属函数法对各家系进行苗期评价。本研究在隶属函数法评分的基础上,选择分数靠前的5个家系作为优良家系,入选率为18.5%,其中家系39和19苗高和地径遗传增益形成两个相反的极端,地径遗传增益极高,分别为254.47%和123.59%,而苗高遗传增益分别为-71.67%和-76.59%,这两个家系可考虑作为特异优良亲本培育,用于杂交育种有望获得高杂种优势的杂交种质。家系38、25和13苗高和地径均存在较高的遗传增益,高于红松^[32]、桢楠^[26]、麻栎^[28]等针、阔叶用材树种,表明利用苗期生长性状选择对大花序桉进行遗传改良具有较好的效果,入选的家系在生长上存在明显的优势,若用优良家系进行生产造林,有望减少林分工艺成熟时间,进而提高经济效益^[35]。

1年生大花序桉家系苗高和地径性状存在丰富的遗传变异,且受到高的遗传控制,有非常好的遗传改良潜力。综合生长指标结合隶属函数法,初步选定家系39、19、38、25和13为优良家系。本次试验是对1年生大花序桉幼苗进行测定和评价,其结果仅为大花序桉优良家系早期选额提供参考,初选的可靠性和稳定性还有待对区域造林试验的表现进行跟踪观测和验证分析。然而,本次研究至少为大花序桉早期选择提供了一定的理论依据和创新思路。

参考文献

- [1] 祁述雄. 中国桉树[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002.
- [2] 姜笑梅, 叶克林, 吕建雄. 中国桉树和相思人工林木材形质与加工利用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [3] 王建忠, 熊涛, 张磊, 等. 25年生大花序桉种源生长与形质性状的遗传变异与选择[J]. 林业科学研究, 2016, 29(5): 705-713.
- [4] 韦炬, 王国祥. 万亩桉树示范林[C]. 广东湛江: 国际桉树学术研讨会, 1990.
- [5] 欧阳林男, 陈少雄, 何少娥, 等. 基于MaxEnt模型对大花序桉在我国南方的适生区预测[J]. 桉树科技, 2017, 34(4): 1-9.
- [6] 李昌荣, 项东云, 陈健波, 等. 大花序桉木材基本密度的变异研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(6): 158-162.
- [7] 黄振, 张俊, 陈炎, 等. 大花序桉国内遗传育种现状与研究展望[J]. 四川林业科技, 2018, 39(1): 17-21.
- [8] 余玉珠, 苏远玉, 陆艳柳, 等. 大花序桉种源幼龄木材物理性质变异[J]. 桉树科技, 2019, 36(2): 9-15.
- [9] Bootle K. Wood in Australia: Types, properties and uses [M]. Sydney, Australia Mo Graw-Hill Book Company, 1983.

