

四川九龙古茶树种质资源农艺性状遗传多样性研究

牛小军¹, 包兴伟², 郑旭霞¹, 秦秀珍³, 邱金华³, 王小亚²,
沈世魁³, 辛国田³, 赵芸¹, 黄海涛¹

(¹杭州市农业科学研究院茶叶研究所, 杭州 310024; ²浙江省茶叶集团股份有限公司, 杭州 310008; ³九龙县魁多镇人民政府, 四川甘孜 626299)

摘要: 为探究甘孜九龙古茶树种质资源的分布区域、形态特征和农艺性状的遗传多样性, 通过基本统计分析、主成分分析和聚类分析对 67 份九龙古茶树种质资源的 21 个质量性状和 12 个数量性状进行遗传多样性分析和评价。结果表明: 九龙古茶树资源农艺性状变异丰富, 数量性状变异系数范围为 1.38%~29.94%, 质量性状的遗传多样性指数范围为 0.17~1.27; 主成分分析显示, 前 11 个主成分累计贡献率在 76.49%, 其中叶片大小、叶色、花瓣质地和果实形状是九龙古茶树种质资源农艺性状表现出差异的主要因素; 21 个质量性状聚类分析结果显示, 在欧式距离为 16.9 处, 可将 67 份九龙古茶树种质资源为四个类群。该研究结果为九龙古茶树种质资源收集、保护和利用奠定一定基础。

关键词: 九龙; 古茶树; 农艺性状; 多样性分析

The Phenotypic Diversity Analysis of Ancient Tea Germplasm Resources in Jiulong County, Sichuan Province, China

NIU Xiaojun¹, BAO Xingwei², ZHENG xuxia¹, QIN Xiuzhen³, QIU Jinhua³, WANG Xiaoya²,
SHEN Shikui³, XIN Guotian³, ZHAO yun¹, HUANG haitao¹,

(¹Tea Research Institute, Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310024;

²Zhejiang Tea Group co., Ltd, Hangzhou 310008; ³People's Government of Kuido Town, Jiulong County, Ganzi 626299, Sichuan)

Abstract: To explore the distribution area, morphological characteristics, and genetic diversity of agronomic traits of Jiulong ancient tea germplasm resources in Ganzi, Sichuan province, China, 21 qualitative traits and 12 quantitative traits in 67 Jiulong ancient tea germplasm resources were evaluated, followed by the genetic diversity using basic statistical analysis, principal component analysis and cluster analysis. The results showed that Jiulong ancient tea resources had rich variation at agronomic traits, with the variation coefficient of quantitative traits ranging from 1.38% to 29.94%, and the genetic diversity index of qualitative traits ranging from 0.17 to 1.27. Principal component analysis showed that the cumulative contribution rate of the first 11 principal components was 76.49%, among which leaf size, leaf color, petal texture, and fruit shape traits were the main factors that affected the differences at agronomic traits of Jiulong ancient tea germplasm resources. The cluster analysis showed that these ancient tea resources divided into four

收稿日期: 修回日期: 网络出版日期:

URL:

第一作者研究方向为茶树遗传育种, E-mail: xiaojunwords@126.com

通信作者: 黄海涛, 研究方向为茶树育种与栽培技术, E-mail: htuang309@hotmail.com

基金项目: 浙江优势绿茶新品种选育 (2021C02067-4); 九龙县茶叶现代农业产业融合示范项目古茶树保护及开发项目 (N5133242022000038)

Foundation projects: Breeding of new green tea varieties in Zhejiang Province (2021C02067-4); The ancient tea tree protection and development project of Jiulong County (N5133242022000038)

categories when the distance coefficient was 16.9. The results laid a foundation for the collection, protection, and utilization of germplasm resources of Jiulong ancient tea germplasm resources.

Key words: Jiulong; ancient tea trees; agronomic traits; diversity analysis

古茶树一般指经过长期的自然生长或人工栽培，树龄在百年以上的茶树，往往呈现出较强的抗逆性和适应性并保留了部分原始茶树的特征。按照进化选择方式古茶树可以分为野生型古茶树，栽培型古茶树和介于野生与栽培中间的过渡型古茶树^[1]。古茶树种质资源的调查、收集、鉴定和评价对茶树的起源与分化、系统发育、遗传分析及开发利用具有重要的价值^[2]。四川是茶树发源地之一，境内野生古茶树分布广泛，主要集中在海拔 700~1500 米的长江及其上游金沙江沿岸和四川盆地西部边缘地区，树形多以乔木和小乔木为主^[3,4]。

