

岑溪软枝油茶全同胞家系遗传变异分析

王东雪,曾雯珺,江泽鹏,张乃燕*

(广西林业科学研究院 广西油茶良种与栽培工程技术研究中心,广西 南宁 530002)

摘要:以岑溪软枝油茶全同胞家系子代测试林为研究对象,进行果实经济性状遗传变异分析,结果表明:岑溪软枝油茶全同胞家系子代果实性状变异比较丰富,尤其是单果重、鲜籽数和单粒籽重3个指标,其变异系数分别为24.58%、33.14%和35.15%,为选择果大、籽粒重的油茶优良品系提供了物质基础;全同胞家系子代的单果鲜籽数和单粒籽重在各家系间均存在极显著差异,单果重和鲜出籽率在各家系间差异显著;单果重、单果鲜籽数、单粒籽重和鲜出籽率等4个主要性状指标具有较高的遗传强度,其家系遗传力都在0.50以上。分析岑溪软枝油茶同胞优良家系的遗传变异,对下一步岑溪软枝油茶优良单株的评选以及高世代改良都具有重要意义。

关键词:岑溪软枝油茶;全同胞家系;遗传变异

中图分类号:S794.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2016)04-0118-05

Genetic Variation Analysis on Full-sib Families of Cenxi Soft-branch *Camellia oleifera*

WANG Dong-xue,ZENG Wen-jun,JIANG Ze-peng,ZHANG Nai-yan*

(Guangxi Forestry Research Institute, Improved Variety and Cultivation Engineering Research Center of Oil-tea Camellia in Guangxi, Nanning, Guangxi 530002, China)

Abstract: Genetic variations of fruit economic characters of full-families of Cenxi soft-branch *Camellia oleifera* were examined. The results showed that fruit character variations of Cenxi soft-branch *C. oleifera* were relatively abundant, especially fresh fruit weight, seed number and single seed weight, and the corresponding variance coefficients were 24.58%, 33.14% and 35.15%, respectively. It provided the material basis for the selection of fine strains with big fruit and heavy grain weight. There were significant differences among full-sib families in seed number and single seed weight. The fresh fruit weight and fresh seed rate had remarkable differences among families. The genetic strength of fresh fruit weight, seed number, single seed weight and fresh seed rate were high, and the family heritability was more than 0.50. The results had important significance for superior individual selection and high generation improvement.

Key words: Cenxi soft-branch *Camellia oleifera*; full-sub family; genetic variation

油茶不仅是我国重要的木本食用油料树种,也是广西传统的优势经济林树种之一,在良种改良工作中任务艰巨。20世纪60年代中期以来,广西的油茶育种工作者经过不懈努力,选育出高产优良无性系20个,为全区油茶生产的良种化发展作出了贡献^[1-3]。但当前,我区油茶生产中仍缺乏综合经济性状优良的超高产油茶良种,同时存在新品种创制及

良种升级换代较慢的问题,不利于油茶产业的持续健康发展。

杂交是新品种创制的重要手段,优良杂种是无性系选育的重要材料来源,其杂种优势作为无性系利用可以快速实现目的性状的遗传增益^[4]。岑溪软枝油茶遗传品质优良,具有生长快、结果早、高产稳产、适应性广等优点,但群体性状却存在单果籽粒数

收稿日期:2015-08-05 修回日期:2015-12-09

基金项目:岑溪软枝油茶二代新品种选育(桂科攻1598006-3-9)。

作者简介:王东雪,女,硕士,高级工程师,研究方向:油茶育种。E-mail:wangdongxue80@126.com

*通信作者:张乃燕,女,教授级高级工程师,研究方向:油茶育种与栽培技术。E-mail:zhangnaiyan333@163.com

多、单粒籽重轻、出籽率不突出的缺点。而岑溪软枝油茶的遗传多样性丰富,遗传基础广泛,在地理种源或个体间均存在较大的农艺性状上的差异,意味着岑溪软枝油茶的性状改良潜力较大^[5]。为进一步挖掘岑溪软枝油茶良种潜力,提高油茶产量和质量增益,“十五”开始,我们开展以创制超高产优质良种为主要目标的油茶杂交育种研究。本研究以 2007 年种植的岑溪软枝油茶全同胞家系子代测试林为对象,进行果实经济性状遗传变异规律分析,为岑溪软枝油茶的遗传改良工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

