

文章编号:1001—7380(2023)03—0018—03

红花香椿子代变异研究及早期选择

许小娟

(安溪林业局,福建 安溪 362411)

摘要:对12个红花香椿家系2年生优树自由授粉子代测定林进行观测分析,结果表明:试验林2年生时树高、地径、保存率均值分别为1.44 m,4.39 cm,88.50%,在家系间存在极显著差异,树高、地径、保存率的家系遗传力分别为0.550,0.521,0.774,远大于单株遗传力0.125,0.102,0.146。以20%的入选率筛选优良家系,兼顾树高、地径、保存率均值大于试验林整体均值为标准,筛选了10,12号2个家系,入选的优良家系树高、地径、保存率均值为1.70 m,5.39 cm,96.37%,现实增益平均为17.71%,19.10%,8.89%,遗传增益平均为9.76%,9.95%,6.88%。这些优良家系充实了红花香椿育种群体,可尽早在与试验区相似的地区以家系的形式推广试种。

关键词:红花香椿;优良家系;子代测定;早期选择

中图分类号:S644.4;S722.3⁺3

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2023.03.004

Study on variation and early selection of offspring of *Toona rubriflora*

Xu Xiaojuan

(Anxi County Forestry Bureau, Fujian, Anxi 362411, China)

Abstract: The results of observation and analysis on the test forest of free pollination progeny of 12 Chinese toon families with 2-year-old superior trees showed that the average values of tree height, ground diameter and preservation rate were 1.44 m, 4.39 cm and 88.50% respectively in the test forest for 2 years, and there were significant differences among families. The heritability of tree height, ground diameter and preservation rate were 0.550, 0.521 and 0.774, respectively, much higher than those of single plant (0.125, 0.102 and 0.146). The excellent families were screened with a 20% selection rate. Taking into account that the average value of tree height, ground diameter and preservation rate was greater than the overall average value of the test forest as the standard, two families of No10,12 were screened, the average value of tree height, ground diameter and preservation rate of the selected excellent families were 1.70 m, 5.39 cm and 96.37%, the average value of actual gain was 17.71%, 19.10% and 8.89%, and the average value of genetic gain was 9.76%, 9.95% and 6.88%. These excellent families could enrich the breeding population of *Toona sinensis*, and can be popularized in the form of families in areas similar to the experimental area as soon as possible.

Key words: *Toona rubriflora*; Excellent family; Progeny determination; Early selection

红花香椿 (*Toona rubriflora* Tseng) 为香椿属唯一常绿树种,主要分布在亚热带地区,由于人为砍伐等原因,目前数量极少,处于极度濒危境地^[1]。树皮灰色,有纵裂缝,小枝圆柱形,有线纹和皮孔,疏生短柔毛。香椿属在中国分布有4个种3个变种,4个种分别为香椿、红椿、紫椿、红花香椿,3个变种为毛红椿、陕西香椿、湖北香椿^[2]。我国目前对

香椿品种或类型还没有系统的分类,而香椿品种和地方品种很多,根据香椿芽苞和嫩叶颜色,将香椿分为绿香椿和红香椿2大类^[3]。王江^[4]通过对广西香椿主要分布区进行实地调查,根据香椿木材颜色不同,将广西地区香椿分为红木类型和白木类型2大类。前人主要在香椿、毛红椿的天然林群落调查和研究种质资源^[5-7]、种子储藏^[8-10]等,对红花香

收稿日期:2023-04-05;修回日期:2023-04-23

基金项目:福建省科技计划引导性项目“红花香椿优良种质选育及开发利用研究”(2018N0009)

作者简介:许小娟(1979-),女,福建安溪人,工程师,大学本科毕业。从事森林资源与种苗行政管理。E-mail:13959937200@163.com

椿除了卢胜芬^[11]有群落种间研究外还未见子代测定研究报道。因此加快红花香椿优良家系选育研究、评价、利用,对加速红花香椿良种化进程具有重要意义。笔者以安溪县林业局长兴花卉培育场2018年营建的红花香椿优树家系子代测定林为例,通过造林对比试验,筛选出优良家系,以期建立育种群体和推广优良家系。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在福建省安溪蓬莱镇新坂村5林班1大班7小班,东至公路,西南北面至农田,造林地前茬为林业用地,交通便捷,排水灌溉良好,坡度21°,海拔425—575 m。年平均气温16.2—18.7℃,雨量充沛,气候温和,无霜期330 d。试验地土壤为山地红壤,Ⅱ类立地,土层厚度约50—60 cm,腐殖质层较厚。

