

腾冲红花油茶花期物候对座果率和产量的影响^{*}

谢胤¹ 曹永庆² 余祖华¹ 尹必期¹
徐志映¹ 寸明辉¹ 任华东² 杨忠品¹

(1. 国家油茶科学中心腾冲红花油茶实验站, 云南 腾冲 679100; 2. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400)

摘要 以选自云南省腾冲市宝峰山的 17 株腾冲红花油茶 *Camellia reticulata* 优良单株为对象, 连续 2 a 进行花期物候、开花数量、座果率和树冠产量观测, 分析腾冲红花油茶花期物候特性及其对座果率和产量的影响。供试优株在 12 月下旬进入初花期, 次年 1 月上旬进入盛花期, 3 月下旬进入末花期, 花期长度 90~100 d; 各优株花期长度在 23~69 d, 初花期发生比较分散, 盛花期和末花期则相对集中; 单朵花开放长度平均 8d, 单株间和年度间差异不明显; 座果率在单株间差异较大, 年度间则相对稳定; 产量在株间和年度间都表现出显著差异; 盛花期与末花期极显著正相关、与座果率显著正相关, 开花数量和座果率与单位积产量呈极显著的正相关; 2 号优株座果率最高, 其次 6 号和 4 号; 8 号优株单位体积产量最高, 其次 10 号和 6 号; 14 株优株花期在年度间相对稳定, 可分为早、中、晚三大类型, 11、12 和 16 号优株为早花期类型, 1、3、5、9、10、13、14 和 17 号优株为中花类型, 2、4 和 8 号优株为晚花类型; 晚花期类型座果率最高, 中花期类型次之, 早花期类型座果率最低。晚花类型是腾冲红花油茶首选类型, 年度花期相对稳定且花期类型相同的优良单株可互为授粉树, 6 号、7 号和 15 号优株在年度间花期极不稳定, 不宜作为授粉树。

关键词 腾冲红花油茶; 优良单株; 花期物候; 座果率; 产量

中图分类号: S722.5 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 06-0040-08

Effect of Flowering Phenophase on Fruitset Ratio and Yield of *Camellia reticulata*

XIE Yin¹ CAO Yongqing² YU Zuhua¹ YIN Biqu¹ XU Zhiying¹
CUN Minghui¹ REN Huadong² YANG Zhongpin¹

(1. Experimental Station of *Camellia reticulata*, National Center for Oil-tea Camellia Science and Technology, CAF, Tengchong, Yunnan 679100, China; 2. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Hangzhou, Zhejiang 311400, China)

Abstract The total 17 superior individuals of *Camellia reticulata* located at Baofeng Mountain of Tengchong, Yunnan province were used to observe flowering phenophase, quantity, fruitset ratio and yield per unit crown volume during 2 years continuously. And the flowering phenophase and its influence on fruitset ratio and yield were investigated. The results showed that the tested superior individuals entered the early flowering, full-bloom and end of flowering stage in the late December, early January and late March, respectively. The flowering

^{*} 基金项目: 国家重点研发计划 (2019FYD1001600)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金 (CAFYBB2017MB006)。

第一作者: 谢胤 (1972—), 男, 高级工程师, 主要从事经济林研究与栽培, E-mail: tchhysyz@163.com。

通信作者: 曹永庆 (1981—), 男, 副研究员, 主要从事经济林研究, E-mail: caoyq1981@163.com。

period could last for 90-100 days for the whole group and 23-69 days for specific individual. The blooming and the end of flowering stage were more centralized compared with the early flowering stage. The average flowering period of individual flower was 8 days and no significant difference was found among individuals and years. The fruitset ratio showed obvious difference among individuals, while relatively stable among years. And the yield varied significantly among individuals and years. The end of flowering stage and fruitset ratio positively correlated with full-bloom stage. And the positive correlations were also found among flowering quantity, fruitset ratio and the yield per unit crown volume. The superior individual No.2 showed the highest fruitset ratio, followed with No.6 and No.4. The superior individual No.8 showed the highest yield per unit crown volume, followed with No.10 and No.6. The flowering stage of 14 superior individuals was relatively stable among years. The superior individuals No.11, No.12 and No.16 belonged to early flowering type. No.1, No.3, No.5, No.9, No.10, No.3, No.14 and No.17 belonged to middle flowering type and No.2, No.4 and No.8 belonged to late flowering type. The fruitset ratio of late flowering type was the highest, middle flowering type came second and the early flowering type was the lowest. The late flowering type should be taken as priority during selection and the individuals with the same flowering period can pollinate each other. The flowering phenophase of superior individuals No.6, No.7 and No.15 were quite unstable and should not be selected as pollination tree.