甘孜藏族自治州九龙县位于四川省西部，北连康定市，东南毗邻石棉县、冕宁县，西南与木里县接壤。其地理坐标介于北纬 28°19'~29°20'，东经 101°17'~102°10'之间，年平均温度约 8.8℃，平均降雨量约 890 mm。九龙县地处横断山系北段，境内大雪山山脉自北向南纵贯全境，地势北高南低，北部海拔最高达 6010 米，南部最低仅 1440 米，平均海拔在 2000 米至 5500 米之间。因海拔高低悬殊，且受高原气候和季风的影响，该地区旱、雨季分明，日照充足，呈典型立体气候，野生动植物资源十分丰富。先前对该县古茶树资源普查中发现树龄在 100 年以上的古茶树约有 14.7 万株^[5]，然而缺乏系统研究与保护，近些年部分古茶树资源面临日益减少甚至濒临灭绝的风险。

茶树农艺性状调查、鉴定和综合分析是研究茶树种质资源分类、进化和遗传多样性最基础的方法，对茶树重要种质资源保护、利用及优良选育具有重要意义。本研究通过对九龙县 67 份古茶树种质资源主要农艺性状的形态特征进行遗传多样性分析，旨在为该地区优异种质资源挖掘、保护和利用提供一定的理论依据和育种材料，同时为促进藏区茶产业高质量发展起积极推动作用。

1 材料与方法

1.1 材料

于 2022 年 9 月~2023 年 4 月，在当地政府部门的带领下对九龙县的古茶树种质资源进行调查和收集。调查范围主要集中在古茶树资源集中分布的魁多镇、烟袋镇及子耳乡，共计 16 处 67 份古茶树资源，样本基本信息见表 1。

表 1 九龙县古茶树种质资源居群信息及编号

Table 1 Information of 67 populations of ancient tea tree resources in Jiulong

序号	采样点	地理坐标	海拔	采样数量/棵	树龄	资源编号
Code	Sampling site	Geographic coordinates	Altitude/m	Sampling number	Tree age	Resource number
1	魁多镇中海底村	101°42'11" E, 28°27'31" N	2812.8	1	百年以上	1
2	魁多镇里伍村大茶树	101°43'16" E, 28°26'54" N	2379.7	1	百年以上	2
3	魁多镇里伍村大茶树群	101°43'16" E, 28°26'56" N	2407.1	10	百年以上	3~12
4	魁多镇里伍村里伍组大茶树	101°43'33" E, 28°26'55" N	2163.5	1	百年以上	13
5	魁多镇里伍村 10 月茶树群体	101°43'33" E, 28°26'55" N	2206.8	10	百年以上	14~23
6	魁多镇里伍铜矿	101°43'16" E, 28°26'54" N	2379.7	5	百年以上	24~28
7	魁多镇里伍铜矿峡湾（托尼组）	101°42'54" E, 28°26'46" N	2637.7	2	百年以上	29~30
8	魁多镇江郎村	101°42'20" E, 28°26'28" N	2324.3	7	百年以上	31~37
9	魁多镇里伍村上中古组	101°43'2" E, 28°26'22" N	2162.4	7	百年以上	38~44
10	魁多镇里伍村下中古组	101°43'39" E, 28°26'30" N	1896.7	4	百年以上	45~48
11	魁多镇里伍村大槽组	101°44'5" E, 28°27'28" N	1947.9	1	百年以上	49
12	魁多镇镇政府门前	101°43'28" E, 28°26'54" N	2202.6	1	百年以上	50
13	魁多镇魁多村	101°43'2" E, 28°25'51" N	2274.2	4	百年以上	51~54
14	魁多镇里伍村先林组	101°43'41" E, 28°27'4" N	2176.8	4	百年以上	55~58
15	烟袋镇档木林村中心组	101°44'17" E, 28°28'36" N	1969.9	8	百年以上	59~66
16	子耳乡杜公村	101°35'2" E, 28°25'57" N	2187.9	1	百年以上	67

1.2 试验方法

根据《茶树种质资源描述规范和数据标准》^[6]、《农作物种质资源鉴定技术规程 茶树》^[7]及《NY/T2422-2013 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南》^[8]，对当地 67 份古茶树种质资源的形态特征进行调查、描述和测量。其中包括树型、树姿、叶形、叶色等 21 个质量性状和成熟叶叶长、叶宽、叶面积、花冠大小、种子大小等 12 个数量性状。质量性状采用原生境就地重复观察 5 次，以多数为准（例：叶色，取 5 片叶子观察，3 片以上为绿色，则记录该古茶树叶色为绿色）；数量性状利用测量尺及人工计数重复测量 10 次后取平均值。叶面积（ cm^2 ）=叶长×叶宽×0.7（系数）。此外，由于不同种质资源在开花时间、结果率上差异较大，导致其中 13 份材料的花和果实未收集到，因此仅统计其成熟叶的叶片相关性状进行后续分析。