1.2 试验材料与设计

2016年从广西武鸣和灌阳县、福建龙岩永定和南平来舟等地以材积表型性状优良、生长健康无病虫害的12株天然林优树采集自由授粉种子,2017年大田育苗,2018年开春雨季裸根苗造林。试验采用随机完全区组设计,参试家系有12个家系(处理)。每个家系小区10株,重复10次,共120个小区。各小区沿山坡水平方向(横坡开带)由左往右排列(面向山场),重复内的立地条件要求基本一致,各小区要连在一起构成1个重复。每个大区边界用1年生杉木裸根苗单排隔开作为保护行。山场沿水平阶开带整地,株行距2.0 m×2.0 m,穴的规格为50 cm×40 cm×30 cm,挖明穴回填表土,每穴施基肥钙镁磷肥500 g。栽植后2个月检查成活率,有缺株立即补植,结合年终调查,发现缺株再次补植,补植株在种植图上做记号。

1.3 统计分析方法

林木单地点半同胞子代测定生长性状统计分析模型为 $y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + BF_{ij} + e_{ijk}$,保存率统计分析模型为 $y_{ijk} = \mu + B_i + F_j + e_{ijk}$ 。其中, 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 为总体均值; B_i 为第*i*个区组的固定效应, $i = 1, 2, \dots, b$; F_j 为第*j*个家系的随机效应, $j = 1, 2, \dots, f$, $Var(F_j) = V_f$; BF_{ij} 为第*i*个区组第*j*个家系的随机效应, $Var(BF_{ij}) = V_{fbj}$; e_{ijk} 为第*i*个区组第*j*个家系第*k*个单株的随机误差, $k = 1, 2, \dots, n_{ij}$, $Var(e_{ijk}) = V_e$ 。

表型方差: $V_p = V_f + V_{fb} + V_e$

生长性状家系遗传力 $h_f^2 = V_f / [V_f + V_{fb} + V_e / (nb)]$

保存率家系遗传力 $h_f^2 = V_f / (V_f + V_e / b)$

生长性状单株遗传力 $h_i^2 = 4V_f / (V_f + V_{fb} + V_e)$

保存率单株遗传力 $h_i^2 = 4V_f / (V_f + V_e)$

式中, V_p 为表型方差, V_f 为家系方差分量, V_{fb} 为区组间方差分量, V_e 为家系内方差分量, h_i^2 为单株遗传力, h_f^2 为家系遗传力, n 为小区内株数, b 为重复数。

遗传增益 $\Delta G = h^2 S / X$

现实增益 $G = (X_i - X) \times 100 / X$

式中, ΔG 为遗传增益, G 为现实增益, h^2 为性状遗传力, S 为选择响应, X 为群体平均数, X_i 为入选个体平均值。

2019年12月底对试验林树高、地径按重复逐小区逐单株进行调查,统计分析均以单株为单位。数据录入excel,采用SPSS进行均值统计和方差分析,并估计遗传参数^[12-15]。

2 结果与分析

2.1 生长性状描述统计

红花香椿子代测定林2年生时林相均匀,保存较好,无明显的病虫害。从表1可知试验林树高、地径、保存率平均值分别为1.44 m,4.39 cm,88.5%,变异系数分别为30.16%,25.77%,15.96%。试验林不同家系间树高、地径、保存率存在丰富的遗传变异,变异程度树高>地径>保存率,可见树高选择的潜力最大,因此以树高作为选择指标可提高选择效果。

表1 红花香椿子代表型调查汇总

性状	均值	方差	标准差	极差	表型变异系数/%
树高/m	1.44	0.18	0.42	2.55	30.16
地径/cm	4.39	1.24	1.11	7.80	25.77
保存率/%	88.50	0.02	0.14	0.70	15.96

2.2 生长性状方差分析

对试验林不同性状进行方差分析,是探索红花香椿林木遗传变异规律的重要方法。由表2可知不同家系树高、地径性状和保存率在家系间差异都达到极显著水平,这种差异主要是由各家系的遗传基础所决定的,这为优良家系选择提供了基因基础,说明可在试验林中进行优良家系选择。不同家系树高、地径性状、保存率在区组间差异都达到极显著水平,说明不同立地条件对红花香椿生长有明显影响。不同家系

