

贵州姑菁野生茶树形态多样性及相关性研究

葛立雯, 郭 维, 潘正康, 王 嵩

(毕节市农业科学研究所, 贵州毕节 551700)

摘要:以贵州省毕节市纳雍县姑菁村周边的野生茶树为研究对象,对其叶、花及果等 34 个表型性状进行统计分析,结果表明:21 个描述型性状中有 10 个仅表现为 1 种表型,具有相对稳定的植物学性状,其他 11 个表现出不同程度的遗传分化。在数值型性状方面,变异系数在 3.74%~21.86% 之间,平均为 15.10%;多样性指数在 0.15~2.02 之间,平均为 1.62;基于数值型性状的聚类分析可把样本聚为 3 类,其中第 II、III 类均仅有 3 个样本,说明在后续进行农艺性状和品质性状鉴定以及对该资源保护与利用时应对该类的样株加以区分和重点关注;在环境影响方面,叶器官与果器官受到不同程度的海拔因素影响,表现出极显著相关以及分海拔区段间的差异性。姑菁野生茶树资源表型多样性丰富,后代遗传变异水平较高,具有较高的育种潜力。

关键词:茶树;种质资源;表型分化;遗传多样性

The Morphological Diversity and Correlation Research of Gu Jing Wild Tea Plant from Guizhou

GE Li-wen, GUO Wei, PAN Zheng-kang, WANG Song

(Agricultural Science Institute of Bijie, Bijie Guizhou 551700)

Abstract: In this paper, the leaf, flower, fruit and other 34 phenotypic traits of tea plant from Gu Jing Cun, Nayong County, Bijie City, Guizhou Province, were analysed. The results showed that 10 of the 21 described characters showed only one phenotypes with relatively stable botany characters, and the other 11 exhibited different levels of genetic differentiation. The variation coefficient was between 3.74%-21.86% with the average of 15.10%. The diversity index was between 0.15-2.02 with the average of 1.62. Then the samples can be clustered into 3 groups based on numerical characters, and the II and III classes had only 3 samples for each. From those, we suggested that it was necessary to distinguish the lines of class III in the industrialization development, identify the agronomic traits and quality traits and pay attention to biodiversity conservation. In addition, leaf and fruit organs were significantly affected by altitude factors. Tea plant of Gu Jing had a high breeding potential with the abundant phenotypic diversity and significant genetic variation.

Key words: tea plant; germplasm resources; phenotypic differentiation; genetic diversity

野生茶树是山茶科(Theaceae)山茶属(*Camellia*)茶组(Seaction Thea)植物野生种类的总称,在长期自然演化过程中,形成了许多生态表现型,其表型性状遗传变异非常大,使得国内外对茶组植物分类的研究一直未成定论^[1-4]。茶树原产地在中国的西南部,而贵州独特的地理和生态环境孕育了丰富的茶

树种质资源,如 1980 年发现了世界唯一的晴隆茶树种子化石,据统计现有各类茶树品种资源 600 余种,是我国茶树品种资源最丰富的省份之一^[5-6],位于毕节市纳雍县姑菁村一带山中生长有高达 4.4 m 的乔木型野生茶树,据《贵州通志》记载,该处所制茶叶具有独特的品质和韵味,为清代年间水西地区进

收稿日期:2014-05-22 修回日期:2014-07-13 网络出版日期:2015-04-22

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150422.0824.007.html>

基金项目:毕节市科技计划项目(毕科合字[2013]27号,[2014]02号)

第一作者主要从事茶树多样性保护与产业开发研究。E-mail: hyperionwenli@foxmail.com

通信作者:王嵩,从事茶业栽培研究。E-mail: blackmint000@sina.com

奉朝廷的物品。由于历史变迁,如今仅存零星野生茶树散落于海拔 1700 m 左右的山岩或半坡上,这一历史悠久、知名度高、宝贵珍稀的地方物种资源近年来得到了各级政府的关注,对它们的保护与资源开发已越来越受到重视。野生茶树的形态标记具有简单直观的特点,并且与育种目标和生产联系紧密等优点^[7],本研究拟从形态性状指标进行分析,通过聚类分析、相关性分析等方法揭示其相似程度及变异规律,为进一步开展种质资源鉴定评价,加快品种选育提供参考依据。