九龙县气象数据从 www.tianqi24.com 网站获得，魁多镇气象数据由当地镇政府提供。

1.3 数据处理

质量性状按标准分级赋值，见表 2 所示。利用 Excel 2019 对全部农艺性状的数据进行统计处理，应用 SPSS 18 软件对所有质量性状数据和数量性状数据进行基本统计分析、主成分分析和聚类分析。

表 2 质量性状指标及其标准

Table 2 Qualitative traits and assignment criterion

编号 NO.	农艺性状 Agronomic	记录标准 Criterion for documenting
1	树型	灌木型=1, 小乔木型=3, 乔木型=5
2	树姿	直立=1, 半开张=3, 开张=5
3	叶色	黄绿色= 1, 淡绿色= 2, 绿色= 3, 深绿色= 4
4	叶面隆起性	平= 1, 微隆起= 2, 隆起= 3
5	叶形	近圆形= 1, 卵圆=2, 椭圆形= 3, 长椭圆形= 4, 披针形= 5
6	叶身形态	平= 1, 稍内折= 2, 内折= 3, 稍背卷=4
7	叶片质地	柔软= 1, 中= 2, 硬= 3
8	叶齿密度	疏= 1, 中= 2, 密= 3
9	叶齿深度	浅= 1, 中= 2, 深= 3
10	叶齿锐度	锐= 1, 中= 2, 钝= 3
11	叶基形态	楔形= 1, 近圆形= 2
12	叶尖形态	急尖= 1, 渐尖= 2, 钝尖= 1, 圆尖=4
13	叶缘形态	平= 1, 微波= 2, 波= 3
14	花瓣颜色	白=1, 淡绿=2, 淡红=3
15	花瓣质地	薄=1, 中=2, 厚=3
16	子房茸毛	无=1, 有=2
17	柱头裂位	低=1, 中=2, 高=3
18	雌雄蕊相对高度	雌蕊低=1, 雌雄蕊等高=2, 雌蕊高=3
19	果实形状	球形= 1, 肾形=2, 三角形= 3, 四方形= 4, 梅花形= 5
20	种子形状	球形= 1, 半球=2, 锥形= 3, 肾形= 4, 不规则= 5
21	种皮颜色	棕色=1, 棕褐色=2, 褐色=3

2 结果与分析

2.1 九龙古茶树种质资源农艺性状表型变异统计分析

此次调查的古茶树种质资源树型均为灌木型（频率分布为 100%），平均叶长为 9.5 cm，叶宽为 3.8 cm，叶面积为 25.8 cm²，整体叶形表现中小叶。其中最高处位于海拔 2812.8 米的魁多镇中海底村，最低处位于海拔 1896.7 米的魁多镇里伍村下中古组，二者海拔高度相差近 1000 米。。成熟叶叶片、花、果实和种子等农艺性状变异丰富，展现出较高的遗传多样性（图 1，表 3）。



图1 九龙古茶树种质资源不同农艺性状形态特征

Fig 1. Morphological characteristics of different agronomic traits of Jiulong ancient tea germplasm resources

质量性状的分布频率显示,叶形包含卵圆(10.45%)、椭圆(29.85%)、长椭圆(43.28%)和披针(16.42%)。叶色为黄绿色(7.46%)、淡绿色(2.99%)、绿色(67.16%)和深绿色(22.39%)。叶面隆起性为平(35.82%)、微隆起(46.27%)、隆起(17.91%)构成。花瓣颜色为白色(96.08%)和淡红色(3.92%)。果实性状为球形(39.22%)、肾形(21.57%)、三角形(33.33%)、四方形(3.92%)和梅花形(1.96%)。其它性状的统计分析结果具体见表3。除树型外,其它农艺性状的遗传多样性指数范围为0.17~1.27,平均0.82,其中果实性状和叶形的遗传多样性指数最高,分别为1.27和1.26,存在较高的遗传变异;花瓣颜色的遗传多样性指数最低为0.17,说明该性状受到较高的遗传控制。