Key words *Camellia reticulata*; superior individual; flowering phenology; fruitset ratio; yield

腾冲红花油茶, 又名滇山茶 *Camellia reticulata*, 为常绿阔叶、小到中型乔木树种^[1-2], 其花色艳丽, 种子含油率高, 是世界著名的观赏树种和木本油料树种^[3-5]。腾冲红花油茶为局限性生态幅物种^[6], 主要分布在滇中及其以西、腾冲及其以东、海拔 1 600~2 600 m 的温凉湿润地区, 尤以腾冲县最为集中^[7]。腾冲红花油茶油的脂肪酸组成成分与橄榄油相似, 富含茶多酚、山茶苷、山茶皂苷、甾醇、维生素 E、角鲨烯等有益物质和钾、钙、锌等营养元素, 具有降血脂、降低胆固醇、软化血管等作用, 是一种优质食用油^[8-15]。因其品质独特, 受到地方政府及学术界的高度重视。云南省将腾冲红花油茶列为重点发展的木本油料植物之一^[16], 截止 2019 年, 种植规模达到 4.7 万 km²; 有学者对其展开了研究, 研究内容主要集中在资源分布、经济性状、油品特性等方面^[17-22], 初步开展了一些优株选择和良种认定工作^[23-24], 但在花期物候观测及花期物候对产量的影响方面未见报道。油茶不同单株开花习性存在着复杂的变异, 而花期与产量有关, 同一林分中花期不一致影响授粉而导致结实率低^[25-26]; 开花物候涉及始花期、开花高峰期和开花持续时间等, 不同的开花物候特征对植物的生殖成功有重要影响^[27-30]。本研究的目的是观测腾冲红花油茶优良单株开花物候特征、座果率和产量, 分析花期物候、座果率和产量之

间的相关性, 为腾冲红花油茶良种培育和高效栽培提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 观测种群概况

优株种群位于腾冲市腾越镇核桃园社区宝峰山, 地处东经 98°28'50", 北纬 25°03'28"。坡向东, 坡位中下, 坡度 15~25°。人工开挖台地, 土壤为酸性黄壤, pH6.0, 土壤保水、保肥能力中等。海拔 1 680~1 750 m。年平均气温 14.6℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 4640℃, 最热月 8 月平均气温 19.5℃, 最冷月 1 月平均气温 7.5℃, 极端高温 30.2℃, 极端低温 -4.3℃。年均降水量 1 500 mm, 干湿季分明, 雨热同季, 6—9 月为雨季。年日照时数 2 167 h, 无霜期 220~255 d。观测优株所处的腾冲红花油茶种群, 总面积为 28 hm², 纯林, 密度 900 株/hm², 种群起源为人工实生林。选优标准和方法参照 GB/T14071—93^[31] 和 LY/T1730—2008^[32] 执行, 具体为: 种群面积 ≥ 2 hm², 树龄 15 a 以上的腾冲红花油茶纯林; 优株树形完整, 树冠开张, 生长良好, 没有或极少有病虫害(果实炭疽病率 3% 以下); 树冠体积鲜果产量连续 3 a ≥ 1.5 kg/m³。优株信息见表 1。