- [10] Dickinson GR, Nikle DG, Leggate W, et al. Variation in *Eucalyptus cloeziana* in coastal north Queensland plantings and implications for future improvement strategies [C]// Proceeding of QFRI-IUFRO Conference. Caloundra, Queensland, Australia, 1996, 27 October-1 November.
- [11] Phillips FH. The pulping and papermaking potential of young plantation-grown *Eucalypts* from Dongmen, China Technical Communication No. 40 [R]. In China-Australia afforestation project at Dongmen State-owned Forest Farm, People's Republic of China, 1989, 20-24 October.
- [12] Muneri A, Leggate W, Palmer G. Relationships between surface growth strain and some trees: Wood and sawn timber characteristics of *Eucalyptus cloeziana* [J]. *S. Afr. For. J.*, 1999, 186: 41-49.
- [13] 杨汉波, 郭洪英, 陈炎, 等. 引种桉树种源生长性状的遗传变异及早期评价[J]. *西北林学院学报*, 2019, 34(6): 1-7.
- [14] 邓紫宇, 陈健波, 郭东强, 等. 大花序桉的遗传多样性分析[J]. *林业科学研究*, 2019, 32(4): 41-46.
- [15] 玉首杰, 邓海群. 大花序桉(澳洲大花梨)木材用于家具制造的探索[J]. *国际木业*, 2019, 49(1): 39-40.
- [16] 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规律研究[J]. *林业科学*, 2003, 39(1): 179-183.
- [17] 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.
- [18] 童春发, 卫巍, 尹辉, 等. 林木半同胞子代测定遗传模型分析[J]. *林业科学*, 2010, 46(1): 29-34.
- [19] 续九如. 林木数量遗传学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [20] 李斌, 刘立强, 罗淑萍, 等. 扁桃花芽的抗寒性测定与综合评价[J]. *经济林研究*, 2012, 30(3): 16-21.
- [21] 朱之梯. 林木遗传学基础[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990.
- [22] 凌娟娟, 肖遥, 杨桂娟, 等. 灰楸无性系生长和形质性状变异与研究[J]. *林业科学研究*, 2019, 32(5): 149-156.
- [23] White TL, Adams WT. *Forest Genetics* [M]. CABI, 2007.
- [24] 陈益泰. 林木早期选择研究新进展[J]. *林业科学研究*, 1994, 7(7): 13-22.
- [25] 王国良, 罗建勋, 文吉富, 等. 马尾松种子园半同胞家系子代苗期性状遗传变异[J]. *四川林业科技*, 2009, 30(3): 18-21.
- [26] 王戈, 唐源盛, 杨汉波, 等. 桉楠优良种源/家系苗期评价和选择研究[J]. *四川林业科技*, 2019, 40(3): 63-66.
- [27] 刘宇, 徐焕文, 边秀艳, 等. 白桦半同胞家系苗期生长和光合特性及其选育评价指标筛选[J]. *西北植物学报*, 2013, 33(5): 0963-0969.
- [28] 董章凯, 邢世岩, 王亚明, 等. 麻栎半同胞家系苗期特性分析[J]. *东北林业大学学报*, 2011, 39(4): 27-36.
- [29] 卢超, 高明博, 焦小钟, 等. 几个小麦亲本主要农艺性状的配合力评价及遗传力分析[J]. *麦类作物学报*, 2010, 30(6): 1023-1028.
- [30] 尚秀华, 罗建中, 张沛健, 等. 早期赤桉家系生长与抗风性遗传分析[J]. *分子植物育种*, 2017a, 15(5): 1918-1926.
- [31] Zhao XY, Li Y, Zheng M, et al. Comparative analysis of growth and photosynthetic characteristics of (*Populus simonii* × *P. nigra*) × (*P. nigra* × *P. simonii*) hybrid clones of different ploidies [J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0119259.
- [32] 张秦徽, 王洪武, 姜国云, 等. 红松半同胞家系变异分析及选择研究[J]. *植物研究*, 2019, 39(4): 557-567.
- [33] 罗建中, Roger A, 项东云, 等. 邓恩桉生长、木材密度和树皮厚度的遗传变异研究[J]. *林业科学研究*, 2009, 22(6): 758-764.
- [34] 周志春, 金国庆, 秦国峰, 等. 马尾松纸浆材重要经济性状配合力及杂种优势分析[J]. *林业科学*, 2004, 40(4): 52-57.
- [35] 贾庆彬, 张含国, 张磊, 等. 杂种落叶松家系变异分析与优良家系选择[J]. *东北林业大学学报*, 2016, 44(4): 1-7.

Summary for “大花序桉优树家系苗期性状的遗传变异”

Genetic Variation and Selection of Seedling Traits in Superior *Eucalyptus cloeziana* Families

CHEN Xiaozhong¹, ZHANG Linpin², CHEN Zhi³, LIU Huanhuan⁴, HUANG Zhen³, LI Jiaman³, YANG Hanbo^{4,5*}

¹ Sichuan Forestry Working Station, Chengdu 610084, China;

² Sichuan Forestry and Grassland Inventory and Planning Institute, Chengdu 610081, China;

³ Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610084, China;

⁴ Institute of Ecology & Forestry, College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China;

⁵ Key laboratory of Ecological Forestry Engineering of Sichuan Province, Chengdu 611130, China

* Corresponding author, yanghanbo6@sicau.edu.cn

Abstract In order to provide theoretical basis for genetic variation and selection of *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. families at seedling stage, the growth (tree height and diameter at ground) of *E. cloeziana* families were investigated. One-year-old *E. cloeziana* was used to carry out genetic variation, variance, and genetic parameters estimation of seedling height and ground diameter, and superior families were comprehensively selected by the membership function method. The height and diameter at ground of *E. cloeziana* were significantly different among the families, and the repeatability was between 0.895 and 0.985. The coefficient of variation of height and diameter at ground were 44.01% and 65.96%, respectively. The family heredity and single heredity of height were 0.894 and 1.605, and the family and single heredity of diameter at ground were 0.985 and 2.935, respectively. Correlation analysis results showed that seedling height and ground diameter were negatively correlated, but not significant. The results of general combining ability analysis showed that the families with high general combining ability of different traits had great differences, which was difficult to carry out combined screening and further analysis was needed. There were abundant genetic variations in seedling growth traits of *E. cloeziana* families, which were under strong genetic control and had good genetic improvement potential. The height and ground diameter of *E. cloeziana* families were independent and could be individually oriented. Five optimal families (39, 19, 38, 25, and 13) were selected through the membership function method. Family 39 and 19 had extremely high genetic gain of ground diameter, and they could be used as excellent parents and (or) directive breeding materials.

Key words *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.; Family; Seedling; Genetic variation; Selection

doi: [10.12172/201912120001](https://doi.org/10.12172/201912120001)