表 3 质量性状农艺性状遗传多样性指数

Table 3 Diversity index of qualitative traits

农艺性状 Agronomic	频率分布 Distribution frequency %					遗传多样性指数 Genetic diversity index (H')
	1	2	3	4	5	
树型	100.00	—	0.00	—	0.00	0.00
叶形	0.00	10.45	29.85	43.28	16.42	1.26
叶色	7.46	2.99	67.16	22.39	—	0.90
叶面隆起性	35.82	46.27	17.91	—	—	1.03
叶身形态	49.25	37.31	11.94	1.49	—	1.03
叶片质地	0.00	44.78	55.22	—	—	0.69
叶齿密度	38.81	38.81	22.39	—	—	1.07
叶齿深度	52.24	47.76	0.00	—	—	0.35
叶齿锐度	14.93	52.24	32.84	—	—	0.99
叶基形态	83.58	16.42	—	—	—	0.45
叶尖形态	17.91	50.75	20.90	10.45	—	1.22
叶缘形态	46.27	49.25	4.48	—	—	0.84
花瓣颜色	96.08	0.00	3.92	—	—	0.17
花瓣质地	9.80	62.75	27.45	—	—	0.86
子房茸毛	5.88	94.12	—	—	—	0.22
柱头裂位	74.51	15.69	9.80	—	—	0.74
雌雄蕊相对高度	66.67	27.45	5.88	—	—	0.79
果实形状	39.22	21.57	33.33	3.92	1.96	1.27
种子形状	62.75	5.88	15.69	0.00	15.69	1.04
种皮颜色	74.51	9.80	15.69	—	—	0.74

— 表示未对该质量性状对应的类型赋值

— represent that the qualitative trait has not been assigned a value

12 个数量性状变异程度存在明显差异, 平均变异系数为 15.27%, 见表 4。其中叶面积的变异系数最大, 为 29.94%, 其次为果实大小, 变异系数为 22.52%, 表明叶片形态与果实大小在该群体中的变异幅度较大, 遗传多样性较丰富; 萼片数的变异系数最小, 仅为 1.38%, 其次为花柱开裂数, 变异系数为 10.95%, 表明这两个性状受选择较少, 表型遗传多样性较低。

表 4 数量性状农艺性状的统计分析

Table 4 Statistical analysis of the assignment scores main quantitative traits

农艺性状 Agronomic	最小值 Min	最大值 Max	均值 Mean	标准差 SD	变异系数 CV%	偏度 kurt	峰度 skew
叶长	5.80	14.30	9.45	1.64	17.32	0.58	0.54
叶宽	2.80	5.30	3.84	0.60	15.72	-0.52	0.48
叶面积	12.74	50.05	25.81	7.73	29.94	0.67	0.88
长宽比	1.72	3.69	2.48	0.38	15.16	0.62	0.42
叶脉对数	4.60	10.00	7.11	1.07	15.09	-0.04	0.27
萼片数	4.70	5.20	4.98	0.07	1.38	7.51	-2.08
花冠大小	3.70	6.00	4.81	0.57	11.75	-0.44	0.25
花瓣数	5.00	8.00	6.60	0.76	11.51	-0.15	-0.18
花柱长度	1.10	1.80	1.35	0.18	13.20	-0.07	0.73
花柱开裂数	2.90	4.00	3.20	0.35	10.95	0.51	1.41
果实大小	1.60	3.90	2.51	0.56	22.52	-0.62	0.10
种子大小	0.70	1.80	1.30	0.24	18.69	-0.31	-0.10

2.2 筛选出的优异资源

气象数据显示九龙县 2022 年平均温度为 9.5℃，最低气温 -15℃，最高温度 33℃。古茶树集中分布的魁多镇冬季（2022 年 12 月至 2023 年 1 月）海拔 2400 m 以下最低温度 5℃，最高温度 20℃；海拔在 2400 m 以上的茶园则常有冰雪覆盖。此外，魁多镇 2022 年 10 月 26 日至 2023 年 6 月 13 日期间，仅 2023 年 4 月 23 日在小部分地区有过 8 ml 降水，导致部分无人管理的古茶树有超过半年的时间处于干旱状态。此次调查编号为 1, 3~12, 29, 30 的古茶树均位于海拔 2400 米以上（表 1），叶色多数为绿色，叶形以长椭圆为主，叶长平均 9.7 cm，叶宽平均 4.2 cm，且长势良好，展现出较好的抗寒性和抗旱性。编号 33, 45 的古茶树叶色为绿色，叶正面隆起，花瓣颜色为淡红色，可用于观赏茶园资源。编号 41 号的古茶树果实为梅花型，且结果率高，可作为高产茶叶籽的优异资源。

2.3 九龙古茶树种质资源农艺性状主成分分析

对 67 份九龙古茶树资源的 31 个主要农艺性状进行主成分分析，结果见表 5。31 个农艺性状前 11 个主成分累计贡献率达到 76.49%，包含了原始因子的大部分信息。主成分贡献率最高为 15.83%，对应特征向量中贡献最大的是叶宽，其次是叶面积和叶长，说明该主成分是叶片大小性状的相关因子；第 2 主成分贡献率是 13.43%，对应特征向量中贡献最大的是长宽比，其次是叶长和柱头裂位；第 3 主成分贡献率是 7.84%，对应特征向量中贡献最大的是叶色，其次是子房茸毛和花柱开裂数；第 4 主成分贡献率是 7.14%，对应特征向量中贡献最大的是花瓣颜色，其次是叶片质地和果实形状果实大小。其余主成分贡献率均低于 7%。综上所述，叶片宽度、叶长宽比、叶色、花瓣质地和果实形状等性状是九龙古茶树种质资源农艺性状表现出差异的主要因素。

