

不同油茶品种叶片横切面解剖特征及其亲缘关系分析

郑 瑞¹, 周方方¹, 林 萍², 姚小华², 陆 畅¹, 张小平^{1,①}

(1. 安徽师范大学生命科学学院, 安徽 芜湖 241000; 2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 采用石蜡切片技术对采自浙江的 9 个品系 61 个油茶 (*Camellia oleifera* Abel) 品种的叶片及中脉横切面解剖特征进行了观察, 在此基础上采用聚类分析法对品种间的亲缘关系进行了初步研究并编制了分类检索表。结果表明: 61 个油茶品种的叶片横切面均由上表皮、下表皮以及栅栏组织和海绵组织构成, 叶片为异面叶, 栅栏组织细胞层数多为 3~4 层, 海绵组织细胞多为椭圆形, 大部分叶片组织中含有晶体和石细胞; 不同品种的叶片厚度、上表皮和下表皮厚度、栅栏组织和海绵组织厚度分别为 401.13~729.68、19.00~36.18、14.05~35.45、116.8~271.3 和 198.2~518.4 μm , 叶片组织结构疏松度和紧密度分别为 38.8%~89.5% 和 17.2%~44.6%, 这些指标在不同品种间均有显著差异 ($P<0.05$)。叶片中脉横切面由厚角组织、维管束和维管束鞘组成, 维管束主要由木质部和韧皮部构成; 不同品种的中脉厚度、木质部和韧皮部厚度、维管束短径分别为 523.6~1317.8、116.1~364.2、40.0~181.8 和 171.8~529.5 μm , 中脉突起度为 1.029~2.041, 这些指标在不同品种间均有显著差异 ($P<0.05$)。通过聚类分析可将供试的 61 个油茶品种分为 13 组, 各组均具有各自的显著特征。研究结果说明: 叶片横切面解剖特征可作为区分油茶品种的依据之一。

关键词: 油茶品种; 叶片; 中脉; 解剖结构; 聚类分析; 亲缘关系

中图分类号: Q944.56; S565.9 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2013)02-0018-12

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2013.02.03

Anatomical characteristics of leaf transection of different cultivars of *Camellia oleifera* and their relationship analysis

ZHENG Rui¹, ZHOU Fangfang¹, LIN Ping², YAO Xiaohua², LU Chang¹, ZHANG Xiaoping^{1,①} (1. College of Life Sciences, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China; 2. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Fuyang 311400, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2013, 22(2): 18-29

Abstract: The anatomical characteristics of transection of leaf and its midrib of 61 cultivars belonging to nine lines of *Camellia oleifera* Abel from Zhejiang were observed by paraffin method, and on this basis, relationship among 61 cultivars was studied preliminarily by cluster analysis method and the key was also compiled. The results show that leaf transection of 61 cultivars is composed of upper and lower epidermis, palisade tissue and spongy tissue and the leaf belongs to bifacial type; cell layers of palisade tissue are most 3-4 and the cells of spongy tissue are most oval shape; and most leaf tissues contain crystal and sclereid. The thicknesses of leaf, upper and lower epidermis, palisade tissue and spongy tissue of different cultivars are 401.13-729.68, 19.00-36.18, 14.05-35.45, 116.8-271.3 and 198.2-518.4 μm , respectively, and loose ratio and tense ratio of leaf tissue structure are 38.8% - 89.5% and 17.2% - 44.6%, respectively; and differences of these indexes among different cultivars are significant ($P<0.05$). The transection of leaf midrib is composed of collenchyma, vascular bundle and vascular bundle sheath and vascular bundle mainly consists of xylem and phloem. The thicknesses of midrib, xylem and phloem, and short diameter of vascular bundle of different cultivars are 523.6-1317.8, 116.1-364.2, 40.0-181.8 and 171.8-529.5 μm , respectively; their midrib protuberant degree is 1.029-2.041; and the differences of these indexes among different cultivars are significant

收稿日期: 2012-05-22

基金项目: 中国林业科学研究院亚热带林业研究所委托项目 (RISF6804)

作者简介: 郑 瑞 (1988—), 女, 安徽六安人, 硕士研究生, 研究方向为植物系统进化与分类。

①通信作者 E-mail: pinghengxu@sina.com.cn

($P < 0.05$). By means of cluster analysis, 61 cultivars of *C. oleifera* can be divided into 13 groups, and each group possesses itself remarkable characteristics. It is suggested that anatomical characteristics of leaf transection can be one of evidences for cultivar identification of *C. oleifera*.

Key words: *Camellia oleifera* Abel cultivar; leaf; midrib; anatomical structure; cluster analysis; relationship

油茶(*Camellia oleifera* Abel)又名茶子树、茶油树、百花茶,为山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia* Linn.)多年生常绿小乔木,是中国特有的食用油料树种,系世界四大木本油料树种之一。茶油以单不饱和脂肪酸为主要成分,且富含 V_A 和 V_E 等,营养价值高,素有“液体黄金”的美誉。近年来中国油茶种植业发展迅速,油茶种植面积迅速增加^[1]。

油茶是中国南方最重要的木本食用油料树种,分布广、面积大,但产量低且不稳定。因此,培育高产、性能稳定的油茶新品种非常重要^[2]。杂交育种是油茶育种的重要手段,但前提是必须对目前众多的油茶品种进行分类。

叶片作为植物的重要器官之一,其解剖学特征可作为一种间或种下类群的分类依据。为此,作者采用石蜡切片法,从植物解剖学角度研究并探讨不同油茶品种叶片及其中脉横切面解剖结构的异同,分析其相关性和差异性,并在此基础上对供试的61个油茶品种进行比较与归类,以期对油茶品种分类提供形态解剖学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试61个油茶品种全部于2009年11月取自浙江富阳油茶基地(浙江东方红林场),包括红花油茶系列(Honghuayoucha series)的6个品种‘dy46’、‘fy7’、‘hy114’、‘dy156’、‘hy1’和‘hy17’;长林系列(Changlin series)的43个品种‘长林27号’(‘Changlin 27’)、‘长林21号’(‘Changlin 21’)、‘长林91号’(‘Changlin 91’)、‘长林185号’(‘Changlin 185’)、‘长林219号’(‘Changlin 219’)、‘长林15号’(‘Changlin 15’)、‘长林81号’(‘Changlin 81’)、‘长林90号’(‘Changlin 90’)、‘长林94号’(‘Changlin 94’)、‘长林145号’(‘Changlin 145’)、‘长林152号’(‘Changlin 152’)、‘长林20号’(‘Changlin 20’)、‘长林29号’(‘Changlin 29’)、‘长

林31号’(‘Changlin 31’)、‘长林40号’(‘Changlin 40’)、‘长林46号’(‘Changlin 46’)、‘长林52号’(‘Changlin 52’)、‘长林54号’(‘Changlin 54’)、‘长林56号’(‘Changlin 56’)、‘长林65号’(‘Changlin 65’)、‘长林67号’(‘Changlin 67’)、‘长林72号’(‘Changlin 72’)、‘长林82号’(‘Changlin 82’)、‘长林87号’(‘Changlin 87’)、‘长林88号’(‘Changlin 88’)、‘长林89号’(‘Changlin 89’)、‘长林95号’(‘Changlin 95’)、‘长林96号’(‘Changlin 96’)、‘长林97号’(‘Changlin 97’)、‘长林98号’(‘Changlin 98’)、‘长林99号’(‘Changlin 99’)、‘长林100号’(‘Changlin 100’)、‘长林101号’(‘Changlin 101’)、‘长林102号’(‘Changlin 102’)、‘长林106号’(‘Changlin 106’)、‘长林119号’(‘Changlin 119’)、‘长林151号’(‘Changlin 151’)、‘长林153号’(‘Changlin 153’)、‘长林155号’(‘Changlin 155’)、‘长林161号’(‘Changlin 161’)、‘长林162号’(‘Changlin 162’)、‘长林182号’(‘Changlin 182’)和‘长林214号’(‘Changlin 214’);湘林系列(Xianglin series)品种‘湘5’(‘Xiang 5’);闽优系列(Minyou series)的5个品种‘闽优2’(‘Minyou 2’)、‘闽优6’(‘Minyou 6’)、‘闽优10’(‘Minyou 10’)、‘闽优11’(‘Minyou 11’)和‘闽优43’(‘Minyou 43’);桐系列(Tong series)品种‘桐11’(‘Tong 11’);赣系列(Gan series)品种‘赣1’(‘Gan 1’);桂无系列(Guiwu series)品种‘桂3’(‘Gui 3’)和‘桂4’(‘Gui 4’);亚家系列(Yajia series)品种‘亚家1’(‘Yajia 1’)以及作为对照的品种‘无’(‘Wu’)^[2]。