1.2 研究方法

1.2.1 观测方法及花期划分 在 1~17 号优株东、

表 1 观测样株概况
Table 1 List of superior individuals for investigation

优株号 No.	树龄 /a Age	树型 Tree-type	树高 /m Height	冠下高 /m Height under crown	冠幅 /m Crown		地径 /cm Diameter
					东西 East to west	南北 South to north	
TC01	43	圆球型	3.2	1.1	2.0	2.0	16.1
TC02	43	圆锥型	7.1	1.7	2.1	2.5	18.3
TC03	43	圆球型	6.0	1.5	3.0	3.0	20.2
TC04	43	圆球型	4.6	1.2	2.2	2.4	22.2
TC05	43	圆球型	5.5	1.5	2.2	2.3	14.4
TC06	43	圆球型	4.2	1.0	2.2	2.3	12.6
TC07	43	圆球型	6.0	1.7	1.7	1.9	13.6
TC08	43	圆球型	5.3	1.0	1.5	2.0	14.3
TC09	43	圆球型	5.1	1.0	1.5	2.1	20.0
TC10	43	圆锥型	4.5	1.5	3.1	4.2	20.0
TC11	43	圆球型	3.5	1.5	2.8	3.1	12.7
TC12	45	圆锥型	6.5	1.7	3.1	3.2	20.1
TC13	45	圆球型	6.0	1.3	2.8	2.8	24.0
TC14	45	圆球型	7.1	1.2	3.0	3.0	34.0
TC15	45	圆锥型	7.9	1.7	3.0	3.1	20.3
TC16	45	圆锥型	7.5	1.5	2.8	2.8	28.2
TC17	45	圆锥型	8.4	1.5	2.6	2.5	28.0

南、西、北 4 个方向分别标记 1 个样枝，每株 4 枝。每年 12 月 1 日开始，清点记录样枝上的花芽总数，然后每天观察一次，记录第一朵花开花时间、开花数及凋谢数。在每个样株上标记 8 个健康花蕾，每个样枝标记 2 朵，共标记 160 朵，每天观测记录单朵花开放到花朵凋谢的进程。花瓣展开、见到花蕊视为开花，花瓣凋萎则视为凋谢。单株花期划分标准为：单株样枝上 5%~25% 的花苞开放为初花期，25%~75% 花苞开放为盛花期，超过 75% 花苞开放为末花期。末花期后 15 d 调查座果数。2018 年至 2019 年连续观测 2 a。由于腾冲红花油茶跨年开花，本文将春季有腾冲红花油茶开放的年度作为开花年，如腾冲红花油茶 2017 年冬至 2018 年春的开花视为 2018 年的花期，以此类推。花期时间记录按“月-日”方式书写，如 12 月 20 日记做“12-20”。

1.2.2 数据分析 将日期进行数字化转换，具体方法是从 12 月 20 日开始，12-20 计做“1”，12-21 计做“2”，依次类推，至 03-30 计做“101”。用

公式（1）计算变异系数，公式（2）计算座果率，公式（3）计算单位树冠体积产量，公式（4）计算圆球型冠层体积，公式（5）计算圆锥型冠层体积。因为所观测腾冲红花油茶树体冠下滑干较高，因此冠层体积计算方法根据 LY/T 2955-2018）^[33] 规定稍加变动计算，即计算使用的树高值等于测量的实际树高减去冠下高。用 Excel 2007 和 SPSS19.0 进行统计分析。多重比较采用 LSD 法，聚类分析采用欧式聚类。

$$V_{\text{系}} = S / \bar{X} \cdots \cdots (1)$$

式中： $V_{\text{系}}$ 表示变异系数， S 表示标准差， $\bar{X}$ 表示每列数字的平均值。

$$F(\%) = A/B \times 100\% \cdots \cdots (2)$$

式中： F 代表座果率， A 代表幼果数， B 代表花朵数。

$$m(\text{kg}) = M/G \cdots \cdots (3)$$

式中： m 表示单位体积产量， M 表示单株总产量， G 表示树冠体积。

$$V_{\text{体}} = 2 \times \pi [(d_1 + d_2)/4]^2 \times (L_1 - L_2)/3 \cdots \cdots (4)$$