表 5 农艺性状的主成分分析

Table 5 principal component analysis of agronomic

农艺性状 Agronomic	主成分 Principal										
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
叶色	-0.128	0.048	0.579	0.217	0.067	-0.353	-0.023	0.059	0.207	0.193	0.307
叶面隆起性	0.108	0.546	0.148	-0.132	0.244	0.130	0.129	-0.150	-0.305	-0.244	0.111
叶形	-0.247	0.587	-0.413	0.058	0.105	-0.140	-0.139	0.094	0.255	0.194	-0.222
叶身形态	-0.265	0.007	-0.424	0.222	-0.152	0.051	-0.002	0.373	-0.216	-0.258	0.246
叶片质地	-0.045	0.212	-0.026	-0.548	0.085	0.263	0.231	-0.096	0.513	0.193	-0.003
叶齿锐度	-0.464	0.418	0.141	-0.049	0.069	0.105	0.249	0.044	0.303	-0.366	-0.053
叶齿密度	-0.599	0.220	0.287	0.098	0.067	-0.092	-0.056	0.200	-0.289	0.298	-0.112
叶齿深度	0.570	-0.354	-0.351	0.233	0.025	0.232	-0.234	0.043	0.134	-0.152	0.071
叶基形态	0.223	-0.338	-0.049	-0.148	0.370	-0.004	0.411	-0.270	0.133	-0.042	0.264
叶尖形态	0.584	-0.499	0.021	0.222	0.025	-0.210	0.154	-0.067	0.030	0.002	0.006
叶缘形态	-0.428	0.117	-0.156	0.426	-0.012	0.018	-0.296	-0.311	-0.037	0.032	0.449
花瓣颜色	0.145	0.358	0.251	-0.661	-0.061	0.042	-0.228	0.111	-0.243	-0.200	0.143
花瓣质地	0.020	0.001	-0.388	0.121	0.409	0.394	0.398	0.402	-0.041	0.127	-0.169
子房茸毛	0.060	0.107	0.466	0.226	-0.196	-0.048	0.086	0.535	0.332	-0.134	0.128
柱头裂位	0.275	0.670	-0.045	0.128	-0.060	-0.076	0.089	-0.148	-0.152	-0.126	-0.092
雌雄蕊相对高度	0.035	0.457	-0.050	0.190	-0.318	0.410	0.274	0.056	-0.078	0.208	0.403
果实形状	0.534	-0.057	0.371	0.488	0.205	-0.106	0.125	-0.091	0.021	0.015	-0.022
种子形状	0.148	-0.002	-0.027	0.381	0.127	0.630	-0.219	0.013	0.034	-0.317	-0.072
种皮颜色	0.033	-0.081	0.416	-0.238	0.022	0.484	-0.374	0.218	0.104	0.182	0.215
叶长	0.570	0.729	-0.141	0.056	0.112	-0.146	-0.158	0.069	-0.041	0.089	-0.011
叶宽	0.881	0.098	0.021	-0.151	0.019	0.058	0.081	0.049	-0.236	0.215	0.036
叶面积	0.794	0.487	-0.061	-0.053	0.061	-0.059	-0.055	0.080	-0.152	0.162	-0.015
长宽比	-0.334	0.695	-0.213	0.227	0.111	-0.247	-0.300	-0.029	0.209	-0.111	-0.081
叶脉对数	0.348	0.551	-0.332	-0.082	0.171	-0.227	0.174	0.068	0.232	-0.033	0.374
萼片数	-0.197	-0.204	-0.058	0.275	0.705	-0.030	-0.075	0.305	-0.080	0.248	0.061
花冠大小	0.427	-0.106	-0.103	0.080	-0.495	-0.240	0.301	0.333	0.103	-0.117	-0.074
花瓣数	-0.581	-0.068	-0.267	0.103	-0.086	-0.081	0.441	-0.172	-0.205	0.048	0.147
花柱长度	-0.033	0.243	0.144	0.308	-0.585	0.162	0.160	-0.008	-0.074	0.198	-0.121
花柱开裂数	-0.212	0.099	0.442	-0.037	0.370	-0.185	0.246	0.224	-0.242	-0.312	-0.020
果实大小	0.455	0.222	0.393	0.417	0.117	0.128	-0.018	-0.281	0.136	-0.087	-0.130
种子大小	-0.295	0.447	0.296	0.177	0.027	0.338	0.304	-0.198	-0.015	0.118	-0.155
特征值	4.907	4.164	2.430	2.212	1.926	1.723	1.617	1.362	1.256	1.083	1.032
贡献率%	15.83	13.43	7.84	7.14	6.21	5.56	5.22	4.39	4.05	3.49	3.33
累计贡献率%	15.83	29.26	37.10	44.24	50.45	56.01	61.23	65.62	69.67	73.17	76.49