从各品种的多棵样株上随机选取10片生长正常且大小一致的叶片^[3],用FAA(含体积分数70%乙醇)固定。

1.2 石蜡切片制作方法

取固定后的油茶叶片,依次用体积分数50%、70%、85%、95%和100%乙醇(重复1次)、V(100%乙醇):V(二甲苯)=1:1(重复1次)、二甲苯(重复2次)梯度脱水和透明;然后逐级透蜡,透蜡时间为2 d。

用石蜡切片机切片,切片厚度 10 μm ,番红-固绿对染,用中性树胶封片制成永久切片。

1.3 观察和测量方法

用 Motic 显微镜对切片进行观察并拍照。利用 Motic 软件进行测量,并用 MATLAB 软件对叶片解剖特征进行聚类分析^[4]。

叶片横切面(除中脉)解剖结构特征包括叶片厚度、栅栏组织厚度和细胞层数、海绵组织厚度和细胞形状、栅栏组织与海绵组织的厚度比、上表皮厚度和下表皮厚度。每个品种随机选取 10 片叶片,每一叶片选 3 个横切面切片,每张切片观察 3 个视野,每个视野分别测量 1 个数据,即每个品种每项解剖特征测量 90 组数据,计算其平均值和标准差。并按以下公式^[5]计算叶片组织结构疏松度(leaf tissue structure loose ratio, R_L)和叶片组织结构紧密度(leaf tissue structure tense ratio, R_T): $R_L = (\text{海绵组织厚度}/\text{叶片厚度}) \times 100\%$; $R_T = (\text{栅栏组织厚度}/\text{叶片厚度}) \times 100\%$ 。

叶片中脉解剖结构特征包括叶片中脉厚度、木质部厚度、韧皮部厚度、维管束短径、韧皮部厚度与维管束短径比、木质部厚度与维管束短径比、维管束短径与叶脉厚度比。每个品种随机选取 10 片叶片,每一叶片选取 3 个中脉横切面切片,每张切片观察 3 个视野,每个视野分别测量 1 个数据,每个品种每一指标共获得 90 组数据。按以下公式^[5]计算叶片中脉突起度(midrib protuberant degree, MPD): $\text{MPD} = \text{叶片中脉厚度}/\text{叶片厚度}$ 。

2 结果和分析

2.1 叶片横切面解剖结构比较

供试 61 个油茶品种叶片横切面的解剖结构及各指标的测量数据见图版 I 和表 1;叶片中脉横切面的解剖结构及各指标的测量数据见图版 II 和表 2;部分品种叶肉组织中晶体和石细胞形态见图版 III。

表 1 不同油茶品种叶片横切面解剖特征比较($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 1 Comparison of anatomical characteristics of leaf transection of different cultivars of *Camellia oleifera* Abel ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

品种 ²⁾ Cultivar ²⁾	$T_L/\mu\text{m}$	CL	$T_P/\mu\text{m}$	$T_S/\mu\text{m}$	CS ³⁾	P/S	$R_L/\%$	$R_T/\%$	$T_{UE}/\mu\text{m}$	$T_{LE}/\mu\text{m}$
1	665.40±14.11	4	271.3±27.3	324.3±38.1	O	0.836	48.7	40.8	31.63±4.57	20.66±2.36
2	511.29±31.63	4	195.0±18.2	244.1±21.1	O	0.799	47.7	38.1	25.65±3.78	27.44±4.17
3	485.71±7.38	4	240.2±12.3	373.4±19.8	O	0.627	51.5	32.3	33.90±3.14	24.00±3.26
4	717.57±28.08	4	137.2±9.9	516.2±26.1	O	0.266	71.9	19.1	27.38±6.08	21.10±0.88
5	729.68±4.86	4	162.0±8.1	480.5±16.4	O	0.338	65.9	22.3	27.86±3.09	21.12±1.12
6	680.47±5.01	3	116.8±4.9	518.4±1.5	O	0.225	76.2	17.2	26.73±3.23	17.24±1.86
7	566.99±5.89	2	190.9±3.8	295.2±2.5	O	0.647	52.1	33.7	33.93±2.32	21.84±0.88
8	570.84±57.80	2	186.5±18.9	330.5±49.7	C	0.564	57.9	32.7	19.00±2.91	14.05±3.54
9	551.53±15.31	2	194.4±12.0	305.9±18.1	O	0.635	55.5	35.2	21.95±2.50	21.80±0.30
10	557.10±14.59	3	197.7±9.8	284.8±15.9	O	0.694	51.1	35.5	34.00±3.10	21.90±1.60
11	660.63±13.50	3	137.0±11.2	516.1±24.1	O	0.389	78.1	25.9	32.67±2.11	23.04±2.31
12	492.55±23.12	3	171.3±11.2	440.8±23.2	O	0.400	89.5	24.9	26.37±3.23	14.84±1.07
13	689.79±10.19	4	240.1±13.2	373.0±15.3	I	0.643	54.1	34.8	33.90±4.82	24.00±1.64
14	641.49±23.14	4	230.7±12.6	344.8±11.9	O	0.669	53.8	36.0	32.47±1.49	24.56±21.10
15	616.57±31.52	4	195.9±18.3	337.0±10.2	O	0.581	54.7	31.8	22.35±0.98	18.23±0.54
16	510.49±12.31	4	154.4±5.7	291.0±13.9	O	0.531	57.0	30.3	23.26±1.02	20.39±1.23
17	632.88±8.90	4	190.6±4.5	312.0±23.9	O	0.611	49.3	30.1	30.59±1.78	22.48±2.43
18	594.17±14.48	4	224.7±9.9	324.8±12.9	O	0.692	54.7	37.8	22.96±0.59	24.05±0.38
19	584.18±7.41	3	224.6±21.1	249.1±2.9	O	0.901	42.6	38.5	23.70±1.23	20.54±2.10
20	545.91±12.50	3	228.1±9.9	254.7±1.5	O	0.896	46.7	41.8	25.19±0.34	19.24±1.90
21	522.15±9.14	3	209.8±12.3	271.1±16.4	O	0.774	51.9	40.2	23.98±1.27	18.70±0.89
22	534.60±23.76	3	174.4±3.8	275.5±5.6	O	0.633	51.5	32.6	26.74±2.56	18.24±21.10
23	539.87±23.91	3	196.2±2.8	274.8±4.8	C	0.714	50.9	36.3	27.27±1.28	22.02±1.44
24	636.21±16.73	3	243.8±3.1	308.8±20.4	O	0.790	48.5	38.3	33.55±3.15	21.68±2.19
25	603.46±15.92	3	243.9±3.9	294.8±1.1	O	0.827	48.9	40.4	24.50±2.34	17.30±0.34
26	564.53±24.50	3	206.1±5.8	273.3±3.2	O	0.754	48.4	36.5	31.77±3.12	21.70±2.11
27	561.97±12.47	3	205.9±12.7	277.1±16.4	O	0.743	49.3	36.6	27.12±2.78	20.70±2.30

