

滇西 4 种山茶果实性状变异分析

靳高中^{1,2}, 姚小华^{1*}, 任华东¹, 杨水平²

(1. 中国林业科学院 亚热带林业研究所 浙江 富阳 311400; 2. 西南大学 资源环境学院 重庆 北碚 400716)

摘要:对腾冲红花油茶、五柱滇山茶、云南连蕊茶和怒江红山茶果实性状变异及性状间的相关性进行分析。结果表明:腾冲红花油茶、五柱滇山茶、云南连蕊茶和怒江红山茶果实在种间及种内均存在极显著的差异。4 个物种果实变异系数最大的是单果重为 53.94%, 其次是果皮厚度为 38.81%、果径为 27.10%、果高为 24.60%, 最小的是果形指数为 20.99%; 物种变异丰富度分析可知:腾冲红花油茶的自然群落的变异最丰富; 聚类分析表明腾冲红花油茶与五柱滇山茶果实性状较相似, 怒江红山茶与云南连蕊茶果实性状较相似。单果重与果高、果径、果形指数、果皮厚度成极显著的相关关系。

关键词:腾冲红花油茶; 五柱滇山茶; 云南连蕊茶; 怒江红山茶; 近源种; 果实性状; 变异

中图分类号: Q944.59; S794.901 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)04-0707-05

Analysis of Fruit Character Variation of Four *Camellia* in West Yunnan

JIN Gao-zhong^{1,2}, YAO Xiao-hua^{1*}, REN Hua-dong¹, YANG Shui-ping²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, China; 2. College of Resource and Environment, Southwest China University, Chongqing 400716, China)

Abstract: An investigation on *Camellia reticulata* f. *simplex*, *Camellia yunnanensis* (Pitard) Coh. St., *Camellia forrestii* (Diels) Cohen Stuart, *Camellia saluenensis* Stapf mainly on their variance of fruit shape and relevance among characters was conducted. The results are as follows: There were significant differences in *Camellia reticulata* fruits and its relative species among and within the species. The collectivity of fruit variation coefficients of the fruit weight, the peel thickness, the fruit diameter, the fruit height and the fruit shape coefficients were 53.94%, 38.81%, 27.10%, 24.60%, 20.99%. *Camellia reticulata* f. *simplex* had the richest variation. The fruit of *Camellia reticulata* f. *simplex* was similar to that of *Camellia yunnanensis* (Pitard) Coh. St. The fruit of *Camellia forrestii* (Diels) Cohen Stuart was similar to that of *Camellia saluenensis* Stapf. Significant correlations between single fruit weight and the fruit height, the fruit diameter, the index of fruit shape, the peel thickness were observed.

Key words: *Camellia reticulata* f. *simplex*; *Camellia yunnanensis* (Pitard) Coh. St.; *Camellia forrestii* (Diels) Cohen Stuart; *Camellia saluenensis* Stapf; relative species; fruit character; variation

腾冲红花油茶(*Camellia reticulata* f. *simplex*) 又名滇山茶, 是云南特有的木本油料树种, 同时也是云南山茶的原始种^[1], 为国家二级珍稀保护物种。腾冲红花油茶具有重要的油用和观赏价值, 是极佳的

收稿日期: 2011-03-25 修回日期: 2011-05-01

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD01A1706)、(2009BADB1B01)、(2009BADA8B04)、“十一五”国家科技支撑课题(2009BADB1B0201)和中国林科院公益性科研基金专项(CAFYBB2008005)、中国林科院亚林所公益性科研基金专项(RISF6804)

作者简介: 靳高中(1984-)男, 硕士生, 主要从事林业科技研究, E-mail: guizhoubi163@163.com; * 通讯作者: 姚小华, 研究员, 首席专家, 博士生导师。

庭院观赏树种,其茶油具有极高的营养价值,在当前市场需求的推动下,其单价不断上涨,且已出现供不应求的趋势,但是长期以来对腾冲红花油茶的研究极少^[2-3],而其作为油料树种方面的研究则更少^[4-5]。腾冲红花油茶由于长期处于自然生长状态,即使人工林也采用实生苗造林,内部分离现象十分严重,形成丰富的品种类型。五柱滇山茶(*Camellia yunnanensis* (Pitard) Coh. St)、云南连蕊茶(*Camellia forrestii* (Diels) Cohen Stuart)、怒江红山茶(*Camellia saluenensis* Stapf)和腾冲红花油茶为近源种,它们适应着相同大气候环境,具有很多相似的性状,但也有各自的特点。如:腾冲红花油茶果实的果皮相对较厚,对出籽率等造成一定的影响,但是,云南连蕊茶具有果皮薄的特点,如能将这二者结合培育出果皮薄出籽率高的腾冲红花油茶单株,对提高腾冲红花油茶的产量将具有重大的意义。本文从选择育种的角度出发探讨腾冲红花油茶与五柱滇山茶、云南连蕊茶和怒江红山茶果实变异状况,以期为腾冲红花油茶的杂交育种等提供基础性参考。