2.4 九龙古茶树农艺性状聚类分析

依据 21 个质量性状对 67 份九龙古茶树种质资源聚类分析，在欧式距离为 16.9 时，可将其划分为四个类群（图 2）。第一类群包含了绝大多数的古茶树种质资源，叶型主要以中小叶为主，叶面平或微隆起；第

二类群特征表现为叶型中叶、叶面隆起、花瓣质地较厚；第三类群特征表现为叶型中叶、叶面稍隆起、子房茸毛为无即凸房，第四类群仅包含 2 份资源，主要特征表现为叶型大叶、叶面隆起、花瓣颜色为淡红色。魁多镇的古茶树种质资源在 4 个类群中均有分布，且古茶树保留面积最大，遗传多样性丰富，具有较大的育种应用价值。

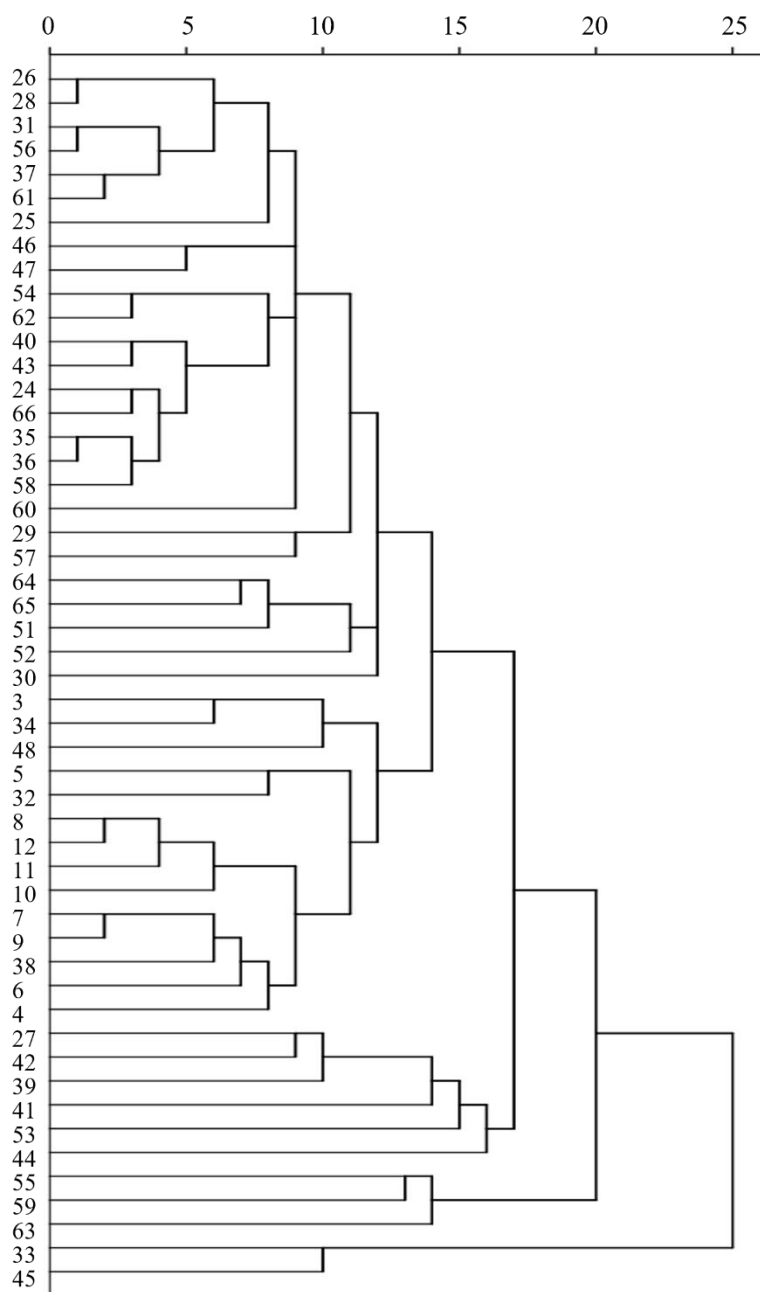


图 2 九龙古茶树种质资源聚类分析

Fig 2. Cluster analysis of germplasm resources of ancient tea in Jiulong

3 结论与讨论

鉴于古茶树种质资源的生态稀缺性、特异性及在茶产业地位中逐步占据一定地位，古茶树种质资源的研究越来越受到广泛关注。开展古茶树种质资源研究，一方面对培育茶树优良新品种提供材料，另一方面其丰富的遗传多样性对构建核心种质库（圃）及稀缺资源保护具有重要价值^[9, 10]。本文通过对 67 份九龙古茶树种质资源的 21 个质量农艺性状和 12 个数量农艺性状的调查研究，发现该地区古茶树种质资源农艺性状变异丰富，数量性状变异系数范围为 1.38%~29.94%，平均变异系数是 15.27%；质量性状的遗传多样性指数范围为 0.17~1.27，平均 0.82，具有较强的遗传多样性，可为今后高原地区优良茶树新品种选育、推广和利用提供丰富的种质资源。

种质资源多样性研究对于茶树起源和演化具有重要的参考价值。我国野生古茶树种质资源主要集中在云南、贵州和四川等茶树起源中心，已有的研究表明这些古茶树资源树形多以乔木、小乔木为主，鲜有灌木^[1, 11-16]。此次调查的九龙古茶树种质资源树形为灌木型，叶形主要为中小叶。