续表1 Table 1 (Continued)

品种 ²⁾ Cultivar ²⁾	T _L /μm	CL	T _P /μm	T _S /μm	CS ³⁾	P/S	R _L /%	R _T /%	T _{UE} /μm	T _{LE} /μm
28	673.26±31.11	3	265.7±3.3	332.3±21.1	I	0.799	49.4	39.5	29.27±1.45	17.87±0.34
29	534.68±23.60	3	224.8±4.0	245.9±3.8	O	0.914	46.0	42.0	26.89±2.13	29.88±2.86
30	488.19±11.22	3	213.4±13.2	231.3±17.3	O	0.922	47.4	43.7	22.95±2.30	26.08±1.09
31	476.76±16.91	3	184.1±12.3	227.2±24.3	O	0.810	47.7	38.6	26.50±1.90	19.98±0.99
32	571.21±10.31	3	192.3±6.9	221.4±14.5	O	0.868	38.8	36.7	28.65±1.78	22.51±2.11
33	442.29±9.50	3	184.1±1.8	222.5±10.8	O	0.828	50.3	41.6	22.89±0.93	17.46±2.19
34	553.30±13.43	3	209.8±9.9	329.8±17.9	O	0.621	59.6	34.7	24.04±1.43	26.13±2.16
35	401.13±12.46	3	171.2±2.0	198.2±4.0	O	0.864	49.4	42.7	23.09±1.09	21.01±1.09
36	427.48±14.73	3	146.0±1.0	251.5±16.4	O	0.580	58.8	34.2	23.48±2.11	16.60±0.97
38	499.18±23.30	3	201.9±3.0	249.7±9.1	C	0.809	50.0	40.5	27.06±2.10	15.15±0.18
39	584.00±24.81	3	214.5±12.3	300.2±1.5	O	0.714	51.4	36.7	30.03±0.79	21.29±1.45
40	537.57±12.81	3	208.2±9.2	290.1±3.1	O	0.718	54.0	36.3	30.94±1.78	23.56±1.48
41	510.67±16.00	3	211.3±21.1	249.7±8.4	O	0.849	48.9	41.4	21.87±1.20	17.80±1.49
42	481.03±14.60	3	168.1±1.5	228.7±9.1	O	0.735	47.6	35.0	27.85±1.86	18.61±1.82
43	491.15±28.24	3	203.2±2.1	270.5±5.0	I	0.751	55.1	41.4	22.66±2.87	19.27±1.90
44	663.11±11.66	3	255.6±9.9	318.7±3.9	O	0.802	48.1	38.6	28.38±1.38	18.85±1.89
45	464.53±24.10	3	197.9±1.8	231.1±5.4	O	0.856	49.8	42.6	20.39±1.08	16.71±0.74
46	665.75±14.21	3	236.3±18.3	330.7±4.4	O	0.716	49.7	35.6	29.05±2.11	35.45±2.09
47	475.87±19.74	3	165.9±11.8	267.2±16.4	O	0.621	56.2	34.9	27.97±2.76	25.65±1.47
48	585.67±20.40	3	261.1±2.8	257.7±2.9	C	1.013	44.0	44.6	25.47±1.49	20.90±0.97
49	514.01±18.40	3	216.5±12.3	264.2±5.2	O	0.820	51.4	42.1	22.71±1.78	22.90±0.24
50	551.80±19.01	3	192.8±2.9	306.0±7.4	O	0.630	55.5	34.9	22.50±2.10	19.70±1.23
51	528.10±9.70	3	228.1±18.2	246.1±5.4	O	0.927	46.6	43.2	24.17±1.09	17.12±0.82
52	574.10±28.90	3	201.6±12.3	313.9±3.7	O	0.642	54.7	35.1	25.23±2.78	19.94±1.08
53	488.20±18.00	3	191.9±2.0	223.2±4.1	I	0.860	45.7	39.3	25.94±1.63	17.76±0.19
54	531.60±24.12	3	201.3±12.1	273.6±3.1	O	0.735	51.5	37.9	26.23±2.09	17.76±1.20
55	591.50±30.11	3	244.3±12.3	287.1±2.8	O	0.851	48.6	41.3	22.19±2.18	21.44±2.43
56	615.70±28.90	3	248.9±21.9	294.6±4.2	O	0.845	47.9	40.4	33.55±3.09	19.46±1.98
57	479.02±10.92	3	180.1±8.2	247.0±3.1	O	0.729	51.6	37.6	27.45±1.49	19.46±1.93
58	638.51±22.62	3	225.5±12.6	336.1±2.1	C	0.670	52.6	35.3	36.18±2.45	23.80±2.10
59	562.27±17.34	3	211.5±12.5	280.0±4.9	O	0.756	49.8	37.6	28.08±2.09	22.36±2.17
60	521.35±29.82	3	206.5±9.9	249.9±4.7	O	0.827	47.9	39.6	26.51±1.79	23.10±1.52
61	522.65±18.90	3	158.6±4.1	310.7±3.7	O	0.511	59.5	30.4	29.14±1.98	18.90±1.82

¹⁾ T_L: 叶片厚度 Thickness of leaf; CL: 栅栏组织细胞层数 Cell layer of palisade tissue; T_P: 栅栏组织厚度 Thickness of palisade tissue; T_S: 海绵组织厚度 Thickness of spongy tissue; CS: 海绵组织细胞形状 Cell shape of spongy tissue; P/S: 栅栏组织与海绵组织的厚度比 Thickness ratio of palisade tissue to spongy tissue; R_L: 叶片组织结构疏松度 Leaf tissue structure loose ratio; R_T: 叶片组织结构紧密度 Leaf tissue structure tense ratio; T_{UE}: 上表皮厚度 Thickness of upper epidermis; T_{LE}: 下表皮厚度 Thickness of lower epidermis.

²⁾ 1. dy46; 2. 长林27号 Changlin 27; 3. 长林21号 Changlin 21; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. 湘5 Xiang 5; 8. 长林91号 Changlin 91; 9. 长林185号 Changlin 185; 10. 长林219号 Changlin 219; 11. hy1; 12. hy17; 13. 长林15号 Changlin 15; 14. 长林81号 Changlin 81; 15. 长林90号 Changlin 90; 16. 长林94号 Changlin 94; 17. 长林145号 Changlin 145; 18. 长林152号 Changlin 152; 19. 长林20号 Changlin 20; 20. 长林29号 Changlin 29; 21. 长林31号 Changlin 31; 22. 长林40号 Changlin 40; 23. 长林46号 Changlin 46; 24. 长林52号 Changlin 52; 25. 长林54号 Changlin 54; 26. 长林56号 Changlin 56; 27. 长林65号 Changlin 65; 28. 长林67号 Changlin 67; 29. 长林72号 Changlin 72; 30. 长林82号 Changlin 82; 31. 长林87号 Changlin 87; 32. 长林88号 Changlin 88; 33. 长林89号 Changlin 89; 34. 长林95号 Changlin 95; 35. 长林96号 Changlin 96; 36. 长林97号 Changlin 97; 37. 长林98号 Changlin 98; 38. 长林99号 Changlin 99; 39. 长林100号 Changlin 100; 40. 长林101号 Changlin 101; 41. 长林102号 Changlin 102; 42. 长林106号 Changlin 106; 43. 长林119号 Changlin 119; 44. 长林151号 Changlin 151; 45. 长林153号 Changlin 153; 46. 长林155号 Changlin 155; 47. 长林161号 Changlin 161; 48. 长林162号 Changlin 162; 49. 长林182号 Changlin 182; 50. 长林214号 Changlin 214; 51. 闽优2 Minyou 2; 52. 闽优6 Minyou 6; 53. 闽优10 Minyou 10; 54. 闽优11 Minyou 11; 55. 闽优43 Minyou 43; 56. 桐11 Tong 11; 57. 赣1 Gan 1; 58. 桂3 Gui 3; 59. 桂4 Gui 4; 60. 无 Wu; 61. 亚家1 Yajia 1.