1 材料与方 法

姑菁野生茶树分布于贵州省毕节市纳雍县姑菁村周边。本研究在野生茶树分布区内踏查的基础上,用 GPS 对基径超过 10 cm 的树木定位,然后进行每木检测,包含叶、花及种实等性状,共计实测 72 株,其中花果叶性状齐全的有 52 株;本材料属于山茶科山茶属茶组植物,暂无法定至准确物种名。

选取 34 个表型性状进行调查统计,包含 21 个

描述型性状和 13 个数值型性状,以此分析茶树资源的表型遗传多样性。所有描述型和数值型性状均按照陈亮等^[8]编著的《茶树种质资源描述规范和数据标准》观测和测定,对每份材料顶芽、叶部和花部的描述型性状重复观测 10 次,并按其标准分级赋值(表 1),对数值型性状(叶长、叶宽、叶脉对数、萼片数、花冠直径、花瓣数、花瓣长、花瓣宽、花柱长、柱头开裂数、果实大小、果皮厚度、种径大小)重复测量 3 次,取平均值。

形态多样性采用 Shannon-Wiener 多样性指数(H')^[9]:

$$H' = - \sum p_j \ln p_j$$

式中 P_j 为某性状第 j 个代码出现的频率,其中数值型性状进行 10 级分类:1 级 $< X - 2s$, 10 级 $> X + 2s$, 中间每级差 $0.5s$, s 为标准差^[10]。

聚类分析采用 NTSYS(2.10e) 软件,按 UPGMA (非加权配对算数平均法)构建树状图^[11]。

数据记录与分析采用 Execl 2003 软件,差异显著性及相关系数采用 SPSS 19.0 软件。

表 1 描述型性状指标及赋值标准

Table 1 Descriptive traits and assignment criterion

编号 No.	形态性状 Morphological traits	记录标准 Criterion for documenting
1	叶片大小 BS	1. 小叶 small; 2. 中叶 medium; 3. 大叶 large; 4. 特大叶 extremely large
2	叶形 LS	1. 近圆形 near round; 2. 卵形 ovate; 3. 椭圆形 elliptic; 4. 长椭圆形 oblong; 5. 披针形 lanceolate
3	叶色 LC	1. 黄绿色 yellow green; 2. 淡绿色 light green; 3. 绿色 medium green; 4. 深绿色 dark green
4	叶基 LBS	1. 楔形 scute; 2. 近圆 obtuse
5	叶身 LCS	1. 内折 convex; 2. 平 flat; 3. 稍背卷 concave
6	叶尖 LAS	1. 急尖 acute; 2. 渐尖 attenuate; 3. 钝尖 blunt; 4. 圆尖 obtuse
7	叶面 LUS	1. 平 smooth; 2. 微隆起 slightly rugose; 3. 隆起 rugose
8	叶缘 LMU	1. 平 flat; 2. 微波 slightly wavy; 3. 波 wavy
9	叶背茸毛 GOALS	0. 无 absent; 1. 有 present
10	叶质 LT	1. 柔软 soft; 2. 中 medium; 3. 硬 hard
11	叶齿形态 LTS	1. 锯齿形 serrated; 2. 重锯齿形 heavy serrated; 3. 少齿形 small serrated
12	花萼茸毛 SP	0. 无 absent; 1. 有 present
13	花萼色泽 SC	1. 绿色 green; 2. 紫红 red purple
14	花瓣质地 PT	1. 薄 thin; 2. 中 medium; 3. 厚 thick
15	花瓣色泽 PC	1. 白色 white; 2. 淡绿 light green; 3. 淡红 light red
16	雌雄蕊高比 PASRH	1. 雌蕊低 pistil low; 2. 雌雄蕊等高 pistil and stamen accordant; 3. 雌蕊高 pistil high
17	花柱裂位 SCL	1. 低 low; 2. 中 medium; 3. 高 high
18	子房茸毛 GOO	0. 无 absent; 1. 有 present
19	果实形状 FS	1. 球形 sphericity; 2. 肾形 reniform; 3. 三角形 triangle; 4. 四方形 four square; 5. 梅花形 quincuncial
20	种子形状 SS	1. 球形 sphericity; 2. 半球形 hemisphere; 3. 锥形 taper; 4. 似肾形 subreniform; 5. 不规则形 irregularly
21	种皮色泽 SCC	1. 棕色 tan; 2. 棕褐色 sepia; 3. 褐色 brown