全同胞家系种植地点在广西林科院,地理位置是 108°21'E、22°56'N,属亚热带季风气候,年均温 20℃~21℃,≥10℃的年积温 7 206℃,一般年份有 2~4 d 轻霜,年降雨量≥1 350 mm,干湿季节明显,5—9 月为雨季,海拔在 80~145 m,地形为低丘陵,地势平缓,土壤大部分是砂页岩发育而成的红壤、pH5~6,适宜油茶的生长发育^[6]。

1.2 材料来源及试验设计

试验材料为 2007 年春营建的岑软无性系人工控制授粉杂种 F1 代测定林的 11 个家系,各家系名称及亲本如表 1 所示。采用完全随机区组设计,单株小区重复 12 次。2013、2014 年连续 2 a 进行果实经济性状调查,每株随机抽取 30 个果实,测定单果重、果皮厚、单果鲜籽数、单粒籽重、鲜出籽率、干出籽率和干籽出仁率等 7 个性状指标,计算单株性状平均值。

表 2 全同胞家系果实经济性状平均值及变异系数

Table 2 Mean and variance coefficients of fruit's economic characters of full-sub families							
家系编号	单果重 /g	果皮厚 /mm	单果鲜籽数 /个	单粒籽重 /g	鲜出籽率 /%	干出籽率 /%	干籽出仁率 /%
45	28.27	3.56	4.48	3.04	45.69	25.95	57.65
56	26.54	4.04	7.37	1.51	38.86	24.23	57.71
57	31.41	4.13	4.85	2.60	38.10	24.60	57.22
58	26.14	3.65	4.60	2.71	41.78	25.43	56.20
59	31.29	3.59	5.07	2.88	43.82	25.76	56.43
60	28.21	3.80	4.81	2.56	41.02	25.77	58.27
61	26.53	3.62	5.22	2.25	40.73	24.51	56.71
62	25.00	3.73	5.77	1.96	41.42	25.67	61.24
63	25.86	3.50	5.49	2.15	41.66	25.30	52.72
64	23.64	3.62	4.93	2.14	41.86	26.55	59.35
65	23.34	3.51	4.20	2.47	41.57	25.85	58.20
平均值	26.93	3.70	5.16	2.39	41.50	25.42	57.40
标准差	6.62	0.65	1.71	0.84	4.98	3.48	6.89
变异系数/%	24.58	17.57	33.14	35.15	12.00	13.69	12.00

表 1 参试家系及亲本

Table 1 Families and their parents		
家系编号	母本	父本
45	岑软 24 号	岑软 22 号
56	岑软 11 号	岑软 1 号
57	岑软 24 号	岑软 3 号
58	岑软 23 号	岑软 1 号
59	岑软 2 号	岑软 23 号
60	岑软 11 号	岑软 22 号
61	岑软 2 号	岑软 3 号
62	岑软 2 号	岑软 11 号
63	岑软 2 号	岑软 24 号
64	岑软 24 号	岑软 1 号
65	岑软 22 号	岑软 24 号

1.3 统计分析

数据采用 Excel 和 SPSS17.0 进行处理。以单株 2 a 数据平均值为基础数据,SPSS17.0 下进行 Duncan 方差分析,计算变异系数、家系遗传力和遗传增益。变异系数=标准差/平均值;家系遗传力计算公式:

$$h^2=1-1/F$$
 (1)

遗传增益计算公式:

$$\Delta G=Sh^2/\mu$$
 (2)

式中:S 表示选择差;μ 表示群体平均值;h² 表示家系遗传力,F 指方差分析中的 F 值。

2 结果与分析

2.1 全同胞家系果实经济性状变异分析

表 2 结果显示,岑溪软枝油茶全同胞家系子代果实性状变异比较丰富,其中单果重、鲜籽数和单粒

籽重的变异系数分别为 24. 58%、33. 14% 和 35. 15%，其他指标的变异系数也在 10%~20% 范围内。各性状丰富的变异为优良家系的选择提供了基础。