³⁾ O: 椭圆形 Oval; C: 圆形 Circular; I: 不规则 Irregular.

2.1.1 叶片横切面(除中脉)解剖特征分析 从表1和图版I可以看出:供试的61个油茶品种叶片(除中脉外)横切面均由上表皮和下表皮以及栅栏组织和海绵组织构成,叶片多为典型的异面叶。

油茶叶片的上表皮和下表皮均由1层排列紧密的近方形扁平细胞组成,上表皮厚度为19.00~36.18 μm,下表皮厚度为14.05~35.45 μm,大多数油茶品种叶片上表皮的厚度大于下表皮;有表皮毛;上表皮

和下表皮均被角质层,且均在中脉处有所加厚;供试61个品种的叶片厚度为401.13~729.68 μm 。栅栏组织由2~4层长柱形细胞组成,排列紧密,细胞层数多为3~4层,厚度为116.8~271.3 μm ;海绵组织细胞形状多为椭圆形,排列较疏松,细胞间隙较大,厚度为198.2~518.4 μm 。栅栏组织厚度与海绵组织厚度的比值为0.225~1.013,叶片组织结构疏松度为38.8%~89.5%,叶片组织结构紧密度为17.2%~44.6%。差异显著性分析结果表明:上述各指标在供试61个油茶品种间均存在显著差异($P<0.05$)。

另外,在大部分叶片组织中含有石细胞和晶体。石细胞多集中在叶脉附近,晶体散布在海绵组织的大细胞内(图版Ⅲ)。

2.1.2 叶片中脉横切面解剖特征分析 从图版Ⅱ可

以看出:叶片中脉在叶片的上表皮和下表皮处均形成突起,中脉由厚角组织、维管束和维管束鞘组成。厚角组织由大而圆的薄壁细胞构成;维管束呈扇形,维管束鞘由2层薄壁细胞组成。维管束包含木质部、韧皮部和形成层3部分;木质部位于近轴端,韧皮部位于远轴端,且木质部多于韧皮部。

由表2可见:油茶叶片的中脉厚度为532.6~1317.8 μm ,其中,木质部厚度116.1~364.2 μm ,韧皮部厚度40.0~181.8 μm 。维管束短径171.8~529.5 μm ,中脉突起度为1.029~2.041,韧皮部厚度与维管束短径比为0.197~0.431,木质部厚度与维管束短径比为0.578~0.797,维管束短径与中脉厚度比为0.253~0.659。差异显著性分析结果表明:上述各指标在供试61个油茶品种间差异显著($P<0.05$)。

表2 不同油茶品种叶片中脉横切面解剖特征比较($\bar{X}\pm\text{SD}$)¹⁾

Table 2 Comparison of anatomical characteristics of midrib transection of leaf of different cultivars of *Camellia oleifera* Abel ($\bar{X}\pm\text{SD}$)¹⁾

品种 ²⁾	Cultivar ²⁾	$T_m/\mu\text{m}$	MPD	$T_x/\mu\text{m}$	$T_p/\mu\text{m}$	$\text{SD}/\mu\text{m}$	T_p/SD	T_x/SD	SD/T_m
1		852.3±7.6	1.281	211.7±2.0	71.7±6.3	317.0±25.1	0.226	0.668	0.372
2		977.7±27.4	1.912	364.2±18.2	128.5±8.6	491.8±27.4	0.261	0.741	0.503
3		735.5±17.9	1.514	212.4±8.9	59.2±3.3	271.8±23.3	0.218	0.781	0.370
4		1229.0±18.9	1.713	271.3±5.9	81.4±2.1	353.1±15.8	0.231	0.768	0.287
5		1317.8±4.9	1.806	352.6±3.3	121.4±1.1	474.5±3.6	0.256	0.743	0.360
6		977.3±5.0	1.466	209.6±1.5	108.7±2.0	318.0±6.5	0.342	0.659	0.319
7		835.8±24.7	1.474	199.1±1.0	92.8±0.8	299.6±4.9	0.310	0.665	0.358
8		943.5±20.4	1.653	314.5±2.0	107.3±0.9	420.8±4.2	0.255	0.747	0.446
9		656.5±19.3	1.190	204.1±1.9	59.4±0.2	264.3±2.7	0.225	0.772	0.403
10		1137.2±25.9	2.041	344.0±3.1	181.8±1.1	529.5±4.8	0.343	0.650	0.466
11		916.9±13.8	1.388	197.3±1.8	78.3±0.9	276.8±2.8	0.283	0.713	0.302
12		780.5±19.3	1.585	189.3±1.6	88.2±0.7	278.2±3.1	0.317	0.680	0.356
13		950.8±18.0	1.378	329.9±3.2	87.8±1.2	427.8±3.9	0.205	0.771	0.450
14		875.5±12.7	1.365	280.1±2.0	117.0±1.2	397.1±3.0	0.295	0.705	0.454
15		1055.4±24.3	1.712	203.8±2.0	117.5±1.2	322.2±4.5	0.365	0.633	0.305
16		838.8±14.6	1.643	242.0±2.4	112.8±1.3	355.5±5.3	0.317	0.681	0.424
17		942.8±34.8	1.490	241.6±2.0	77.1±0.8	321.8±4.1	0.240	0.751	0.341
18		965.6±31.7	1.625	228.7±2.3	88.8±0.7	320.8±4.3	0.277	0.713	0.332
19		647.2±13.7	1.108	160.9±1.7	86.0±0.5	253.7±1.9	0.339	0.634	0.392
20		672.1±14.8	1.231	214.9±2.9	90.1±0.3	307.4±4.8	0.293	0.699	0.457
21		843.9±17.3	1.616	307.8±3.9	80.2±0.2	388.6±6.3	0.206	0.792	0.461
22		872.4±19.6	1.632	229.3±2.4	118.7±1.5	350.5±4.3	0.339	0.654	0.402
23		736.3±25.8	1.364	212.6±1.8	97.8±2.0	314.2±5.8	0.311	0.677	0.427
24		801.8±31.8	1.260	226.5±3.5	91.4±1.9	319.6±9.5	0.286	0.709	0.399
25		671.2±31.9	1.112	166.5±1.5	98.5±0.9	266.8±5.4	0.369	0.624	0.397
26		816.4±12.0	1.446	240.2±2.0	109.1±1.1	366.8±6.4	0.297	0.655	0.449
27		665.4±21.8	1.184	240.5±2.2	79.8±0.4	323.7±4.6	0.247	0.743	0.486
28		1040.3±27.8	1.545	231.6±3.2	87.3±0.7	316.5±5.4	0.276	0.732	0.304
29		836.1±21.8	1.563	256.0±4.2	83.3±0.2	341.0±7.6	0.244	0.751	0.408
30		635.0±5.8	1.300	234.2±4.3	96.7±1.7	334.6±5.4	0.289	0.700	0.527
31		552.4±12.6	1.159	116.1±1.0	86.6±0.8	200.8±3.5	0.431	0.578	0.364

续表2 Table 2 (Continued)