树高、地径性状在区组与家系间差异都达到极显著水平,家系与环境区组间存在互作效应。

表 2 红花香椿子代生长性状方差分析						
性状	方差来源	自由度(df)	离差平方和(SS)	均方(MS)	F 值	显著性系数(Sig.)
树高/m	模型	119	56.8	0.48	3.42	<0.000 1
	区组	9	9.9	1.10	7.91	<0.000 1
	家系	11	9.4	0.86	2.27	<0.000 1
	家系与区组	99	37.4	0.38	2.71	<0.000 1
地径/cm	模型	119	356.3	2.99	2.94	<0.000 1
	区组	9	56.5	6.28	6.16	<0.000 1
	家系	11	57.3	5.20	2.12	<0.000 1
	家系与区组	99	242.6	2.45	2.40	<0.000 1
保存率/%	模型	20	1.02	0.05	3.74	<0.000 1
	区组	9	0.36	0.049	2.90	0.004 4
	家系	11	0.67	0.06	4.43	<0.000 1

2.3 遗传参数估计

根据以上初步推论,进一步对家系方差分量、遗传力进行估计,红花香椿树高、地径、保存率广义遗传力分别为 0.550,0.521,0.774(见表 3),表明红花香椿在家系水平上受到中度以上控制,能够通过优良的子代选择进行红花香椿的遗传改良。红花香椿树高、地径、保存率狭义遗传力分别为 0.125,0.102,0.146,远远低于广义遗传力,说明不可遗传的非加性方差占比较大。

表 3 红花香椿子代遗传参数估计					
性状	方差	估计	标准误	F 值	P 值
树高/m	家系	0.005	0.004	1.600	0.108
	家系与区组	0.027	0.006	2.712	0
	误差	0.139	0.006		
	H_f	0.550	0.202		
	H_i	0.125	0.096		
地径/cm	家系	0.031	0.025	2.852	0.002
	家系与区组	0.160	0.040	2.403	0
	误差	1.019	0.047		
	H_f	0.521	0.215		
	H_i	0.102	0.083		
保存率/%	家系	0.004	0.024	1.956	0.001
	误差	0.013	0.027		
	H_f	0.774			
	H_i	0.146			

2.4 优良家系和优良单株选择

遗传增益是评价育种成效的关键参数,对红花香椿早期生长进行优良子代选择,以 20% 的入选率筛选优良家系,兼顾树高、地径均值、保存率大于试验林整体均值为选择标准,筛选了 10,12 号 2 个优良家系,综合排名第 1,2 名(见表 4)。入选的优良家系树高、地径、保存率均值为 1.70 m,5.39 cm,96.37%,现实增益平均 17.71%,19.10%,8.89%,遗传增益平均为 9.76%,9.95%,6.88%。

表 4 入选家系情况和预测的增益										
序号	家系	树高			地径			保存率		
		观测值/m	现实增益/%	遗传增益/%	观测值/cm	现实增益/%	遗传增益/%	观测值/%	现实增益/%	遗传增益/%
1	10	1.73	20.14	11.09	5.73	23.39	12.19	97.00	9.60	7.44
2	12	1.66	15.28	8.42	5.04	14.81	7.72	95.73	8.17	6.32
3	入选家系均值	1.70	17.71	9.76	5.39	19.10	9.95	96.37	8.89	6.88
4	试验林均值	1.44			4.39			88.50		

3 结论与讨论

3.1 试验林生长情况

红花香椿子代测定试验结果表明,2 年生时树高平均生长量大于参试家系平均值的为 6—10,12 号 5 个家系,占比 50.0%,地径平均生长量大于家系平均值的为 6,8,9,10,12 号 5 个家系,占比 41.7%,试验林生长表现整体均匀。入选率决定着子代测定中优良家系的入选数量,也决定着评判选择改良的效果^[16],由试验结果可知 2 年生试验林的树高、地径、保存率在家系间均存在极显著差异,在区组间也存在极显著差异,有较高的家系遗传力(分别

为 0.550,0.521,0.774)且存在较高的表型变异系数(分别为 30.16%,25.77%,15.96%),这些结果表明对红花香椿进行遗传改良是可行的。

3.2 优良家系选择

因试验林才 2 年生,不同家系的遗传基因尚未完全表达且不稳定,并且性状单株遗传力远小于家系遗传力,因此筛选单株获得的遗传增益较小^[17-20],说明早期选择要以家系选择为主。初选出的 2 个优良家系可充实红花香椿育种群体,并在与试验区相似的地区以家系的形式推广试种。

(下转第 36 页)