式中： $V_{\text{体}}$ 表示冠层体积， d_1 和 d_2 分别表示冠幅两个方向的长度， L_1 表示树高， L_2 表示冠下高。

$$V_{\text{体}} = \pi [(d_1 + d_2)/4]^2 \times (L_1 - L_2)/3 \cdots \cdots (5)$$

式中： $V_{\text{体}}$ 表示冠层体积， d_1 和 d_2 分别表示冠幅两个方向的长度， L_1 表示树高， L_2 表示冠下高。

2 结果与分析

2.1 腾冲红花油茶花期物候特征分析

由表2可以看出：2017年12月23日16号优株率先进入花期，至2018年3月22日8号优株最后进入末花期，所有优株2017年花期长度90 d左右；2019年12月29日，12号优株首先再次进入花期，至3月30日2号优株最后进入末花期，2019年花期长度在100 d左右。各优株的花

期长度在23~69 d之间不等，两年均值和变异系数相近，说明花期长度在年度间差异并不明显。初花期、盛花期和末花期在年度间和株间均有不同，初花期的极差和变异系数较大，说明各优株的初花期历时时间长且分散，盛花期和末花期变异系数较小，说明各优株的盛花期和末花期相对集中。此外，各优株进入花期的先后顺序在年度间有差异，说明腾冲红花油茶单株的花期物候不但受基因控制，还受到外界因素的影响，2018年花期物候的变异系数大于2019年，表明2019年气候更有利于腾冲红花油茶开花。

从表3可知：2019年的花数量、座果率和单位树冠体积产量总体都大于2018年，说明2018年是各优株的结果小年；开花数量的变异系数和极差2018年远大于2019年，说明腾冲红花油茶

表2 腾冲红花油茶单株花期物候

Table 2 Flowering phenophase for individual tree of *Camellia reticulata*

优株 Sample	2018				2019			
	初花期 Initial	盛花期 Blooming	末花期 Ending	花期长度 /d Duration	初花期 Initial	盛花期 Blooming	末花期 Ending	花期长度 /d Duration
TC01	01-09	01-28	02-25	48	01-04	01-22	02-27	55
TC02	02-20	02-24	03-13	23	02-13	03-01	03-30	47
TC03	01-23	02-03	02-28	45	01-21	01-25	02-17	28
TC04	02-06	02-12	03-09	33	01-29	02-14	02-28	38
TC05	01-12	02-01	02-20	40	01-12	01-21	03-1	48
TC06	01-15	01-27	02-18	35	01-11	01-14	02-05	26
TC07	02-06	02-16	03-15	39	01-01	01-23	02-18	49
TC08	02-09	02-14	03-22	43	02-03	02-12	03-13	39
TC09	01-09	02-09	03-02	54	01-02	01-28	03-11	69
TC10	01-23	01-27	02-25	34	01-23	01-31	02-28	37
TC11	01-05	01-11	02-20	47	01-10	01-18	02-12	34
TC12	01-04	01-15	02-08	36	12-29	01-15	02-12	46
TC13	01-22	02-07	02-22	32	01-20	01-25	02-23	35
TC14	01-12	01-25	02-04	34	01-24	01-30	02-23	31
TC15	02-08	02-18	03-18	40	01-10	01-27	02-26	48
TC16	12-23	01-11	02-11	51	01-05	01-16	02-13	40
TC17	01-22	02-02	03-08	47	01-20	01-31	03-07	33
平均 Mean	01-21	02-03	02-28	40.1	01-16	01-27	02-25	41.3
极差 Range	59	54	48	31	54	58	65	43
变异系数 Variance	0.371	0.266	0.130	0.223	0.336	0.259	0.168	0.262

遇小年花数量不但少而且参差不齐，遇大年则较多且相对整齐。各优株单朵花花期长度在两个观测年的变异系数均较小且相近，说明单花花期长度在株间差异不大，主要受自身基因控制，受外界环境干扰较小。17 株优株中，座果率最高的优株为 2 号，其次 6 号和 4 号；单位树冠体积产量最高的优株为 7 号，其次 6 号和 8 号；3 号、4 号、9 号、13 号和 16 号低于选优标准；1 号和 12 号优株连续结果能力较强；优株间座果率和单位