品种 ²⁾	Cultivar ²⁾	$T_m/\mu\text{m}$	MPD	$T_x/\mu\text{m}$	$T_p/\mu\text{m}$	$SD/\mu\text{m}$	T_p/SD	T_x/SD	SD/T_m
32		646.5±16.9	1.132	197.1±1.8	90.9±0.2	289.4±3.8	0.314	0.681	0.448
33		636.9±16.4	1.440	209.7±2.2	120.2±1.4	329.3±2.9	0.365	0.637	0.517
34		711.8±16.9	1.207	217.2±2.1	87.1±0.3	306.3±3.8	0.284	0.709	0.430
35		563.0±9.9	1.404	180.5±1.1	66.7±0.5	245.9±4.6	0.271	0.734	0.437
36		532.6±17.3	1.246	251.8±3.1	102.1±1.4	350.7±5.1	0.291	0.718	0.659
37		778.3±21.9	1.310	234.2±2.2	96.2±0.6	330.7±4.6	0.291	0.708	0.425
38		654.1±15.4	1.310	227.7±2.5	98.6±1.2	328.9±3.8	0.300	0.692	0.503
39		712.4±17.3	1.220	193.1±0.8	78.9±0.4	271.1±4.2	0.291	0.712	0.381
40		676.5±14.9	1.179	230.7±0.3	89.7±2.2	320.7±2.1	0.280	0.719	0.474
41		634.1±17.4	1.242	202.1±2.2	111.3±3.1	313.9±3.3	0.355	0.644	0.495
42		586.6±21.0	1.220	156.2±1.9	81.7±3.1	238.4±3.9	0.343	0.655	0.406
43		748.5±21.7	1.524	236.2±2.1	86.6±1.7	323.5±2.8	0.268	0.730	0.432
44		820.0±8.0	1.237	203.4±2.1	85.7±3.2	292.7±5.7	0.293	0.695	0.357
45		614.9±11.5	1.324	174.3±1.4	67.2±2.1	245.6±5.5	0.274	0.710	0.399
46		896.5±15.7	1.347	238.5±4.4	115.7±2.5	360.7±2.5	0.321	0.661	0.402
47		746.9±14.5	1.570	255.7±2.2	89.2±1.5	347.4±4.9	0.257	0.736	0.465
48		963.3±21.8	1.645	314.8±3.1	112.6±2.2	432.3±5.6	0.260	0.728	0.449
49		584.7±22.7	1.137	136.6±1.4	61.2±2.1	201.4±2.6	0.304	0.678	0.344
50		661.1±31.6	1.198	250.6±2.5	122.0±2.5	391.3±2.9	0.312	0.640	0.592
51		582.7±11.8	1.103	137.4±1.3	40.0±2.1	182.4±5.8	0.219	0.753	0.313
52		889.3±22.7	1.549	182.3±1.9	63.6±3.1	242.0±2.4	0.263	0.753	0.272
53		678.6±21.8	1.390	121.5±1.2	46.0±2.1	171.8±2.5	0.268	0.707	0.253
54		748.0±14.7	1.407	172.1±1.0	58.5±2.5	242.4±2.5	0.241	0.710	0.324
55		713.4±31.8	1.206	176.5±1.6	44.0±4.1	223.8±3.9	0.197	0.789	0.314
56		735.1±21.7	1.194	195.7±1.9	56.9±3.2	260.0±4.5	0.219	0.753	0.354
57		953.5±9.0	1.991	240.5±2.0	105.2±2.5	366.5±6.7	0.287	0.656	0.384
58		657.1±15.3	1.029	172.0±0.8	56.3±3.2	215.7±3.8	0.261	0.797	0.328
59		764.8±16.3	1.360	163.4±1.6	55.8±2.6	225.4±4.4	0.248	0.725	0.295
60		625.5±14.2	1.200	144.0±1.2	75.6±1.9	245.5±5.6	0.308	0.587	0.392
61		786.9±16.7	1.506	217.7±2.1	107.7±2.2	325.6±4.0	0.331	0.669	0.414

¹⁾ T_m : 中脉厚度 Midrib thickness; MPD: 中脉突起度 Midrib protuberant degree; T_x : 木质部厚度 Xylem thickness; T_p : 韧皮部厚度 Phloem Thickness; SD: 维管束短径 Short diameter of vascular bundle; T_p/SD : 韧皮部厚度与维管束短径比 Ratio of phloem thickness to short diameter of vascular bundle; T_x/SD : 木质部厚度与维管束短径比 Ratio of xylem thickness to short diameter of vascular bundle; SD/T_m : 维管束短径与中脉厚度比 Ratio of short diameter of vascular bundle to midrib thickness.

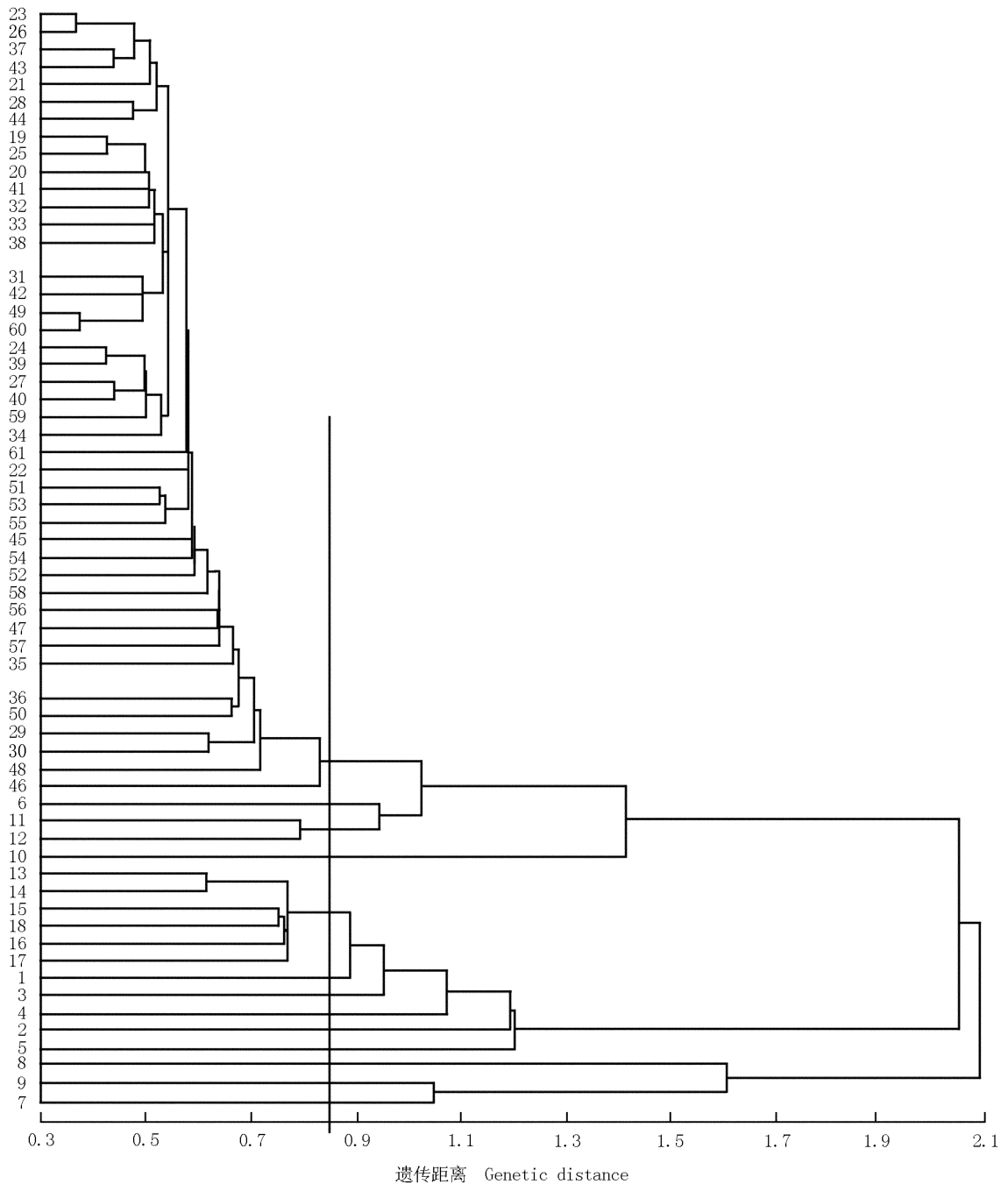
²⁾ 1. dy46; 2. 长林27号 Changlin 27; 3. 长林21号 Changlin 21; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. 湘5 Xiang 5; 8. 长林91号 Changlin 91; 9. 长林185号 Changlin 185; 10. 长林219号 Changlin 219; 11. hy1; 12. hy17; 13. 长林15号 Changlin 15; 14. 长林81号 Changlin 81; 15. 长林90号 Changlin 90; 16. 长林94号 Changlin 94; 17. 长林145号 Changlin 145; 18. 长林152号 Changlin 152; 19. 长林20号 Changlin 20; 20. 长林29号 Changlin 29; 21. 长林31号 Changlin 31; 22. 长林40号 Changlin 40; 23. 长林46号 Changlin 46; 24. 长林52号 Changlin 52; 25. 长林54号 Changlin 54; 26. 长林56号 Changlin 56; 27. 长林65号 Changlin 65; 28. 长林67号 Changlin 67; 29. 长林72号 Changlin 72; 30. 长林82号 Changlin 82; 31. 长林87号 Changlin 87; 32. 长林88号 Changlin 88; 33. 长林89号 Changlin 89; 34. 长林95号 Changlin 95; 35. 长林96号 Changlin 96; 36. 长林97号 Changlin 97; 37. 长林98号 Changlin 98; 38. 长林99号 Changlin 99; 39. 长林100号 Changlin 100; 40. 长林101号 Changlin 101; 41. 长林102号 Changlin 102; 42. 长林106号 Changlin 106; 43. 长林119号 Changlin 119; 44. 长林151号 Changlin 151; 45. 长林153号 Changlin 153; 46. 长林155号 Changlin 155; 47. 长林161号 Changlin 161; 48. 长林162号 Changlin 162; 49. 长林182号 Changlin 182; 50. 长林214号 Changlin 214; 51. 闽优2 Minyou 2; 52. 闽优6 Minyou 6; 53. 闽优10 Minyou 10; 54. 闽优11 Minyou 11; 55. 闽优43 Minyou 43; 56. 桐11 Tong 11; 57. 赣1 Gan 1; 58. 桂3 Gui 3; 59. 桂4 Gui 4; 60. 无 Wu; 61. 亚家1 Yajia 1.