BS: Blade size, LS: Leaf shape, LC: Leaf color, LBS: Leaf base shape, LCS: Leaf cross section, LAS: Leaf apex shape, LUS: Leaf upper surface, LMU: Leaf margin undulation, GOALS: Glabrous of abaxial leaf surface, LT: Leaf texture, LTS: Leaf texture, SP: Sepal pubescence, SC: Sepal color, PT: Petal texture, PC: Petal color, PASRH: Pistil and stamen relative height, SCL: Stylus cracking location, GOO: Glabrous of ovary, FS: Fruit shape, SS: Seed shape, SCC: Seed coat color. The same as below

2 结果与分析

2.1 表型性状变异及多样性

通过对姑菁野生茶树的 34 个表型性状进行统计分析,得出其中质量性状有 10 个表现为在所有样本中均一,这些性状分别是叶面隆起性、叶缘、叶背茸毛、叶质、叶齿形态、萼片茸毛、萼片色泽、花瓣质地、花瓣色泽及子房茸毛,另外 11 个描述型性状和 13 个数值型性状均存在不同程度的变化。

表 2 表明 11 个描述型性状在描述级别上有不同的表现,其中叶基、叶尖、雌雄蕊高比、花柱裂位、果实形状、种子形状及种皮色泽在其描述级别上均有分布但不均匀,而叶片大小、叶形、叶色、叶身只分布于描述级别上的各别项。具体来看,姑菁野生茶树在叶片大小方面表现为小叶和中叶,在叶形方面表现为椭圆、长椭圆和披针形,在叶色方面表现为绿和深绿,在叶身方面表现为平和稍背卷。结合上述表现相同的 10 个描述型性状可见姑菁野生茶树资源在质量性状上表现出一定的集中性。描述型性状的多样性指数反映了在不同级别上的分布状况,从表 2 中可看出 11 个描述型性状的多样性指数在 0.10~1.20 之间,平均为 0.66,以种子形状最大而叶色最小,在 1.0 以上的有果实形状,接近 1.0 的有叶形和种皮色泽,表现出了丰富的遗传变异。

从表 3 可看出在数值型性状方面姑菁野生茶树具有一系列的差异,13 个数值型性状的变异系数在 3.74%~21.86% 之间,平均为 15.10%,其中花冠直径、花柱长、柱头开裂数和果皮厚度的变异系数在 20% 以上,各性状变异系数依次为果皮厚度>柱头

表 2 姑菁野生茶树资源描述型性状的分布与多样性

Table 2 Diversity index and distribution of descriptive traits in Gujing tea germplasm

性状 Characters	分布 Distribution	多样性指数 H'
叶片大小 BS	1~2	0.66
叶形 LS	3~5	0.96
叶色 LC	3~4	0.10
叶基 LBS	1~2	0.47
叶身 LCS	2~3	0.13
叶尖 LAS	1~3	0.49
雌雄蕊高比 PASRH	1~3	0.67
花柱裂位 SCL	1~3	0.54
果实形状 FS	1~5	1.12
种子形状 SS	1~5	1.20
种皮色泽 SCC	1~3	0.94

开裂数>花冠直径>花柱长>叶脉对数>叶长>花瓣宽>果实大小>花瓣数>叶宽>花瓣长>种径大小>萼片数。从变异幅度来看,叶长为 4.4~12.2 cm,叶宽为 2.3~4.5 cm,叶脉对数为 5~12,萼片数为 4~5,花冠直径为 1.8~5.1 cm,花瓣数为 7~13,花瓣长为 1.6~3.0 cm,花瓣宽为 1.0~2.2 cm,花柱长为 0.4~1.8 cm,柱头开裂数为 2~5,果实大小为 1.6~3.0 cm,果皮厚度为 0.06~0.15 cm,种径大小为 0.9~1.5 cm。各数值型性状的多样性指数在 0.15~2.02 之间,平均为 1.62,其中变异最丰富的是叶长和花冠直径,接近 2.0 的有叶宽、花瓣长、果实大小和果皮厚度。综合各数值型性状的变异系数、变异幅度和多样性指数,数值型性状中叶长、叶脉对数、花冠直径及果皮厚度呈现出明显的遗传差异。

表 3 姑菁野生茶树资源数值型性状的差异与多样性

Table 3 Diversity index and statistical analysis of numerical characteristics in Gujing tea germplasm