树冠体积产量的极差和变异系数均较大，说明不同优株的座果率和单位树冠体积产量差异较大。

相关分析结果（表 4）表明：盛花期与末花期极显著正相关、与座果率显著正相关，开花数量与座果率显著正相关、与单位树冠体积产量极显著的正相关，座果率与单位树冠体积产量极显著的正相关。由此可见，开花数量和座果率是影响腾冲红花油茶产量的主要因素，盛花期通过影响座果率间接影响到产量，花期较晚及开花数量较

表 3 腾冲红花油茶座果率和产量
Table 3 Fruitset ratio and yield of *Camellia reticulata*

优株 Sample	2018				2019			
	花朵 数量 Flower number	单花开放长度 /d Flowering during for single flower	座果率 /% Fruitset ratio	单位体积产量 /kg Yield per unit crown volume	花朵 数量 Flower number	单花开放长度 /d Flowering during for single flowe	座果率 /% Fruitset ratio	单位体积产量 /(kg · m ⁻³) Yield per unit crown volume
TC01	90.00	10.4	45.71	3.18	26.00	7.8	14.29	1.92
TC02	14.00	7.2	47.37	0.60	58.00	7.7	93.55	4.86
TC03	8.00	4.5	25.00	0.22	62.00	4.8	54.84	2.24
TC04	8.00	9.2	50.00	0.24	37.00	6.3	75.00	2.64
TC05	16.00	8.7	20.00	0.64	102.00	6.8	12.12	2.80
TC06	18.00	7.5	52.63	0.26	87.00	8.7	85.71	9.28
TC07	9.00	10.0	26.48	0.38	108.00	8.3	55.88	9.68
TC08	18.00	11.7	48.33	0.58	95.00	9.0	54.28	8.32
TC09	16.00	8.7	37.50	0.18	62.00	6.5	38.09	2.60
TC10	8.00	8.5	33.33	0.12	98.00	8.2	73.33	3.78
TC11	12.00	9.8	31.43	0.44	52.00	8.2	23.41	2.96
TC12	28.00	7.0	34.95	1.68	52.00	8.5	18.91	2.96
TC13	12.00	8.7	64.70	0.10	9.00	6.8	24.24	0.84
TC14	28.00	11.3	11.11	0.44	82.00	8.5	59.46	3.56
TC15	12.00	8.8	27.75	0.10	76.00	8.3	52.17	3.82
TC16	41.00	7.7	20.00	1.26	13.00	6.5	25.00	0.80
TC17	12.00	7.8	12.12	0.42	71.00	6.3	27.78	4.62
平均 Mean	20.59	8.7	34.61	0.64	64.12	7.5	47.79	3.98
极差 Range	82	4.2	56.40	3.08	99	4.2	81.53	8.88
变异系数 Variance	0.967	0.199	0.494	1.218	0.472	0.154	0.521	0.674

表 4 腾冲红花油茶花期物候特征、座果率和产量相关分析

Table 4 Correlation analysis among flowering phenophase, fruitset ratio and yield of *Camellia reticulata*

项目 Projects	初花期 Initial	盛花期 Blooming	末花期 Ending	花期长度 Duration	单花开放长度 Flowering during for single flower	开花数量 Flower number	座果率 Fruitset ratio
盛花期 Blooming	0.254						
末花期 Ending	0.147	0.489**					
花期长度 Duration	-0.141	-0.050	0.225				
单花开放长度 Flowering during for single flower	0.083	-0.089	0.096	0.010			
开花数量 Flower number	0.230	0.045	-0.133	0.090	-0.051		
座果率 Fruitset ratio	0.187	0.386*	0.241	-0.270	0	0.431*	
产量 Yield	0.119	0.074	-0.116	0.00	-0.024	0.859**	0.495**

注：** 在 0.01 水平（双侧）上显著相关，* 在 0.05 水平（双侧）上显著相关。

Note: ** means significantly different at the level 0.01 (two-tailed test) and * means significantly different at the level 0.05 (two-tailed test)