2.2 全同胞家系果实经济性状方差分析和遗传力估算

表型变异是立地条件、遗传因素及误差效应在表型性状上的集中表现,但影响因素的作用大小,特别是遗传因素的作用大小决定了对各选择群体进行遗传选择的必要性和选择效果^[7]。方差分析结果表明(表 3),全同胞家系子代林的单果鲜籽数和单粒籽重在各家系间均存在极显著差异,单果重和鲜出籽率在各家系间差异显著,由此表明参试家系间存在真实的遗传差异,为优良家系的选择提供了可能。通过估算各性状指标的遗传力,结果显示单果重、单果鲜籽数、单粒籽重和鲜出籽率这 4 个主要经济性状具有较高的遗传强度,其家系遗传力都在 0. 50 以

上,说明家系间的这 4 个性状的差异受遗传因素影响较大;而果皮厚、干出籽率和干籽出仁率的家系遗传力分别只达到 0. 196 1、0. 234 3 和 0. 142 4,说明这 3 个性状的表型差异受环境影响较大。

2.3 全同胞家系果实主要经济性状的遗传增益

林业上需要的林木良种一般都要求具有多种优良性状,多性状的综合遗传改良是林木遗传改良的发展方向^[8]。根据油茶实际生产需要,“果大、籽粒重、鲜出籽率高”将是今后油茶多性状综合改良的重要目标。结合林业行业标准^[9],干出籽率也是油茶果实性状的重要评价指标,因此,对单果重、单粒籽重、鲜出籽率和干出籽率 4 个主要性状指标进行遗传增益估算。结果显示(表 4),与群体平均值比较,除 45 号和 59 号 2 个家系的各主要性状指标均出现正向遗传增益、高于群体平均值外,其他家系主要经济性状有的是正向遗传增益,有的是负向遗传增益,或者各主要性状指标均为负向遗传增益。

表 3 全同胞家系果实经济性状方差分析和遗传力估算

Table 3 Variance analysis and heritability of fruit's economic characters of full-sub families

性状指标	变异来源	自由度	平方和	均方	F	Sig.	家系遗传力
单果重	家系间	10	864. 483	86. 448	2. 148	0. 026	0. 534 5
	家系内	121	4 869. 214	40. 241			
	总变量	131	5 733. 696				
果皮厚	家系间	10	5. 199	0. 520	1. 244	0. 270	0. 196 1
	家系内	121	50. 569	0. 418			
	总变量	131	55. 768				
单果鲜籽数	家系间	10	88. 168	8. 817	3. 641	0. 000	0. 725 4
	家系内	121	292. 983	2. 421			
	总变量	131	381. 151				
单粒籽重	家系间	10	23. 232	2. 323	4. 011	0. 000	0. 750 7
	家系内	121	70. 078	0. 579			
	总变量	131	93. 310				
鲜出籽率	家系间	10	510. 303	51. 030	2. 251	0. 019	0. 555 8
	家系内	121	2 743. 481	22. 673			
	总变量	131	3 253. 783				
干出籽率	家系间	10	176. 519	16. 047	1. 306	0. 228	0. 234 3
	家系内	121	1 621. 859	12. 287			
	总变量	131	1 798. 378				
干籽出仁率	家系间	10	546. 314	54. 631	1. 166	0. 321	0. 142 4
	家系内	121	5 671. 403	46. 871			
	总变量	131	6 217. 718				

2.4 全同胞果实经济性状相关性分析

通过对果实性状指标间进行 Pearson 相关性分析,可以了解不同指标之间的关联性,为岑溪软枝油茶优良种质资源多性状综合改良提供参考。结果表明(表 5),果实的 7 个性状间呈现出多种相关关系: 1)极显著正相关关系:单果重与果皮厚度、单粒籽重,鲜出籽率与干出籽率、干籽出仁率,干出籽率与干籽出仁率。2)显著正相关关系:单果重与鲜籽数,

单粒籽重与鲜出籽率。3)极显著负相关关系:果皮厚度与鲜出籽率和干出籽率,鲜籽数与单粒籽重。4)显著负相关关系:果皮厚与干籽仁率;5)不显著相关关系:单果重与鲜出籽率、干出籽率、干籽出仁率,果皮厚度与鲜籽数、单粒籽重,鲜籽数与鲜出籽率、干出籽率和干籽出仁率,单粒籽重与干出籽率和干籽出仁率。大多性状间呈极显著或显著的正相关,有利于对多性状进行综合选择^[10]。