性状 Characters	平均值 Mean	最大值 Max.	最小值 Min.	标准差 SD	变异幅度 Range	变异系数 (%) CV	多样性指数 H'
叶长(cm) LBL	8.91	12.2	4.4	1.38	7.8	15.58	2.02
叶宽(cm) LBW	3.46	4.5	2.3	0.43	2.2	12.37	1.99
叶脉对数 VL	8.5	12	5	1.48	7.0	17.44	1.71
萼片数 SN	4.96	5	4	0.19	1.0	3.74	0.15
花冠直径(cm) CD	3.18	5.1	1.8	0.66	3.3	20.67	2.02
花瓣数 PN	9.37	13	7	1.19	6.0	12.70	1.56
花瓣长(cm) PL	2.34	3.0	1.6	0.26	1.4	11.29	1.96
花瓣宽(cm) PW	1.61	2.2	1.0	0.25	1.2	15.55	1.86
花柱长(cm) SL	1.32	1.8	0.4	0.27	1.4	20.29	1.70
柱头开裂数 NOSS	3.69	5	2	0.77	3.0	20.80	1.10
果实大小(cm) FW	2.02	3.0	1.6	0.28	1.4	13.82	1.91
果皮厚度(cm) PT	0.10	0.15	0.06	0.02	0.1	21.86	1.96
种径大小(cm) SD	1.25	1.5	0.9	0.13	0.6	10.29	1.16

LBL: Leaf blade length, LBW: Leaf blade width, VL: Veins logarithmic, SN: Sepal number, CD: Corolla diameter, PN: Petals number, PL: Petal length, PW: Petal width, SL: Stilus length, NOSS: Number of style splitting, FW: Fruit weight, PT: Pericarp thickness, SDP: Seed diameter, The same as below

对描述型性状和数值型性状指标值做相关分析得出,除叶色和种皮色泽指标外其余各质量性状指标均与数量性状间存在极显著或显著相关(表4),因此一定程度上数值型性状指标值能够反应出描述型性状的差异,而另一方面比较表2和表3的多样

性指数可看出,数值型性状比描述型性状的变异明显要丰富,总体上姑菁野生茶树资源表型性状差异明显,变异范围大,遗传多样性丰富,有利于优异资源的筛选和选育。

表4 描述型性状和数值型性状相关系数

Table 4 Descriptive traits and numerical characteristics correlation coefficient

性状 Characters	叶长 LBL	叶宽 LBW	叶脉对数 VL	花柱长 SL	花瓣数 PN	果皮厚度 PT	果实大小 FW
叶片大小 BS	0.76 **	0.76 **	0.37 **	-	-	-	-
叶形 LS	0.43 **	-	0.35 *	-	-	-	-
叶基 LBS	-	-	-	-	0.28 *	-0.32 *	-
叶尖 LAS	-0.51 **	-0.34 *	-	-	-	-	-
雌雄蕊高比 PASRH	-	-	-	0.49 **	-	-	-
花柱裂位 SCL	-	-	-	0.57 **	-	-	-
果实形状 FS	-0.37 **	-	-	-	-	-	0.34 *
种子形状 SS	-0.30 *	-	-	-	-	0.43 **	0.46 **

*、** :分别表示 0.05、0.01 水平上显著相关

* and ** :Difference is significant at the 0.05 and 0.01 level, respectively

2.2 茶树资源数值型性状聚类分析

对姑菁野生茶树资源的 13 个数值型性状进行聚类分析,得出 52 份材料可分为 3 类(图 1),其中第 I 类占总体的 88.46%,第 II 类及第 III 类均仅 3 份;对材料按聚类得出的 3 类进行分指标差异显著性检验得出,在萼片数、花瓣数、花瓣宽、柱头开裂数方面 3 组之间存在显著性差异,其中萼片数方面第 III 类与第 I 类、第 II 类具有显著性差异,花瓣数方面第 II 类与第 I 类、第 III 类具有显著性差异,花瓣宽方面第 III 类与第 I 类、第 II 类具有显著性差异,柱头开裂数方面第 II 类与第 I 类、第 III 类具有显著性差异(表 5)。从中可看出,叶、花、果三器官中叶、果部分所有材料表现均一,其中花部分有多数指标有显著差异能够清晰的将材料分为 3 种类型。