1 材料与方法

1.1 果实样品的采集

怒江红山茶编号为1,随机采自腾冲县马站乡共20个果实;五柱滇山茶编号为2,随机采自龙陵县腊勐乡共20个果实;云南连蕊茶编号为3,随机采自腾冲县明光乡共20个果实。腾冲红花油茶采自腾冲县境内,分自然群落和人工群落,人工群落编号为4,采自腾冲县沙坝林场和腾冲县腾越镇,每个群落分别随机采50个果实;自然群落编号为5,采自腾冲县马站乡和腾冲县中和乡,每个群落分别随机采50个果实;以上各物种果实均在果实成熟时(2010年9月中旬左右)进行采摘,并在24 h内对各项指标进行测定。各物种所在地的地理因素如表1。

表1 各个物种的地理因素
Tab.1 Origin geography factors

物种编号 Po	物种地 Site	N/度 La	E/度 Lo	海拔/m Alt
1	腾冲县马站乡	25.1	98.3	2 030 ~ 2 050
2	龙陵县腊勐乡	24.3	98.4	1 798 ~ 2 235
3	腾冲县明光乡	25.3	98.3	1 829 ~ 2 133
4	腾冲县沙坝林场	24.6	98.4	2 132 ~ 2 149
	腾冲县腾越镇	25.3	98.3	1 782 ~ 1 855
5	腾冲县中和乡	25.1	98.3	1 855 ~ 1 935
	腾冲县马站乡	25.1	98.3	2 030 ~ 2 081

1.2 测量内容及方法

果高、果径和果皮厚度用游标卡尺测定,精确到0.01 mm;果形指数(果高/果径)为换算得出;单果重用电子天平测定,精确到0.1 g。

1.3 数据处理

所有数据用 Excel 编辑,用 SPSS 16.0 进行分析。

2 结果与分析

2.1 物种间的果实性状变异

表2是腾冲红花油茶及其近源种果实性状的方差分析结果,从表2可以看出:腾冲红花油茶及其近源种果高、果径、果形指数、果皮厚度和单果重无论是在物种间还是在物种内均存在极显著的差异。

2.1.1 果高的变异分析 从表3可知,果高总平均38.90 mm,物种间最大的是腾冲红花油茶的人工种群和自然种群,分别为42.48 mm和41.29 mm,其次是五柱滇山茶和怒江红山茶,果高分别为41.06 mm和25.09 mm,最小的是云南连蕊茶,其果高只有20.70 mm。通过多重比较可以看出:腾冲红花油茶与五柱滇山茶的果高差异不显著,与怒江红山茶、云南连蕊茶之间,以及后两者之间均存在显著的差异;物种间的平均变异幅度为:20.70 ~ 42.48 mm,变异系数为12.76% ~ 18.09%;单个的果实间其变异的幅度

为: 15.64 ~ 66.23 mm。由此可以看出腾冲红花油茶及其近源种间的果高存在一定的差异。

2.1.2 果径 4 变异分析(表 3)

果径总平均为 49.39 mm,物种间五柱滇山茶的果径最大,为 57.90 mm;其次是腾冲红花油茶的自然种群和人工种群,分别为 53.13 mm、54.58 mm;怒江红山茶为 28.69 mm,最小的是云南连蕊茶,为 16.95 mm;经多重比较分析得出:果径在腾冲红花油茶的自然种群和人工种群间差异不显著,而怒江红山茶、五柱滇山茶、腾冲红花油茶间存在显著的差异。物种间的平均变幅为 16.95 ~ 57.90 mm,变异系数为 5.33% ~ 17.05%,总体的变异系数为 27.10%,说明果径在物种间存在较大的差异。