表 4 全同胞家系果实主要经济性状的遗传增益

Table 4 Genetic gain of main economic characters of fruit's economic characters of full-sub families								
家系号	单果重		单粒籽重		鲜出籽率		干出籽率	
	选择差 S	遗传增益 ΔG/%	选择差 S	遗传增益 ΔG/%	选择差 S	遗传增益 ΔG/%	选择差 S	遗传增益 ΔG/%
45	1.34	2.66	0.65	20.42	4.19	5.61	0.53	0.49
56	−0.39	−0.77	−0.88	−27.64	−2.64	−3.54	−1.19	−1.10
57	4.48	8.89	0.21	6.60	−3.40	−4.55	−0.82	−0.76
58	−0.79	−1.56	0.32	10.05	0.28	0.37	0.01	0.01
59	4.36	8.65	0.49	15.39	2.32	3.11	0.34	0.31
60	1.28	2.54	0.17	5.34	−0.48	−0.64	0.35	0.32
61	−0.40	−0.79	−0.14	−4.40	−0.77	−1.03	−0.91	−0.84
62	−1.93	3.83	−0.43	−13.51	−0.08	−0.11	0.25	0.23
63	−1.07	−2.12	−0.24	−7.54	0.16	0.21	−0.12	−0.11
64	−3.29	−6.53	−0.25	−7.85	0.36	0.48	1.13	1.04
65	−3.59	−7.13	0.08	2.51	0.07	0.09	0.43	0.40

表 5 全同胞家系果实经济性状相关性分析

Table 5 Correlation analysis on fruit's economic characters of full-sub families							
性状指标	单果重	果皮厚	单果鲜籽数	单粒籽重	鲜出籽率	干出籽率	干籽出仁率
单果重	1						
果皮厚度	0.571 **	1					
单果鲜籽数	0.189 *	0.078	1				
单粒籽重	0.406 **	0.044	−0.694 **	1			
鲜出籽率	−0.075	−0.612 **	0.049	0.219 *	1		
干出籽率	−0.080	−0.307 **	−0.089	0.109	0.445 **	1	
干籽出仁率	−0.059	−0.219 *	0.113	−0.092	0.307 **	0.475 **	1

注：* 表示在 0.05 水平上显著相关，* * 表示在 0.01 水平上极显著相关。

3 结论与讨论

目前,对油茶果实经济性状遗传变异特性的研究还比较少^[11-15]。庄瑞林^[12]等研究表明不同家系内单果重的变异系数为 20.35%~40.82%,且不同品种(类型)单果重的变异系数更大,寒露籽平均有 24.06%,霜降籽为 45.28%,宜春中籽高达 77.1%;杨杨^[11]等认为不同家系内果皮厚度变异系数为 10.0%~40.63%。针对岑溪软枝油茶,本项目组曾对 6~10 年生岑溪软枝油茶实生林分果实性状的遗传变异特性进行调查研究,结果表明,单果重、单果鲜籽数和单粒籽重的变异系数依次为 43.18%、39.02%和 40.38%^[5]。本研究中,岑溪软枝油茶全同胞家系的单果重、单果鲜籽数和单粒籽重 3 个指标的变异系数分别为 24.58%、33.14%和 35.15%,稍低于自然实生林分。而方差分析结果也表明,全同胞家系子代林的单果鲜籽数和单粒籽重在各家系间均存在极显著差异,单果重和鲜出籽率在各家系间差异显著,由此表明同一品种不同家系间也存在着真实的多性状遗传差异,这为油茶品种改良和优良种质创制提供了可能。

通过家系遗传力估算可知,单果重、单果鲜籽

数、单粒籽重和鲜出籽率这 4 个主要经济性状具有较高的遗传强度,其家系遗传力都在 0.50 以上。根据实际生产需要,将单果重、单粒籽重、鲜出籽率和干出籽率列为果实经济性状的重要评定指标,通过各家系在这 4 个经济性状上的遗传增益估算得知,除 45 号和 59 号 2 个家系的各主要性状指标均出现正向遗传增益,高于群体平均值外,其他家系主要经济性状有的是正向遗传增益,有的是负向遗传增益,或者各主要性状指标均为负向遗传增益。通过分析岑溪软枝油茶全同胞优良家系的遗传变异,对下一步岑溪软枝油茶优良单株的评选以及高世代改良都具有深远影响。

参考文献:

[1] 张乃燕,蒙敬彪,江泽鹏,等. 广西油茶杂交育种研究现状与发展思路[J]. 林业科技开发,2008,22(3):6-9.