2.3 表型性状与海拔因子间相关性

与海拔因子间的相关分析结果表明,叶长、叶宽、叶片大小与海拔呈极显著正相关,叶尖、果实形状、种子形状与海拔呈极显著负相关(表 6)。姑菁野生茶树生长于海拔 1650 ~ 1900 m 之间,跨度较大,现将海拔按 50 m 进行划分,共分为 5 组,将每组的性状指标值做差异显著性检验,从而得出各性状在不同海拔段上的变化情况,其结果表明,叶长、叶宽、中片大小、叶尖、果实形状方面在中低海拔处与高海拔处存在差异;而叶脉对数、果皮厚度、种径大

小方面在低海拔与高海拔处无差异,但其在中间海拔段上存在差异;种皮色泽方面中海拔区域与高海拔区域存在差异(表 7)。

3 结论与讨论

表型性状具有稳定性和变异性,是基因的遗传变异与环境相互作用的结果,形态或表型特征变异能反映出基因型、群体或生态型的变异^[11],根据表型差异来反映遗传变异是简便易行的方法,因此被很多国内外学者运用到植物的多样性研究上^[12-16],本研究选用 34 个表型性状对姑菁野生茶树资源的表型遗传多样性进行了分析,结果表明,21 个描述型性状中有 10 个只表现出 1 个表型,是相对稳定的植物学性状,另 11 个表现出不同程度的遗传分化,其中叶片大小、叶色、叶基、叶身有 2 种表型,叶形、叶尖、雌雄蕊高比、花柱裂位、种皮色泽有 3 种表型,果实形状、种子形状有 5 种表型,遗传多样性相对丰富,进一步选择的潜力很大;数值型性状方面,变异系数在 3.74% ~ 21.86% 之间,平均为 15.10%,多样性指数在 0.15 ~ 2.02 之间,平均为 1.62,其中花柱长的最大值是最小值的 4.5 倍,花冠直径和叶长的最大值是最小值的 2.8 倍,与茶组其他研究结果^[12,17-19]相比,姑菁野生茶树遗传多样性还是比较丰富的。