2.1.3 果形指数变异的分析 在所有的性状中,果形指数的变异是相对较稳定的,这与前人^[6-8]的研究结果基本一致。总体的变异系数为 20.99%,在不同的物种内,变异系数均小于 15.00%,其中,变异系数最大的是云南连蕊茶为 14.94%,最小的是怒江红山茶为 11.46%;果形指数的总平均为 0.82,物种间的变幅为 0.71 ~ 1.24,极差相差 1.75 倍,其中最大的是云南连蕊茶,为 1.24,其次是怒江红山茶和腾冲红花油茶的两个种群,分别为 0.88、0.78 和 0.77,最小的是五柱滇山茶,为 0.71;在单个的果实间变幅为 0.49 ~ 1.63,极差相差 3.33 倍;单个果实间的变异比物种间的变异要大得多;多重比较分析可以看出腾冲红花油茶的自然群落与人工群落间差异不显著,但与五柱滇山茶、云南连蕊茶及怒江红山茶间,以及后三者间均存在显著的差异。

表 2 腾冲红花油茶及其近源种果实性状方差分析
Tab.2 Analysis of variation of fruit characteristics of *Camellia reticulata* f. simplex and relative species

		物种间 Among populations		物种内 Within populations	
变异来源 Case	df	4		255	
果高/mm	MS	3 096.499		44.423	
Fruit height	F	69.705**			
果径/mm	MS	8 791.812		44.033	
Fruit diameter	F	199.665**			
果形指数	MS	1.054		0.013	
Fruit shape index	F	78.427**			
果皮厚度/mm	MS	570.188		3.404	
Peel thickness	F	167.528**			
单果重/g	MS	34 018.717		578.141	
Fruit weight	F	58.842**			

**表示在 0.01 水平上相关性显著。 ** Significant at 0.01 level.

表 3 腾冲红花油茶及其近源种果实性状变异分析

Tab.3 Variation of fruit characteristics of *Camellia reticulata* f. simplex and relative species

物种 Species	样本 数 No	果高/mm Fruit height			果径/mm Fruit diameter			果形指数 Fruit shape index			果皮厚度/mm Peel thickness			单果重/g Fruit weight		
		Mean ± SD	变异系数 /%	变异 幅度	Mean ± SD	变异系数 /%	变异 幅度	Mean ± SD	变异系数 /%	变异 幅度	Mean ± SD	变异系数 /%	变异 幅度	Mean ± SD	变异系数 /%	变异 幅度
1	20	25.09 ± 3.25b	12.96	20.98 ~ 35.58	28.69 ± 3.76c	13.09	22.34 ~ 35.84	0.88 ± 0.10b	11.46	0.73 ~ 1.18	2.93 ± 0.71c	24.04	1.58 ~ 4.02	12.63 ± 3.86b	30.55	3.86 ~ 20.70
		41.06 ± 5.28a	12.85	33.14 ~ 49.68	57.90 ± 3.09a	5.33	52.46 ~ 62.76	0.71 ± 0.09d	12.15	0.56 ~ 0.82	11.74 ± 2.37a	20.21	8.57 ~ 16.59	76.30 ± 13.58a	17.80	51.00 ~ 103.00
2	20	20.70 ± 2.64c	12.76	15.04 ~ 25.20	16.95 ± 2.89d	17.05	11.08 ~ 22.71	1.24 ± 0.19a	14.94	0.72 ~ 1.63	1.37 ± 0.21d	15.45	0.97 ~ 1.87	3.55 ± 1.03b	29.19	1.90 ~ 5.50
		42.48 ± 7.07a	16.63	24.35 ~ 60.02	54.58 ± 7.32b	13.41	40.06 ~ 76.23	0.78 ± 0.11c	14.61	0.49 ~ 1.04	10.15 ± 1.88b	18.55	6.56 ~ 15.80	72.22 ± 25.79a	35.71	23.20 ~ 149.20
3	100	41.29 ± 7.47a	18.09	21.12 ~ 66.23	53.13 ± 7.33b	13.79	40.53 ~ 72.82	0.77 ± 0.11c	13.79	0.49 ~ 1.11	10.00 ± 2.01b	20.10	6.72 ~ 16.34	68.76 ± 28.03a	40.76	29.20 ~ 161.50
		38.90 ± 9.57	24.60	15.04 ~ 66.23	49.39 ± 13.38	27.10	11.08 ~ 76.23	0.82 ± 0.17	20.99	0.49 ~ 1.63	8.98 ± 3.49	38.81	0.97 ~ 16.59	61.34 ± 33.08	53.94	1.90 ~ 161.50
Total	260															

表中字母相同表示差异不显著。

The difference among populations with same letter is not significance.