多的优株单位树冠产量较高。

2.2 花期物候聚类分析与类群划分

以初花、盛花和末花 3 个物候因子为变量对优株分年度进行聚类分析，结果如图 1 所示。由图 1（2018）可以看出，2018 年 17 个腾冲红花油茶优株可分为三类，其中 11、12 和 16 号优株聚成一类，结合表 2 分析得知，这 3 个优株盛花期集中在 1 月中旬以前，为早花类型；2、4、7、8 和 15 号优株聚成第二类，这 5 个优株盛花期集中在 2 月中旬以后，为晚花类型；其余 1、3、5、6、9、10、13、14 和 17 号优株聚成第三类，花期介于上两类之间，为中花期类型。由图 1（2019 年）可知，2019 年 17 个腾冲红花油茶优株亦可分为三类，2、4 和 8 号优株聚成一类，花期集中在 2 月中旬以后为晚花类型；6、11、12 和 16 号聚成第二类，花期集中在 1 月中旬为早花类型；其余 1、3、5、7、9、10、13、14、15 和 17 号优株聚成一类，花期介于早花类和晚花类之间为中花类型。

综合两年聚类分析结果，1 号、2 号、3 号、4 号、5 号、8 号、9 号、10 号、11 号、12 号、13 号、14 号、16 号和 17 号共 14 株优株的花期早晚在年度间相对稳定，其中：11 号、12 号和 16 号为早花期类型，1 号、3 号、5 号、9 号、10 号、13 号、14 号和 17 号为中花类型，2 号、4 和 8 号优株为晚花类型。同类花期的优株之间花期相遇

时间最长，相互授粉效果较好。而 6 号、7 号和 15 号优株在年度间花期极不稳定，盛花期在两年间相差半月以上，花期同步性差，不利于配置授粉品种。

2.3 不同花期类型腾冲红花油茶座果率和单位树冠体积产量分析

腾冲红花油茶早、中、晚花期类型的座果率有极显著差异（ $P=0.004<0.01$ ），但单位树冠体积产量差异不明显（ $P=0.474>0.05$ ）。多重比较结果（表 5），晚花类型的座果率与早花、中花类型比较差异极显著，中花类型和早花类型之间差异不显著，这说明花期早晚对座果率有显著影响，晚花期类型的腾冲红花油茶座果率最高，但花期早晚对单位树冠冠体产量的影响较小，这可能是由于腾冲红花油茶单位树冠体积产量除与花期早晚有关外，还受到开花量、成果过程病虫害发生程度和生理落果多少的影响。

3 结论与讨论

17 株优株的花期长达 90 多天，表明腾冲红花油茶与其他油茶类植物一样属于居群花期较长的物种，这可能是腾冲红花油茶为了适应花期寒冷气候，有助于长期吸引访花者，以利于授粉成功确保后代延续形成的特性。观察中发现，同一株树内，一般是最先开放和花朵数量稀疏的枝条上