2.2 基于叶横切面解剖学性状的聚类分析

基于叶片及中脉横切面解剖结构特征对供试的61个油茶品种进行聚类分析,其聚类分析的树状图见图1。

聚类分析结果显示:基于叶片和中脉横切面解剖结构特征,可将供试的61个油茶品种分为13个组,其中,品种‘dy46’、‘长林27号’、‘长林21号’、

‘fy7’、‘hy114’、‘dy156’、‘湘5’、‘长林91号’、‘长林185号’和‘长林219号’分别单独成组(分别为I、II、III、IV、V、VI、VII、VIII、IX和X组);品种‘hy1’和‘hy17’聚为一组(XI组);品种‘长林15号’、‘长林81号’、‘长林90号’、‘长林94号’、‘长林145号’和‘长林152号’聚为一组(XII组);供试的其他43个油茶品种聚为一组(XIII组)。



1. dy46; 2. 长林 27 号 Changlin 27; 3. 长林 21 号 Changlin 21; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. 湘 5 Xiang 5; 8. 长林 91 号 Changlin 91; 9. 长林 185 号 Changlin 185; 10. 长林 219 号 Changlin 219; 11. hyl; 12. hy17; 13. 长林 15 号 Changlin 15; 14. 长林 81 号 Changlin 81; 15. 长林 90 号 Changlin 90; 16. 长林 94 号 Changlin 94; 17. 长林 145 号 Changlin 145; 18. 长林 152 号 Changlin 152; 19. 长林 20 号 Changlin 20; 20. 长林 29 号 Changlin 29; 21. 长林 31 号 Changlin 31; 22. 长林 40 号 Changlin 40; 23. 长林 46 号 Changlin 46; 24. 长林 52 号 Changlin 52; 25. 长林 54 号 Changlin 54; 26. 长林 56 号 Changlin 56; 27. 长林 65 号 Changlin 65; 28. 长林 67 号 Changlin 67; 29. 长林 72 号 Changlin 72; 30. 长林 82 号 Changlin 82; 31. 长林 87 号 Changlin 87; 32. 长林 88 号 Changlin 88; 33. 长林 89 号 Changlin 89; 34. 长林 95 号 Changlin 95; 35. 长林 96 号 Changlin 96; 36. 长林 97 号 Changlin 97; 37. 长林 98 号 Changlin 98; 38. 长林 99 号 Changlin 99; 39. 长林 100 号 Changlin 100; 40. 长林 101 号 Changlin 101; 41. 长林 102 号 Changlin 102; 42. 长林 106 号 Changlin 106; 43. 长林 119 号 Changlin 119; 44. 长林 151 号 Changlin 151; 45. 长林 153 号 Changlin 153; 46. 长林 155 号 Changlin 155; 47. 长林 161 号 Changlin 161; 48. 长林 162 号 Changlin 162; 49. 长林 182 号 Changlin 182; 50. 长林 214 号 Changlin 214; 51. 闽优 2 Minyou 2; 52. 闽优 6 Minyou 6; 53. 闽优 10 Minyou 10; 54. 闽优 11 Minyou 11; 55. 闽优 43 Minyou 43; 56. 桐 11 Tong 11; 57. 赣 1 Gan 1; 58. 桂 3 Gui 3; 59. 桂 4 Gui 4; 60. 无 Wu; 61. 亚家 1 Yajia 1.

图 1 基于叶片横切面解剖特征的 61 个油茶品种的聚类图

Fig. 1 Cluster dendrogram of 61 cultivars of *Camellia oleifera* Abel based on anatomical characteristics of leaf transection

2.3 分类检索表

为便于油茶品种的鉴定和评估,综合油茶品种叶

片解剖特征的观察结果,对聚类分析划分的13个组编制相应的分类检索表:

基于叶片横切面解剖特征的13组油茶品种的分类检索表

- | | |
|---|------|
| 1. 栅栏组织细胞层数2层或近3层 | |
| 2. 栅栏组织细胞层数多数为2层,少数为3层 | VIII |
| 2. 栅栏组织细胞层数标准2层 | |
| 3. 上角质层较厚,中脉突起度较大,维管束较大 | VII |
| 3. 上角质层较薄,中脉突起度较小,维管束较小 | IX |
| 1. 栅栏组织细胞层数为3层或4层 | |
| 4. 栅栏组织细胞层数为3层 | |
| 5. 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比1/3以下 | |
| 6. 栅栏组织和海绵组织细胞较小,排列较紧密 | VI |
| 6. 栅栏组织和海绵组织细胞排列较疏松 | XI |
| 5. 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比1/2以上 | |
| 7. 中脉突起度很大(约2.041),上表皮占全叶厚度比例很大(约0.061) | X |
| 7. 中脉厚度较小,维管束较小 | XIII |
| 4. 栅栏组织细胞层数为4层 | |
| 8. 栅栏组织与海绵组织厚度近等长 | |
| 9. 栅栏组织和海绵组织细胞排列较紧密 | II |
| 9. 栅栏组织和海绵组织细胞排列较疏松 | I |
| 8. 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比1/3左右或近1/2 | |
| 10. 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比1/3左右 | |
| 11. 栅栏组织细胞排列较疏松 | IV |
| 11. 栅栏组织细胞排列较紧密 | V |
| 10. 栅栏组织厚度与海绵组织厚度比1/2或近1/2 | |
| 12. 韧皮部较薄,海绵组织胞间隙较小,细胞排列紧密 | III |
| 12. 韧皮部较厚,栅栏组织细胞较小,排列紧密,海绵组织胞间隙较大 | XII |

3 讨 论

3.1 叶片解剖结构的差异分析

供试61个油茶品种中,长林系列品种是从来源不同的野生油茶上通过嫁接获得的品种,而红花油茶系列品种以及湘林、赣、桂无、桐、亚家、闽优系列品种均代表来自不同地区的油茶品种。它们在叶片解剖结构上具有不同特征,具体表现在以下几个方面:

1)表皮厚度:不同油茶品种间上、下表皮厚度的变异幅度较大。其中,品种‘长林91号’叶片上表皮厚度和下表皮厚度都较薄,说明该品种抗寒能力较弱;品种‘长林27号’上、下表皮厚度都较厚,说明该品种抗寒能力较强,且其中脉突起程度明显,也是其

抗寒能力较强的佐证之一^[6]。

2)叶片和中脉厚度:不同品种间叶片和中脉厚度变幅较大。其中,‘长林219号’、‘fy7’和‘hy114’中脉较厚,‘长林97号’、‘长林87号’和‘长林96号’中脉厚度较小;‘长林15号’、‘fy7’和‘hy114’叶片较厚,‘长林96号’、‘长林97号’和‘长林89号’叶片较薄,可以看出叶片厚度与中脉厚度呈一定的正相关关系。‘长林219号’和‘hy114’的中脉突起度相对较大,‘长林96号’和‘长林97号’的中脉突起度相对较小,说明中脉突起度与叶片厚度、中脉厚度有一定的正相关关系。中脉突起度与叶片水分运输有关,所以红花油茶系列品种的耐旱性较强。

3)叶肉组织结构:不同品种的栅栏组织和海绵组织厚度变幅均较大,其中海绵组织厚度变幅大于栅栏

组织厚度;由此也导致叶片组织结构疏松度和紧密度变异较大。其中,‘长林162号’和‘长林82号’的叶片组织结构紧密度较大,‘dy156’、‘fy7’、‘hy114’、‘hy17’和‘hy1’叶片组织结构紧密度较小,但它们的中脉突起度都比较大,说明红花油茶系列品种叶片栅栏组织不是很发达,光合效率不高且耐寒性弱^[7]。

3.2 油茶耐寒性与叶解剖结构的关系分析

基于前期关于耐寒性的研究结果,结合叶片解剖结构的观察结果,可以认为:叶片厚度、叶片组织结构紧密度和疏松度等指标与油茶的抗寒性关系不大,而叶片上表皮厚度、气孔密度和中脉突起度等指标与抗寒性关系密切;气孔密度小、叶表皮厚且中脉突起度大,则抗寒性强;反之则抗寒性弱^[8]。

3.3 油茶品种间亲缘关系的分析

通过聚类分析可将供试的61个油茶品种分为13个组,其中,闽优系列品种均来自福建,表现出较近的亲缘关系。‘hy1’与‘hy17’同为红花油茶系列,表现出一定的相似性。另外,不同的分组具有各自的显著特征,如:组II、组VII和组X品种的中脉突起度与其他分组差异较明显;组III和组XII品种的韧皮部厚度与其他分组差异较明显;组IV品种在叶片组织结构疏松度上与其他分组差异较明显;组V品种在叶片组织结构

紧密度上与其他分组有明显差异;组IX品种在维管束短径长度上与其他分组差异明显。

因此,油茶叶的解剖学特征可作为区分种或品种的依据,对种间亲缘关系探讨具有一定意义。

参考文献:

- [1] 林萍,姚小华,王开良,等.油茶长林系列良种分类系统检索表[J].林业实用技术,2009(10):24-25.
- [2] 庄瑞林.我国油茶良种选育工作的历史回顾与展望[J].林业科技开发,2010,24(6):1-5.
- [3] 林萍,姚小华,王开良,等.油茶长林系列优良无性系的SRAP分子鉴别及遗传分析[J].农业生物技术学报,2010,18(2):272-279.
- [4] 林秀艳,彭秋发,吕洪飞,等.山茶属油茶组和短柱茶组叶解剖特征及其分类学意义[J].植物分类学报,2008,46(2):183-193.
- [5] 唐立红,赵雪梅,朱月,等.自然降温过程中紫斑牡丹叶片结构与抗寒性关系的研究[J].北方园艺,2012(11):64-66.
- [6] 孟庆杰,王光全,董绍锋,等.桃叶片组织结构与其抗旱性关系的研究[J].西北林学院学报,2005,20(1):65-67.
- [7] 李国华,徐涛,陈国云,等.10个品种澳洲坚果叶片解剖学的比较研究[J].热带作物学报,2009,30(10):1437-1441.
- [8] 覃秀菊,李凤英,何建栋,等.广西茶树新品种品系叶片解剖结构特征与特性关系的研究[J].中国农学通报,2009,25(10):36-39.

(责任编辑:张明霞)

图版说明 Explanation of Plates

图版I 部分油茶品种叶片横切面解剖结构:1. dy46; 2. 长林27号; 3. 长林21号; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. 湘5; 8. 长林91号; 9. 长林185号; 10. 长林219号; 11. hy1; 12. 长林145号; 13. 长林90号; 14. 亚家1; 15. 长林95号。

Plate I Anatomical structure of leaf transection of a part of cultivars of *Camellia oleifera* Abel: 1. dy46; 2. Changlin 27; 3. Changlin 21; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. Xiang 5; 8. Changlin 91; 9. Changlin 185; 10. Changlin 219; 11. hy1; 12. Changlin 145; 13. Changlin 90; 14. Yajia 1; 15. Changlin 95.

图版II 部分油茶品种叶片中脉横切面解剖结构:1. dy46; 2. 长林27号; 3. 长林21号; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. 湘5; 8. 长林91号; 9. 长林185号; 10. 长林219号; 11. hy1; 12. 长林15号; 13. 长林90号; 14. 长林40号; 15. 长林119号。(a. 石细胞; b. 表皮毛。)

Plate II Anatomical structure of leaf midrib transection of a part of cultivars of *Camellia oleifera* Abel: 1. dy46; 2. Changlin 27; 3. Changlin 21; 4. fy7; 5. hy114; 6. dy156; 7. Xiang 5; 8. Changlin 91; 9. Changlin 185; 10. Changlin 219; 11. hy1; 12. Changlin 15; 13. Changlin 90; 14. Changlin 40; 15. Changlin 119. (a. Sclereid; b. Epidermal hair.)

图版III 部分油茶品种叶片组织中晶体(1-3)和石细胞(4-15)形态:1. 长林20号; 2. dy156; 3. 亚家1; 4. dy156; 5. 长林72号; 6. 长林24号; 7. 长林65号; 8. 长林76号; 9. 长林161号; 10. 长林56号; 11. 湘5; 12. 长林67号; 13. 长林82号; 14. 长林40号; 15. 长林52号。

Plate III Morphology of crystal (1-3) and sclereid (4-15) in leaf tissue of a part of cultivars of *Camellia oleifera* Abel: 1. Changlin 20; 2. dy156; 3. Yajia 1; 4. dy156; 5. Changlin 72; 6. Changlin 24; 7. Changlin 65; 8. Changlin 76; 9. Changlin 161; 10. Changlin 56; 11. Xiang 5; 12. Changlin 67; 13. Changlin 82; 14. Changlin 40; 15. Changlin 52.