从地理位置上看九龙县位于四川省西部，毗邻云南省西北部，然而已有的研究中显示云南古茶树种质资源树姿和叶形主要以乔木、大叶型为主^[13]。胡灿^[4]对四川主要野生大茶树的种质资源形态多样性的研究中发现，雷波、大邑、古蔺和叙永等西南地区的野生大茶树树型以灌木为主，而崇州、蒙经则多为乔木。此外，九龙县制茶历史悠久，历史上的茶马古道曾经穿过这里，目前仍为连接甘孜藏族自治州与四川西南地区间的重要通道。因此，推测九龙古茶树种质资源可能是从四川西南地区经茶马古道引种后种植到此。

古茶树种质资源是重要的茶树基因资源库，其经过百年以上的自然生长，逐级适应了当地特定的自然环境，同时保持一定动态进化，形成了某些特定的优异性状^[17]。目前已知的古茶树种质资源主要集中分布在海拔 400~1200 m，少数分布在海拔 2000~2500 m，鲜有超过 2800 m，本研究中的九龙古茶树种质资源呈梯状分布于海拔 1896.7~2812.8 米的高原上。其中，古茶树种质资源分布最为集中的魁多镇冬季干旱少雨，甚至有长达半年以上的旱季，海拔 2400 m 以上的茶园冬季经常冰雪覆盖，并伴随极端低温天气。然而生长在这里的古茶树种质资源长势良好，枝繁叶茂，展现出较强的抗旱性和抗寒性，是茶树遗传育种研究的优异资源，具有潜在的应用价值。

参考文献

[1] 尚卫琼, 杨勇, 段志芬, 杨毅坚, 李友勇, 孙承冕, 郭顺云, 刘本英. 云南省景洪市古茶树资源农艺性状多样性分析. 山东农业科学, 2015, 47(11):23-26

Shang W Q, Yang Y, Duan Z F, Yang Y J, Li Y Y, Sun C M, Guo S Y, Liu B Y. Diversity Analysis on Agronomic Traits of Ancient Tea Trees in Jinghong City of Yunnan Province. Shandong Agricultural Sciences, 2015, 47(11):23-26