[2] 张乃燕. 广西油茶良种化的现状及发展策略[J]. 广西林业科学,2003(4):211-213.

[3] 马锦林,张乃燕,李开祥,等. 全国油茶学术研讨会论文集[C]. 长沙:国家林业局科技司,2003:25-27.

[4] 吴坤明,吴菊英,甘四明,等. 桉树种间杂种的比较和选择研究[J]. 林业科学研究,2002,15(1):1-6.

WU K M,WU J Y,GAN S M,*et al*,Comparison and selection

of *Eucalyptus* Interspecific hybrids[J]. Forest Research,2002, 15(1):1-6. (in Chinese)

[5] 王东雪,曾雯珺,江泽鹏,等. 岑溪软枝油茶果实性状的遗传变异与相关性[J]. 西北林学院学报,2014,29(6):85-89. WANG D X,ZENG W J, IANG Z P, *et al.* Genetic variation and correlation of soft-branch *Camellia oleifera* fruit's characters in Cenxi[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2014,29(6):85-89. (in Chinese)

[6] 江泽鹏,吴道念,王东雪,等. 普通油茶优良家系杂交试验[J]. 广西林业科学,2014,43(4):409-413.

[7] 黄秀美. 福建柏优树子代测定及优良家系选择[J]. 福建林业科技,2014,41(2):7-12,66.

[8] 黄寿先,周传明,朱栗琼,等. 杉木半同胞家系生长和材性遗传变异研究[J]. 广西植物,2004,24(6):535-539. HUANG S X,ZHOU C M, ZHU L Q, *et al.* Study on the genetic variation of growth traits and wood properties for Chinese Fir full-sib families[J]. Guihaia,2004,24(6):535-539. (in Chinese)

[9] LY/T 1730. 2—2008, 油茶 第 2 部分: 优良家系和优良杂交组合选育技术规程[S]. 湖南长沙: 湖南省林业科学院,2008.

[10] 李荣丽,黄寿先,李志先,等. 大叶栎家系水平性状变异及优良家系选择研究[J]. 广东农业科学,2014,17:47-50,57.

[11] 杨杨,陈永忠,王瑞,等. 油茶遗传变异特性研究进展[J]. 湖南林业科技,2010,37(3):19-23.

[12] 庄瑞林,董汝湘,黄爱珠,等. 油茶亚 1、亚 2、亚 6 三个优良家系的选育[J]. 经济林研究,1986,4(1):30-39. ZHUANG R L,DONG R X,HUANG A Z, *et al.* The selection and breeding of the three fine tea-oil families:asia I, asia II and asia VI[J]. Economic Forest Researches,1986,4(1):30-39. (in Chinese)

[13] 奚如春,龚春,黄宝祥,等. 赣 25 个油茶高产无性系的脂肪酸组成及遗传变异的初步研究[J]. 江西林业科技,2002,(4):14-17.

[14] 陈永忠,王德斌,苏贻全,等. 油茶“寒露籽”优良无性系选育及脂肪酸组成的研究[J]. 经济林研究,1996,14(3):1-4. CHEN Y Z,WANG D B,SU Y Q, *et al.* *Camellia oleifera*: selective breeding of “cold dew seed” type of cultivar clones and analysis of their fatty acid composition[J]. Economic Forest Researches,1996,14(3):1-4. (in Chinese)

[15] 黄勇,姚晓华,王开良,等. 小果油茶种实表型性状遗传多样性研究[J]. 安徽农业大学学报,2011,38(5):698-707. HUANG Y,YAO X H,WANG K L, *et al.* Genetic diversities of phenotypical traits of fruit and seed in *Camellia meiocarpa* Hu[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2011, 38 (5):698-707. (in Chinese)

(上接第 80 页)

[19] 王萍花,陈丽华,冀晓东,等. 华北地区 4 种常见乔木根系抗拉强度的力学综合模型[J]. 北京林业大学学报,2012,34(1):43-49.