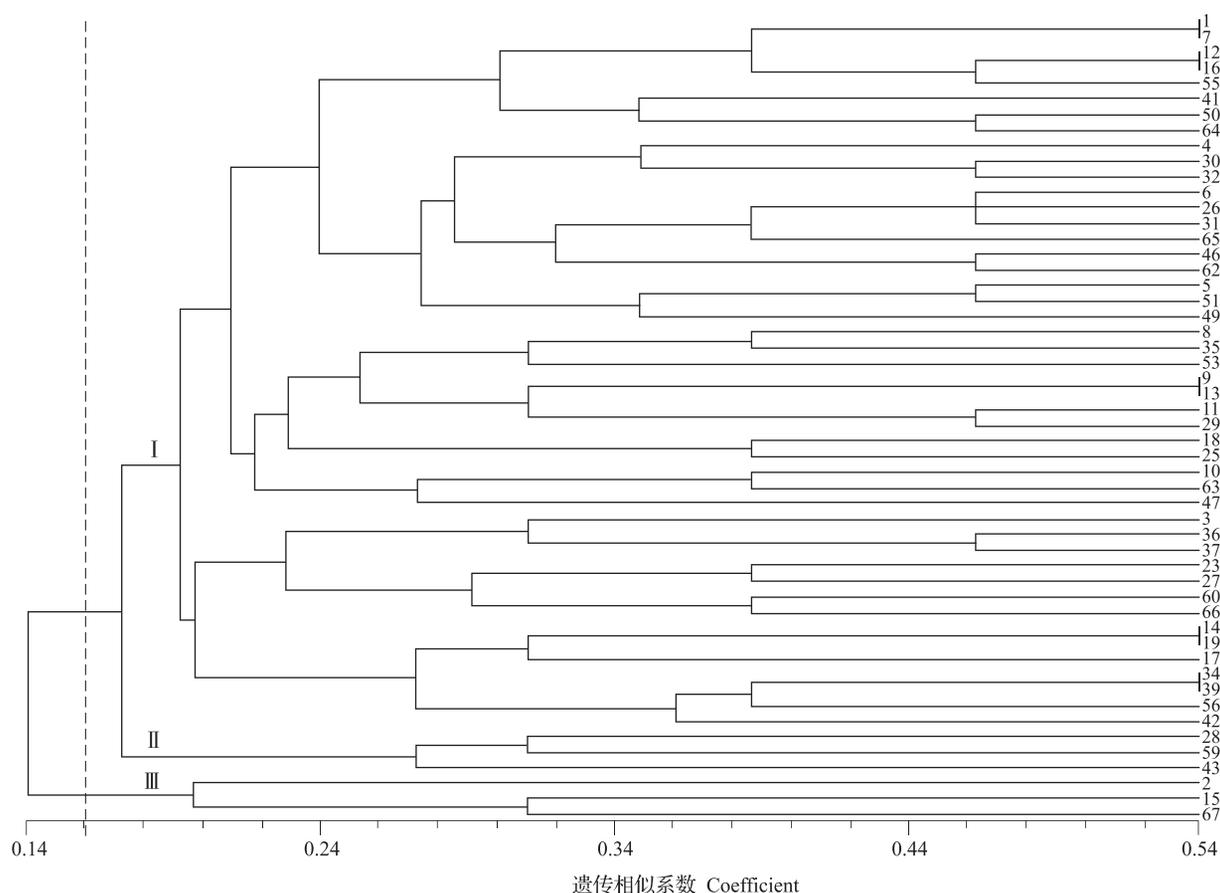


图 1 姑菁野生茶树资源数量性状聚类图

Fig. 1 Dendrogram of Gujing tea germplasm obtained by cluster analysis of numerical characteristics

表 5 聚类所得组间数值性状差异显著性检验结果

Table 5 Numerical characteristics significant difference test between cluster analysis of groups

因变量 The dependent variable	类群(I) Group (I)	类群(J) Group3 (J)	均值差(I-J) Mean Difference (I-J)	标准误 Std. Error	显著性 Significance
萼片数 SN	III	I	1.60 *	0.56	0.01
		II	1.72 *	0.77	0.03
花瓣数 PN	II	I	1.61 *	0.56	0.01
		III	2.10 *	0.76	0.01
花瓣宽 PW	III	I	-1.66 *	0.56	0
		II	-1.77 *	0.77	0.02
柱头开裂数 NOSS	II	I	1.74 *	0.55	0
		III	1.70 *	0.76	0.03

* : 均值差的显著性水平为 0.05, 下同

* : The mean difference is significant at the 0.05 level, the same as below

姑菁野生茶树的部分描述型性状和数值型性状间表现出显著或极显著的相关性,除叶、花、果各部分自身描述型性状和数值型性状间相关外,

在叶基与花瓣数、果实形状和种子形状与叶长方面也表现出显著或极显著的相关性,这种相关性在其他植物的研究中也出现了相似结果,如苹果杂种实生树的果实与叶片部分性状存在极显著正相关^[20],西藏核桃顶叶叶片与坚果的一些性状间存在显著或极显著的相关性^[21],从中可看出,这些器官的性状可能分属于相同的连锁基因群,同一连锁群基因所控制的表型性状表现出相关关系。

表 6 表型性状与海拔因子间相关系数

Table 6 Characters and altitude correlation coefficient

性状 Characters	相关系数 R
叶长 LBL	0.48 **
叶宽 LBW	0.40 **
叶片大小 BS	0.39 **
叶尖 LAS	-0.46 **
果实形状 FS	-0.42 **
种子形状 SS	-0.38 **

表 7 不同海拔组间性状差异显著性检验结果

Table 7 Characteristics significant difference test between altitude of groups

因变量	组(I)	组(J)	均值差(I-J)	标准误	显著性
The dependent variable	Group(I)	Group(J)	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Significance
叶长 LBL	1	5	-1.59 *	0.74	0.04
		3	-0.97 *	0.33	0.01
	2	4	-1.15 *	0.50	0.02
		5	-1.52 *	0.47	0
叶宽 LBW	5	1	-1.92 *	0.77	0.02
		2	1.27 *	0.49	0.01
叶片大小 BS	5	1	1.66 *	0.78	0.04
		2	1.06 *	0.49	0.04
叶脉对数 VL	2	3	-0.84 *	0.36	0.02
		3	1.60 *	0.69	0.02
叶尖 LAS	1	4	1.96 *	0.79	0.02
		5	1.96 *	0.77	0.01
		5	1.20 *	0.50	0.02
果实形状 FS	2	5	1.20 *	0.50	0.02
果皮厚度 PT	2	3	-0.81 *	0.35	0.02
种径大小 SD	2	4	-1.18 *	0.54	0.04
种皮色泽 SCC	5	2	-1.05 *	0.51	0.05
		3	-1.00 *	0.44	0.03