2.1.4 果皮厚度的变异分析 由表 3 可知,果皮厚度在经济性状中是比较重要的经济指标,已有的研究^[4]认为果皮厚度与出籽率成显著的负相关,在油茶的选种中具有重要的意义。果皮厚度的总平均为 8.93 mm,物种间的变幅为 1.37 ~ 11.74 mm,相差 8.54 倍,其中果皮最厚的是五柱滇山茶为 11.74 mm,

其次是腾冲红花油茶的自然群落和人工群落,分别为 10.00 mm、10.15 mm,怒江红山茶的果皮厚度为 2.93 mm,果皮最薄的是云南连蕊茶,只有 1.37 mm;单果间果皮厚度的变幅为 0.97 ~ 16.59,相差 17.10 倍;变异系数为 15.45% ~ 24.04%,单个果实间的变异系数则为 38.81%,比物种间的变异要大得多。多重比较结果显示腾冲红花油茶的人工群落和自然群落间无显著的差异,而其他 3 个物种间则存在显著差异。

2.1.5 单果重的变异分析 由表 3 可知,总平均为 61.34 g,物种间的变幅为 3.55 ~ 76.30 g,相差 21.50 倍,单果间的变幅为 1.90 ~ 161.50 g,相差 85.00 倍,变异系数为 17.80% ~ 40.76%,单果间的变异系数为 53.94%,由此可见单果重在物种间和物种内均存在较大的变异,单果间的变异依然较物种间大。单果最重的是五柱滇山茶和腾冲红花油茶的人工种群,分别为 76.3 g 和 72.22 g,其次是腾冲红花油茶的自然种群和怒江红山茶,单果重分别为 68.76 g 和 12.63 g,最小的是云南连蕊茶只有 3.55 g。单果重的遗传力是比较大,但易受环境因素及植物自身的营养条件影响,从而在物种间和物种内均存在较大的差异。

总体而言:单果重的变异程度是最大的,变异系数达 53.94%,其次是果皮厚度,变异系数达 38.81%,最小的是果径、果高和果形指数,变异系数分别为:27.10%、24.60% 和 20.99%。腾冲红花油茶自然群落和人工群落由于属于同一物种,性状间的相似度较高,在多重比较中各个性状间的差异均不显著,其他 3 个物种的各个性状间均存在显著的差异;各性状个体间的变异程度均较物种间的大。同时还可以看出,不同物种间的变异主要集中在果实大小,即果高、果径和单果种上,果形指数在物种间具有一定的稳定性。

表 4 腾冲红花油茶及其近源种间果实性状的相关分析

Tab. 4 Correlation analysis of five traits

	果高/mm Fruit height	果径/mm Fruit diameter	果形指数 Fruit shape index	果皮厚度/mm Peel thickness	单果重/g Fruit weight
果高/mm Fruit height	1	0.824 6**	-0.194 4**	0.791 9**	0.844 3**
果径/mm Fruit diameter		1	-0.667 0**	0.893 7**	0.927 4**
果形指数 Fruit shape index			1	-0.540 7**	-0.452 6**
果皮厚度/mm Peel thickness				1	0.839 8**
单果重/g Fruit weight					1

** 表示在 0.01 水平上相关性显著。 ** significant at 0.01 level.

2.2 物种变异的丰富度

根据李正红^[9]的方法将物种各性状变异系数按大小排序,以前 3 位变异系数所占性状数作为物种变异丰富度的评价指标,可以看出:腾冲红花油茶自然群落所占的性状为 5 个,其人工群落所占的性状为 4 个,怒江红山茶所占的性状为 3 个,云南连蕊茶所占的性状为 2 个,五柱滇山茶所占的性状最少为 1 个,由此可见腾冲红花油茶自然群落的变异最为丰富,变异最小的是五柱滇山茶的种群。

2.3 物种间的聚类分析

从图 1 可以看出,若将其分为二类,则五柱滇山茶、腾冲红花油茶的自然群落和人工群落为一小类,

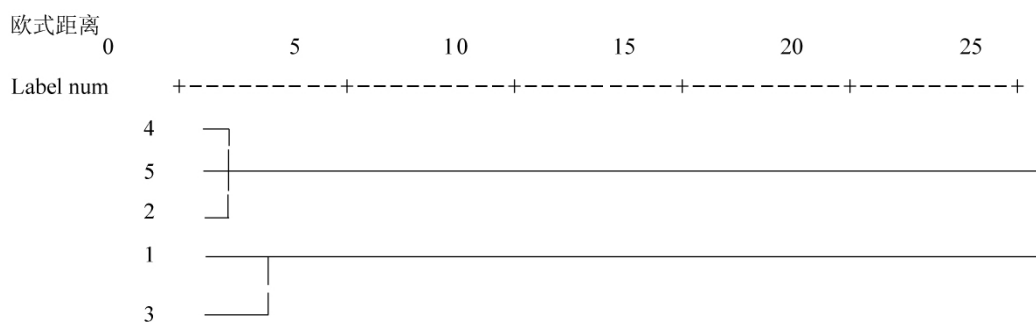


图 1 腾冲红花油茶及其近源种果实性状的层次聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of fruit among *Camellia reticulata* f. *simplex* and relative species