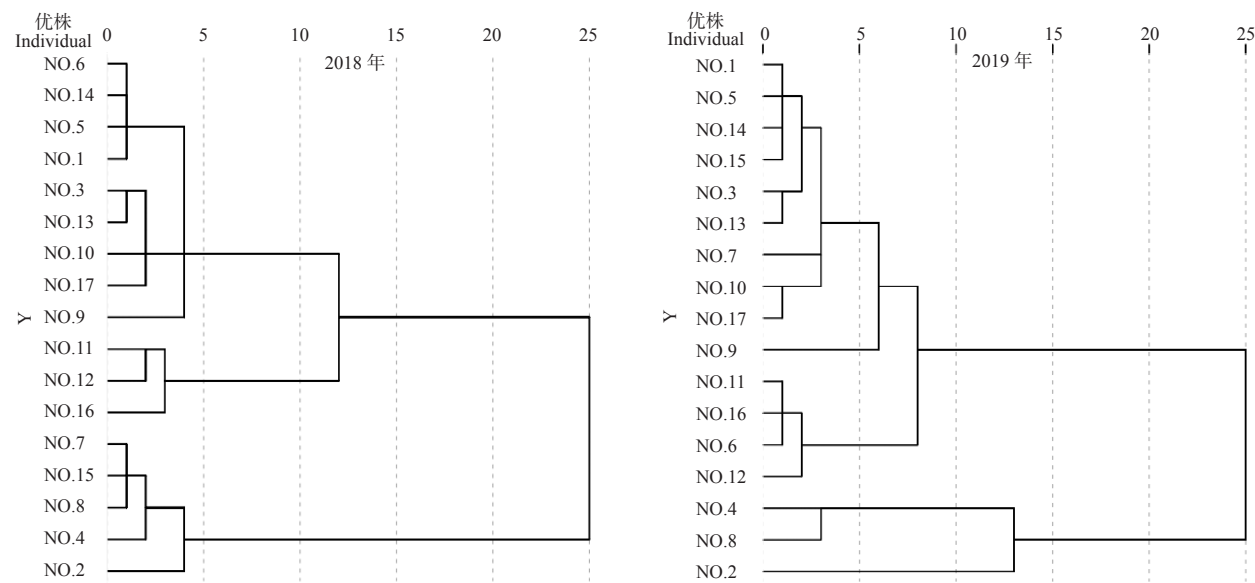


图 1 腾冲红花油茶花期聚类分析
Fig.1 Cluster analysis of *Camellia reticulata*

表 5 不同花期类型座果率多重比较
Table 5 Fruitset ratio comparisons of different flowering types

变量 Dependent	坐果率 /%Fruitset ratio
早花 Early flowering	22.44a
中花 Middle floweing	45.26a
晚花 Late flowering	72.28b

注：纵向比较，字母不同表示显著，显著性水平为 0.01。
Note: vertical comparison, the same letter is not significant, the letter is significantThe significantly different at the level 0.01.

的单花开放持续时间较长，而最后开放和花朵数量密集的枝条上的单花开放持续时间较短，这可能与枝条营养因素有关。此外，晚花类座果率和单位树冠体积产量最高，与前期研究结果一致^[34]。

花期受外界环境干扰大的单株可能大小年现象更加明显，花期持续时间太长的单株又可能会出现果实成熟期不一致的问题，因此，花期物候特征应作为腾冲红花油茶优株选择的指标之一，应选择花期受外界环境干扰较小、遗传相对稳定、花期集中的单株。同时，腾冲红花油茶早花类型果实成熟时还在雨季，存在油茶籽剥取、干燥和保存成本高、易霉变的问题，因此，选择培育腾冲红花油茶中、晚花类型品种较好。

两年观测结果显示，3 号、4 号、9 号、13 号和 16 号优株单位体积产量低于选优标准 1.5 kg/m³，这可能与产量大小年波动有关，根据以上观测结果，项目组将继续观测一年。

综上，17 个腾冲红花油茶优株的花期长度 90~100 d，各优株间初花期比较分散，末花期相对集中；单朵花开放持续时间平均 8 d，在不同单株和不同年度间差异不明显。座果率和单位体积产量在株间差异较大，变异系数达 0.496 以上，同一优株座果率在年度间相对稳定而单位体积产量差异明显。座果率最高的优株为 2 号，其次 6 号和 4 号；单位树冠体积产量最高的优株为 8 号，其次 10 号和 6 号。所观测优株聚类为早、中、晚花三类，11 号、12 号和 16 号为早花期类型，1 号、3 号、5 号、9 号、10 号、13 号、14 号和 17 号为中花类型，2 号、4 和 8 号优株为晚花类型。相同花期的类型可互为授粉品种，而 6 号、7 号和 15 号优株在年度间花期极不稳定，不宜作为授粉树。晚花期类型座果率最高，中花期类型次之，早花期类型座果率最低。