通过聚类分析及差异显著性检验得到,第 I 类聚集了大部分的样本,第 II、III 类均仅含 3 个样本,而这 3 类的差异主要体现在花器官方面,因此,在后续进行农艺性状和品质性状鉴定以及对该资源进行保护与利用时应对该类的样株加以区分,而从多样性保护方面,应加以重点关注。

植物的表型变异不少研究结果表明与其地理生态因子显著有关^[22-24],由于姑菁野生茶树分布于较高海拔地区且分布区的垂直落差较大,因此针对海拔这一生态因素做了形态性状与海拔的相关性及按一定区段分组后不同组间的差异显著性,其结果显示叶器官与果器官受到不同程度的海拔因素影响表现出极显著相关以及组间差异性,与同为山茶属但为油茶组的小果油茶相比存在一定差异性^[25]。

参考文献

- [1] Sealy J R. A revision of the genus *Camellia* [M]. London: The Royal Horticultural Society, 1958: 1-239
- [2] 张宏达. 茶叶植物资源的订正[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 1984(1): 3-14
- [3] 陈亮. 茶组植物系统分类学研究现状[J]. 茶叶, 1996, 22(2): 16-19
- [4] 陈亮, 虞富莲, 童启庆. 关于茶组植物分类与演化的讨论[J]. 茶叶科学, 2002, 20(2): 89-94
- [5] 王平盛, 虞富莲. 中国野生大茶树的地理分布、多样性及其利用价值[J]. 茶叶科学, 2002, 22(2): 105-108
- [6] 陈政. 贵州茶资源与茶业经济发展分析研究[J]. 贵州茶叶, 2011, 39(1): 10-13
- [7] 曹家树, 曹寿椿, 易清明. 白菜及其相邻类群基因组 DNA 的 RAPD 分析[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 47-52
- [8] 陈亮, 杨亚军, 虞富莲. 茶树种质资源描述规范和数据标准

- [9] 周波, 江海东, 张秀新, 等. 部分引进牡丹品种的形态多样性[J]. 生物多样性, 2011, 19(5): 543-550
- [10] 余继忠. 福鼎大白茶半同胞系和云南大叶茶半同胞系遗传多样性和亲缘关系研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2010
- [11] 杨继. 植物种内形态变异的机制及其研究方法[J]. 武汉植物学研究, 1991, 9(2): 185-195
- [12] 蒋会宾, 田易萍, 陈林波, 等. 云南茶树地方品种农艺性状与品质性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 634-641
- [13] Kellogg E A. Variation and names in the *Poa secunda* complex [J]. J Range Manage, 1985, 38(6): 516-521
- [14] 刘晓, 岳明, 任毅. 独叶草叶片性状表型多样性研究[J]. 西北植物, 2011, 31(5): 950-957
- [15] 伊力塔, 韩海荣, 蒙树奇, 等. 灵空山辽东栎群落特征及其物种多样性[J]. 林业科学, 2010, 46(9): 164-171
- [16] 陈雨, 陈建西, 潘大建, 等. 广东省地方稻种品质性状表型多样性及其形成的生态因子分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(3): 462-471
- [17] 蒋会兵, 宋维希, 矣兵, 等. 云南茶树种质资源的表型遗传多样性[J]. 作物学报, 2013, 39(11): 2000-2008
- [18] 黄海涛, 王风雷, 王贤波, 等. 鸠坑茶树资源芽叶表型性状的多样性分析[J]. 浙江农业科学, 2013(3): 251-254
- [19] 王春梅, 唐茜. 崇州枇杷茶野生大茶树种质资源调查研究[J]. 西南农业学报, 2012, 25(2): 642-648
- [20] 王东梅, 伊凯, 柳枝, 等. 苹果杂种叶片与果实相关性的研究[J]. 北方果树, 2004(5): 72-73
- [21] 王金星, 潘刚, 王滑, 等. 西藏核桃叶片和坚果表型多样性及其相关关系研究[J]. 林业科学研究, 2012, 25(2): 236-240
- [22] 李斌, 顾万春, 卢宝明. 白皮松天然群体种实性状表型多样性研究[J]. 生物多样性, 2002, 10(2): 181-188
- [23] 郑健, 郑勇奇, 宗亦尘, 等. 花椒树天然群体种实多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(3): 385-391
- [24] 王海英, 徐庆, 冀春雷, 等. 川西变叶海棠的表型变异[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(5): 49-50
- [25] 黄勇. 小果油茶表型多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(2): 270-278