[20] 杨永红,刘淑珍,王成华,等. 浅层滑坡生物治理中的乔木根系抗拉实验研究[J]. 水土保持研究,2007,14(1):138-140.

[21] 赵丽兵,张宝贵. 紫花苜蓿和马唐根的生物力学性能及相关因素的试验研究[J]. 农业工程学报,2007,23(9):7-12. ZHAO L B,ZHANG B G. Experimental study on root bio-mechanics and relevant factors of *Medicago sativa* and *Digitaria sanguinalis* [J]. Transactions of the CSAE,2007,23(9):7-12. (in Chinese)

[22] 方精云,王襄平,沈泽昊,等. 植物群落清查的主要内容、方法和技术规范[J]. 生物多样性,2009,17(6):533-548. FNAG J Y,WANG X P,CHEN Z H, *et al.* Methods and protocols for plant community inventory [J]. Biodiversity Science,2009,17(6):533-548. (in Chinese)

[23] 朱锦奇,王云琦,王玉杰,等. 根系主要成分含量对根系固土效能的影响[J]. 水土保持通报,2014,34(3):166-168. ZHU J Q,WANG Y Q,WANG Y J, *et al.* Effect of root main component content on its soil-binding capacity [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,2014,34(3):166-168. (in Chinese)

[24] ANDREW L, DAVID E. Plant Biology[M]. London: Taylor Francis Group,2005.

[25] 程洪,张新全. 草本植物根系网固土原理的力学试验探究[J]. 水土保持通报,2002,22(8):21-23.

[26] 郝艳茹,彭少麟. 根系极其影响因素在森林演替过程中的变化[J]. 生态环境,2015,1(5):762-763. HAO Y R,PENG S L. Ariation of roots and its impact factors in succession [J]. Ecology and Environment,2015,1(5):762-763. (in Chinese)

[27] 苑淑娟,牛国权,刘静,等. 瞬时拉力下两个生长期 4 种植物单根抗拉力与抗拉强度的研究[J]. 水土保持通报,2009,29(5):21-25.

[28] 张兴玲,胡夏崇,李国荣,等. 寒旱环境草本植物根系护坡的时间尺度效应[J]. 水文地质工程地质,2009,29(4):117-120.

[29] 张艳,赵廷宁,杨建英,等. 高速公路不同边坡类型对植物恢复的影响[J]. 中国水土保持科学,2013,11(4):83-85.

[30] 黄灏峰,徐洪雨,李志勇,等. 不同坡向边坡胡枝子和柴穗槐根系的生长差异[J]. 草地与草坪,2013,33(4):58-61.

[31] 岳玮,刘讯,刘姜艳,等. 黄土高原丘陵沟壑区主要造林树种细根生物量分布规律研究[J]. 生态科学,2015,34(5):58-65.

[32] 邱扬,傅伯杰,王军. 黄土丘陵小流域土壤水分的空间异质性及其影响因子[J]. 应用生态学报,2001,12(5):71-72. QIU Y,FU B J,WANG J. Spatial heterogeneity of soil moisture content on the Loess Plateau,China and its relation to influencing factors [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001,12(5):71-72. (in Chinese)

[33] 郭栋梁,李玲. ABA 对植物侧根发生的调节[J]. 亚热带植物科学,2008,37(1):67-69.

[34] 刘跃明,张云伟,周跃. 侧根的根土粘合键模型及牵引效应测试效应[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2003,27(1):52-53.

[35] 宋恒川,陈丽华,史常青,等. 北川县 3 种常用造林树种根系拉伸特性[J]. 东北林业大学学报,2013,41(9):19-22.

[36] 罗东辉,夏婧,袁婧薇,等. 我国西南山地喀斯特植物的根系生物量初探[J]. 植物生态学报,2010,34(5):611-612. LUO D H,XIA J,YUAN J W, *et al.* Root biomass of karst vegetation in a mountainous area of southwestern China [J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2010,34(5):611-612. (in Chinese)