郑 瑞, 等: 不同油茶品种叶片横切面解剖特征及其亲缘关系分析

图版 I

ZHENG Rui, et al: Anatomical characteristics of leaf transection of different cultivars of *Camellia oleifera* and their relationship analysis

Plate I



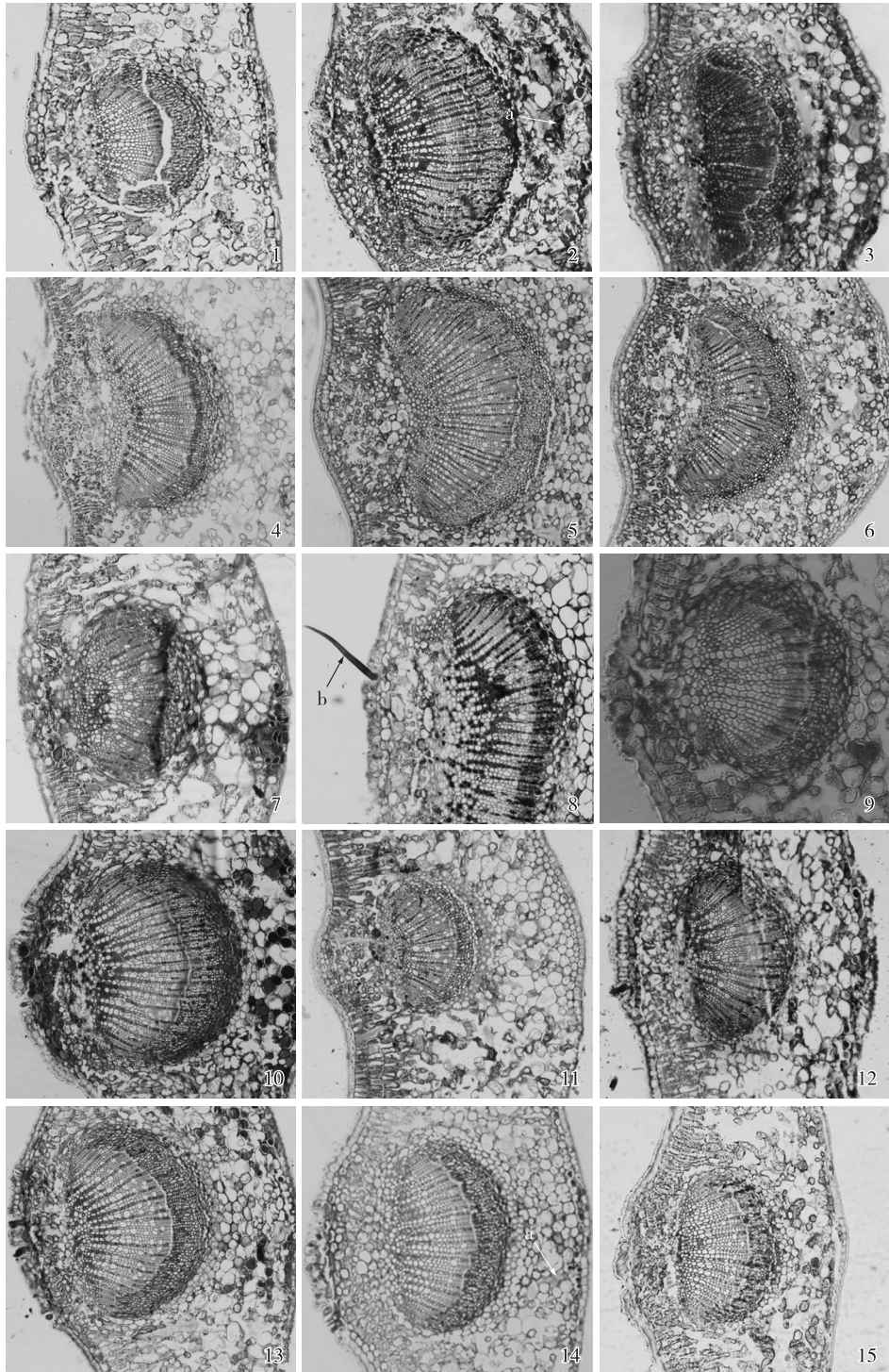
See the explanation at the end of the text

郑 瑞, 等: 不同油茶品种叶片横切面解剖特征及其亲缘关系分析

图 II

ZHENG Rui, et al: Anatomical characteristics of leaf transection of different cultivars of *Camellia oleifera* and their relationship analysis

Plate II



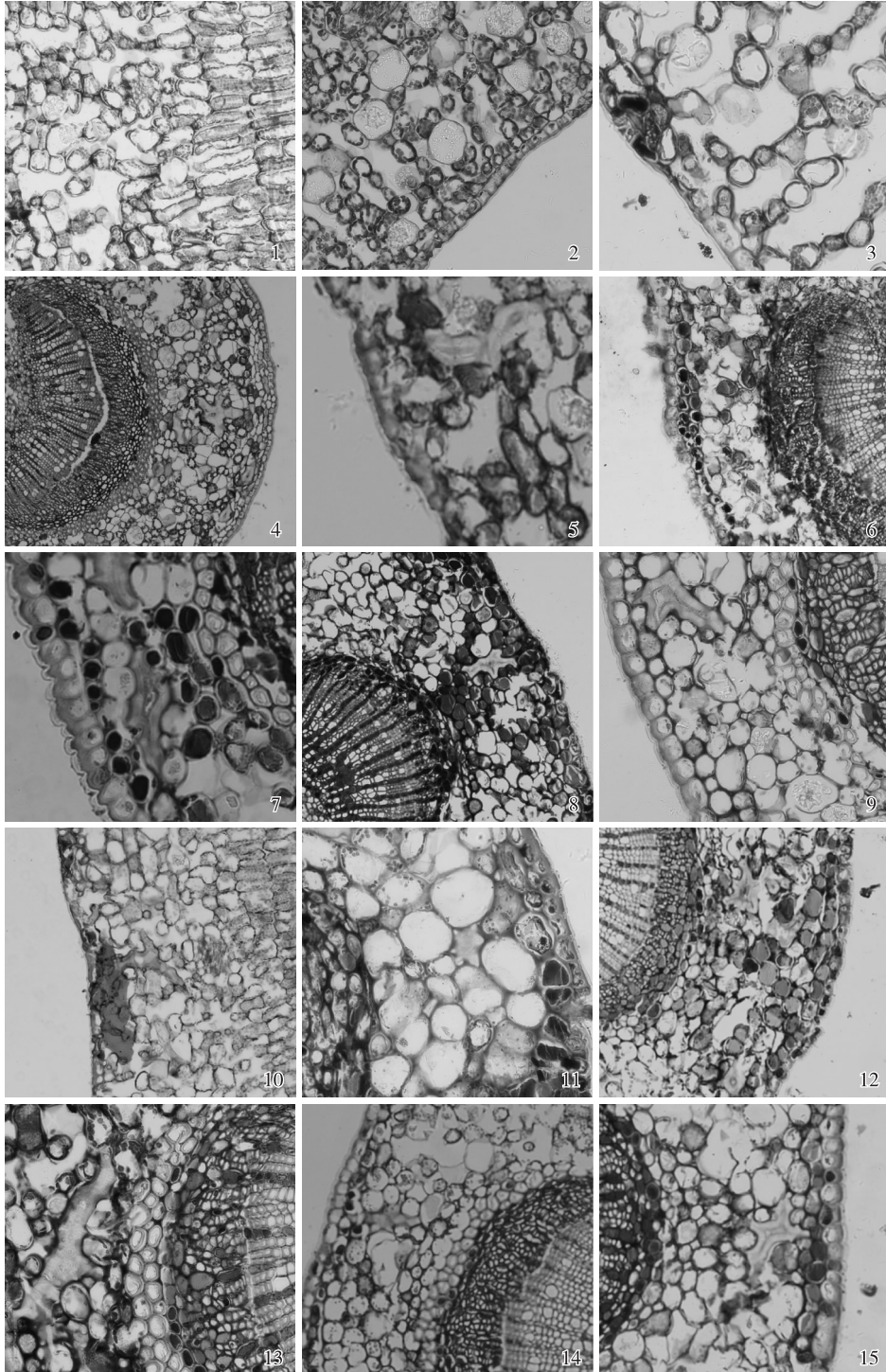
See the explanation at the end of the text

郑 瑞, 等: 不同油茶品种叶片横切面解剖特征及其亲缘关系分析

图版 III

ZHENG Rui, et al: Anatomical characteristics of leaf transection of different cultivars of *Camellia oleifera* and their relationship analysis

Plate III



See the explanation at the end of the text