- 890-891.
- [2] COPPEE T, PAQUET J Y, TITEUX N, et al. Temporal transferability of species abundance models to study the changes of breeding bird species based on land cover changes[J]. *Ecological Modeling*, 2022, 473: 1-11.
- [3] 周文扬. 面向鸟类鸣叫声指数的麦克风阵列信号处理[D]. 南京: 南京理工大学, 2020.
- [4] 马海港, 范鹏来. 被动声学监测技术在陆生哺乳动物研究中的应用、进展和展望[J]. *生物多样性*, 2023, 31(1): 1-11.
- [5] TAN L N, ALWAN A, KOSSAN G, et al. Dynamic time warping and sparse representation classification for birdsong phrase classification using limited training data[J]. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2015, 137(3): 1069-1080.
- [6] ANDERSON S E, DAVE A S, MARGOLASH D. Template-based automatic recognition of birdsong syllables from continuous recordings[J]. *Journal of the Acoustical Society of America*. 1996, 100(2): 1209-1219.
- [7] 谢卓钊, 李鼎昭, 孙海信, 等. 面向鸟鸣声识别任务的深度学习技术[J]. *生物多样性*, 2023, 31(1): 137-144.
- [8] DESPLANQUES B, THIENPOND T J, DEMUYNCK K. ECAPA-TDNN: Emphasized channel attention, propagation and aggregation in TDNN based speaker verification[J]. *arXiv preprint arXiv:2005.07143*, 2020.
- [9] 陈斌杰, 陆志华, 周 宇, 等. 基于双麦克风的室内语音分离与声源定位系统[J]. *计算机应用*, 2018, 38(12): 3643-3648.
- [10] VILLANUEVA-RIVERA L J, PIJANOWSKI B C, DOUCETTE J, et al. A primer of acoustic analysis for landscape ecologists[J]. *Landscape Ecology*, 2011, 26(9): 1233-1246.
- [11] PIERETTI N, FARINA A, MORRI D. A new methodology to infer the singing activity of an avian community: The acoustic complexity index (ACI)[J]. *Ecological indicators*, 2011, 11(3): 868-873.

(上接第 20 页)

参考文献:

- [1] 刘 军, 陈益泰, 姜景民, 等. 香椿属种质资源及其开发利用[J]. *林业实用技术*, 2010(5): 56-57.
- [2] 钱崇澍, 陈焕镛. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [3] 沈 莉. 香椿的优良品种及科学繁殖[J]. *新农村*, 2012(2): 21-22.
- [4] 王 江. 广西香椿类型差异性研究[D]. 南宁: 广西大学, 2017.
- [5] 刘 军, 陈益泰, 罗阳富, 等. 毛红椿天然林群落结构特征研究[J]. *林业科学研究*, 2010, 23(1): 93-97.
- [6] 刘 军, 姜景民, 邹 军, 等. 中国特有濒危树种毛红椿核心和边缘居群的遗传多样性[J]. *植物生态学报*, 2013, 37(1): 52-60.
- [7] 张春华. 红椿及其近缘种特征与适生区分布研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2018.
- [8] 张 丽, 张 露, 胡松竹. 贮藏方法对毛红椿种子发芽能力的影响[J]. *林业科技开发*, 2007(4): 57-59.
- [9] 胡松竹, 张 露, 杜天真, 等. 晾晒对毛红椿苗木活力的影响[J]. *江西农业大学学报(自然科学版)*, 2004, 26(5): 666-669.
- [10] 张 丽, 张 露. 毛红椿种子萌发影响因素初探[J]. *林业科技开发*, 2011(6): 54-56.
- [11] 卢胜芬. 红花香椿群落间联结性研究[J]. *武夷学院学报*, 2016, 35(6): 10-13.
- [12] 沈熙环. 林木育种学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 56-61.
- [13] 王明庥. 树木育种学概论[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989: 126-129.
- [14] 怀特 TL, 亚当斯 WT, 尼尔 B. 崔建国, 译. 森林遗传学[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [15] 范林元, 赖焕林, 季孔庶, 等. 马尾松实生种子园建园家系遗传值估算与优良家系评选[J]. *东北林业大学学报*, 2004, 32(4): 3-5.
- [16] 钟伟华, 何昭珩, 周 达, 等. 149 个火炬松自由授粉家系的生长表现[J]. *华南农业大学学报*, 1998, 19(1): 82-87.
- [17] 翟思万, 陈启贵, 代 毅, 等. 华山松半同胞子代测定遗传力分析及优良家系选择[J]. *种子*, 2007, 26(12): 5-8.
- [18] 白天道, 徐立安, 王章荣, 等. 马尾松实生种子园自由授粉子代测定及亲本家系选择增益估算[J]. *林业科学研究*, 2012, 25(4): 449-455.
- [19] 黄崇辉, 杨朝辉, 陈文平, 等. 尾叶桉家系遗传力评估和选择研究[J]. *广东林业科技*, 2008, 24(6): 41-45.
- [20] 赖标祯. 马尾松子代测定及优良家系选择[J]. *北华大学学报(自然科学版)*, 2015, 16(4): 529-533.