- [2] 虞富莲. 中国古茶树. 昆明: 云南科技出版社, 2016: 311-322
- Yu F L. The Chinese ancient tea trees. Kunming: Yunnan Science and Technology Publishing Press, 2016: 311-322
- [3] 钟渭基. 四川野生大茶树与茶树原产地问题. 四川农业科技, 1980(2): 32-36
- Zhong W J. The problem of wild tea trees and the Origin of Tea Trees in Sichuan. Sichuan Agriculture Science and Technology, 1980(2): 32-36
- [4] 胡灿. 四川主要野生大茶树种质资源形态多样性及遗传多样性的初步研究. 四川农业大学, 2019
- Hu C. Preliminary study on species diversity and genetic diversity of the main wild tea tree population in Sichuan. Sichuan Agricultural University. 2019
- [5] 付涛. 九龙县完善古茶树保护体系. 甘孜日报, 2023-03-01
- Fu T. Improves the protection system of ancient tea trees of Jiulong County. Ganzi Daily, 2023-03-01
- [6] 陈亮, 杨亚军, 虞富莲. 茶树种质资源描述规范和数据标准. 中国农业出版社, 2005
- Chen L, Yang Y J, Yu F L. Descriptors and data standard for tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Ktze). China Agriculture Press, 2005
- [7] NY/T312-2007, 农作物种质资源鉴定技术规程(茶树)
- NY/T312-2007, Technical code for evaluating crop germplasm tea plant (*Camellia sinensis*)
- [8] NY/T2422-2013, 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南
- NY/T2422-2013, Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability— Tea (*Camellia sinensis*)
- [9] 陶萍, 宋隸, 张晴晖, 李俊秋, 戴杨, 蓝增全. 云南普洱茶种古茶树资源表型性状数据分析研究. 西部林业科学, 2020, 49(6): 144-151
- Tao P, Song Y, Zhang Q H, Li J Q, Dai Y, Lan Z Q. Data analysis of phenotypic characteristics of ancient Tea resources of Yunnan Pu'er Tea Species. Journal of West China Forestry Science, 2020, 49 (6): 144-151
- [10] 陈涛林, 郑丹琳, 王熙富, 陈美丽, 葛智文, 廖寅平, 杨绍意, 杨雪梅, 李稳, 梁浩, 张征, 罗军武, 冉立群. 柳州九万山古茶树资源形态多样性及相关性研究. 分子植物育种, 2019, 17(16): 5488-5503
- Chen T L, Zheng D L, Wang X F, Chen M L, Ge Z W, Liao Y P, Yang S Y, Yang X M, Li W, Liang H, Zhang Z, Luo J W, Ran L Q. Study on the morphological diversity and correlation of ancient tea tree resources in Jiuwan mountain of Liuzhou. Molecular Plant Breeding, 2019, 17 (16) : 5488-5503
- [11] 蒋会兵, 宋维希, 矣兵, 李友勇, 马玲, 陈林波, 田易萍, 段志芬, 刘本英, 梁名志. 云南茶树种质资源的表型遗传多样性. 作物学报, 2013, 39(11): 2000-2008.
- Jing H B, Song W X, Yi B, Li Y, Ma L, Chen L B, Tian Y P, Duan Z F, Liu B Y, Liang M Z. Genetic diversity of tea germplasm resources in Yunnan province based on phenotypic characteristics. Acta Agronomica Sinica, 2013, 39 (11) : 2000-2008.
- [12] 蒋会兵, 唐一春, 陈林波, 王平盛, 蔡新, 虞富莲, 杨柳霞, 王兴华, 李崇兴, 江鸿键, 王本忠, 段学良, 李静, 何月波, 王东, 李少峰, 卜保国. 云南省古茶树资源调查与分析. 植物遗传资源学报, 2020, 21(2): 296-307
- Jiang H B, Tang Y C, Chen L B, Wang P S, Cai X, Yu F L, Yang L X, Wang X H, Li C X, Jiang H J, Wang B H, Duan X L, Li J, He Y B, Wang D, Li S F, Bu B G. Survey and analysis of ancient tea plant resources in Yunnan Province, China. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(2): 296-307

[13] 张俊, 王平盛, 陈红伟, 矣兵. 云南双江勐库野生古茶树群落. 茶叶, 2003, 29 (4) : 220-221

Zhang J, Wang P S, Chen H W, Yi B. Wild ancient tea tree community in Mengku, Shuangjiang, Yunnan. Journal of Tea, 2003, 29 (4) : 220-221

[14] 刘福桥, 李强, 戎玉廷, 王丽鸳, 徐礼弄, 虞富莲, 段红睿, 成浩. 云南双江县古茶树种质资源的表型多样性. 中国茶叶, 2017, 39(04):22-25

Liu F Q, Li Q, Rong Y T, Wang L Y, Xu L N, Yu F L, Duan H R, Chen H. Phenotypic diversity of ancient tea tree germplasm resources in Shuangjiang County, Yunnan Province. China Tea, 2017, 39(04):22-25

[15] 田永辉, 梁远发, 鄢东海, 罗显扬, 周国兰. 贵州野生茶树资源的地理分布与生态型. 贵州科学, 2008, 90(02):97-99.

Tian Y H, Liang Y F, Yan D H, Luo X Y, Zhou G L. Geographical distribution and ecotype of Guizhou wild tea tree resources. Guizhou Science, 2008, 90(02):97-99.

[16] 温顺位, 徐代刚, 刘学, 陈学芝, 杨琴. 铜仁市古茶树和野生茶树资源调查与保护利用. 贵州农业科学, 2014, 42(07):145-149.

Wen S W, Xu D G, Liu X, Chen X Z, Yang Q. Investigation, protection and utilization of ancient tea and wild tea resources in Tongren city. Guizhou Agricultural Sciences, 2014, 42(07):145-149.

[17] 何露, 闵庆文, 袁正. 澜沧江中下游古茶树资源、价值及农业文化遗产特征. 资源科学, 2011, 33 (6) :1060-1065

He L, Min Q W, Yuan Z. Resources, value and agricultural heritage characteristics of the ancient tea plant in the middle and lower reaches of the Lancang River. Resources Science, 2011, 33 (6) :1060-1065