怒江红山茶和云南连蕊茶聚为一小类;若将其分为三类,腾冲红花油茶的自然群落和人工群落为一小类,怒江红山茶和云南连蕊茶聚为一小类,五柱滇山茶自成一类。腾冲红花油茶、五柱滇山茶、怒江红山茶和云南连蕊茶均属于山茶科山茶属,但由于种的不同导致了其性状上的差异,总体来讲,腾冲红花油茶与五柱滇山茶的亲缘关系较近,而怒江红山茶和云南连蕊茶存在较近的亲缘关系。在育种中应注意根据亲缘关系的远近,选择不同种的性状进行育种,以期获得具有优良性状的新品种。

2.4 果实性状间的相关性分析

从表4可以看出:单果重与果高、果径、果形指数、果皮厚度间均存在显著的相关关系,其中与果高、果径、果皮厚度的皮尔逊简单相关系数大于0.8000,单果重与果形指数成极显著的负相关,说明果径越大,单果重越重;单果重与果径成极显著的正相关关系也说明了这点;果皮厚度与果高和果径也成极显著的正相关关系,即随着果高和果径的增大,果皮厚度也随之增大,果皮厚度与果形指数成极显著的负相关;果高与果径的也成极显著的相关关系。

3 结论与讨论

(1) 腾冲红花油茶及其近源种果实在物种间及物种内单个果实间均存在极显著的差异,变异最大的是单果重为53.90%,其次是果皮厚度为38.81%、果径为27.10%、果高为24.60%,最小的是果形指数为20.99%。单果重是容易受栽培条件、管理水平等因素影响的一个指标,正因如此在生产中加强水肥等的管理对油茶增产具有重要的意义。果形指数也是一重要的指标,在对油茶果实的分类中具有重要的作用。单个果实间的变异比物种间的变异大,说明果实性状在物种间较稳定。

(2) 聚类分析表明腾冲红花油茶与五柱滇山茶的亲缘关系较近,云南连蕊茶与怒江红山茶的亲缘关系较近,这与多重比较分析的结果是一致的。在进行物种间的杂交育种时,由于花粉与柱头存在一定的亲和性,需要对亲本间亲缘关系的进行了解。本文初步认为腾冲红花油茶与五柱滇山茶可以进行种间杂交,云南连蕊茶与怒江红山茶也可以进行种间的杂交,腾冲红花油茶与云南连蕊茶、怒江红山茶的种间杂交有待进一步的研究。

(3) 相关分析表明,单果重与果高、果径、果皮厚度存在极显著的正相关关系,与果形指数成负相关;果皮厚度与果高、果径也成显著的正相关关系,与果形指数成负相关关系,果高与果径成极显著的正相关关系。

(4) 腾冲红花油茶不饱和脂肪酸含量高,但大部分类型存在果皮较厚,出油率不高等问题,由此利用其近源种对其进行改良具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 冯国楣. 云南山茶花[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1981.
- [2] 李世成. 云南省腾冲县红花油茶资源调查及利用分析[J]. 西南林学院学报, 2008, 28(3): 11-14.
- [3] 沈立新, 梁洛辉, 王庆华, 等. 腾冲红花油茶自然类型及其品种类群划分[J]. 林业资源管理, 2009(6): 75-79.
- [4] 沈立新, 梁洛辉, 张文, 等. 腾冲红花油茶主要产果类型的果实性状分析[J]. 西部林业科学, 2009, 38(4): 9-15.
- [5] 黄佳聪, 陆斌, 阙欢, 等. 腾冲红花油茶自然和人工种群种实性状变异研究[J]. 北京林业大学学报, 2010, 32(5): 94-101.
- [6] 刘子雷, 姚小华, 杨水平, 等. 浙江红花油茶果实经济性状变异的研究[J]. 西南大学学报, 2007, 29(4): 83-88.
- [7] 刘子雷, 杨水平, 姚小华, 等. 浙江红花油茶果实形态变异研究[J]. 林业科学研究, 2007, 20(2): 263-266, 263-266.
- [8] 杜洋文, 孙凡, 姚小华, 等. 油茶果实主要数量性状遗传变异分析[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 34(2): 39-42.
- [9] 李正红, 潘学政, 周朝鸿, 等. 云南地方栽培木豆群体数量性状变异分析[J]. 林业科学研究, 2004, 17(5): 547-554.