参考文献

- [1] 中国科学院昆明植物研究所. 云南植物志: 第8卷[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 307-308.
- [2] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志: 第49卷第3分册[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [3] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 2版. 北京: 中国林业出版社, 2008: 72-73, 86.
- [4] 冯国楣, 夏丽芳, 朱象鸿. 云南山茶花[M]. 昆明: 云南人民出版社, 1981.
- [5] 李溯. 云南山茶花[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 2016.
- [6] 陈辉, 刘国敏, 刘玉宝, 等. 油茶丰产林培育[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2009.
- [7] 黄佳聪, 阙欢, 伍建榕. 腾冲红花油茶栽培与籽油制取技术[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [8] 贾良志, 周俊. 中国油脂[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [9] 黄佳聪, 阙欢, 刘云. 腾冲红花油茶籽油中多酚类物质对自由基清除作用的研究[J]. 中国油脂, 2011, 36(12): 54-57.
- [10] 邓小莲, 谢光盛, 黄树根. 保健茶油的研制及其调节血脂的作用[J]. 中国油脂, 2002, 27(5): 96-97.
- [11] 郭磊, 王嘉新, 皮佳玉, 等. 腾冲红花油茶多糖体外抗氧化活性研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(3): 37-40.
- [12] CAO Y Q, XIE Y, REN H D. Fatty acid composition and tocopherol, sitosterol, squalene components of *Camellia reticulata* oil[J]. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 2018, 13(4): 403-406.
- [13] 柏云爱, 张富强, 宋大海, 等. 油茶籽油与橄榄油营养价值的比较[J]. 中国油脂, 2008, 33(3): 39-41.
- [14] 龙正海, 王道平. 油茶籽油与橄榄油化学成分研究[J]. 中国粮油学报, 2008, 23(2): 121-123.
- [15] 曹国锋, 邬兵, 钟守贤. 茶叶籽油、油茶籽油与茶树油的区别[J]. 中国油脂, 2008, 33(8): 17-20.
- [16] 云南省人民政府. 云南省木本油料产业发展规划[R]. 昆明, 2009.
- [17] 杨忠品, 谢胤, 辛成莲, 等. 高黎贡山以西油用腾冲红花油茶种质资源调查报告[J]. 林业调查规划, 2015, 40(1): 86-90.
- [18] 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, 23(3): 11-19.
- [19] 黄佳聪, 陆斌, 阙欢, 等. 腾冲红花油茶籽油主要理化成分分析[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(5): 29-32.
- [20] 靳高中, 姚小华, 任华东, 等. 腾冲红花油茶产量及脂肪酸组成变异研究[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(3): 492-498.
- [21] 靳高中, 杨水平, 姚小华, 等. 腾冲红花油茶果实主要性状变异分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33(12): 48-53.
- [22] 黄佳聪, 何俊, 尹瑞萍, 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.
- [23] 龚发萍, 黄佳聪, 万晓军, 等. 腾冲红花油茶良种腾油12号的选育[J]. 林业调查规划, 2013, 38(3): 112-114.
- [24] 郭玉红, 徐德兵, 江期川, 等. “云林1号”腾冲红花油茶优良无性系的选育[J]. 林业科技, 2018, 43(2): 33-35.
- [25] 黎章矩. 油茶开花习性与产量关系的研究[J]. 经济林研究, 1983(1): 31-41.
- [26] 林少韩, 徐乃焕. 油茶花期生态及结实力的研究[J]. 林业科学, 1981(2): 113-122.
- [27] 肖宜安, 何平, 李晓红. 濒危植物长柄双花木开花物候与生殖特性[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 14-21.
- [28] PRIMACK R B. Longevity of individual flowers[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1985, 16: 15-37.
- [29] MCINTOSH M E. Flowering phenology and reproductive output in two sister species of *Ferocactus* (Cactaceae)[J]. Plant Ecology, 2002, 159: 1-13.
- [30] 徐志映, 谢胤, 辛成莲等. 腾冲红花油茶优良单株选择[J]. 林业调查规划, 2015, 40(2): 98-101.
- [31] 国家质检总局. GB/T14071—93 林木良种审定规范[S]. 北京: 国家标准出版社, 1993.
- [32] 国家林业局. LY/T1730—2008 油茶第1部分: 优树选择和优良无性系选育技术规程[S]. 北京: 国家标准出版社, 2008.
- [33] 国家林业局. LY/T 2955—2018 油茶主要性状调查测定规范[S]. 北京: 国家标准出版社, 2018.
- [34] 辛成莲, 石卓功, 黄佳聪, 等. 腾冲红花油茶座果率及结实率研究[J]. 西部林业科学, 2011, 40(4): 60-64.