

湖南莽山茶树种质资源调查与 品质性状的遗传多样性分析

黄飞毅^{1,2}, 陈宇宏¹, 刘伟³, 丁玎¹, 雷雨¹, 段继华¹,
邓晶⁴, 康彦凯¹, 罗意¹, 张秀军⁵, 刘硕谦², 李赛君¹

(¹ 湖南省农业科学院茶叶研究所 / 国家茶树改良中心湖南分中心 / 湖南省茶树品种与种苗工程技术研究中心, 长沙 410125;

² 湖南农业大学园艺学院, 长沙 410128; ³ 郴州市农业科学研究所, 郴州 423000; ⁴ 湖南省农业科学院, 长沙 410125;

⁵ 湖南省郴州市莽山国有林业管理局, 郴州 424221)

摘要: 为了解湖南莽山茶树种质资源遗传多样性, 本研究调查和收集了 33 份湖南莽山茶树种质资源, 对其中的 24 份资源进行了生物学性状考察, 27 份资源进行了品质成分分析。结果表明, 24 份资源树型多为小乔木, 树姿多为直立状, 芽叶多为无茸毛或少茸毛, 芽叶色泽淡绿色或黄绿色, 叶色绿色或深绿, 叶片锯齿密度中或稀, 锐度中, 叶缘平, 叶面微隆起, 叶尖渐尖, 叶质中, 12 个性状的变异系数为 38.07%~77.90%, 平均值为 58.70%, 遗传多样性指数为 0.51~1.05, 平均值为 0.81。27 份资源的 18 项品质成分变异系数在 4.86%~71.32% 之间, 平均值为 28.29%; 多样性指数在 1.59~2.03 之间, 平均值为 1.86; 主成分分析表明, 前 5 个主成分累计贡献率达 84.36%; 通过聚类分析将 27 份资源聚为 5 大类群, 类群 I 含 15 份资源并分为了 2 个亚群, 类群 II 含 5 份资源, 类群 III 含 5 份资源, 类群 IV 和类群 V 各包含 1 份资源; 初步筛选出 1 份低咖啡碱资源和 3 份高咖啡碱资源。本研究为湖南莽山茶树种质资源挖掘与利用以及湖南茶树演变研究奠定了基础。

关键词: 湖南莽山; 茶树; 种质资源; 品质性状; 遗传多样性

Germplasm Resources and Genetic Diversity of Quality Characters of Tea Plants from Mangshan in Hunan

HUANG Fei-yi^{1,2}, CHEN Yu-hong¹, LIU Wei³, DING Ding¹, LEI Yu¹, DUAN Ji-hua¹, DENG Jing⁴,
KANG Yan-kai¹, LUO Yi¹, ZHANG Xiu-jun⁵, LIU Shuo-qian², LI Sai-jun¹

(¹ Tea Research Institute, Hunan Academy of Agricultural Sciences/National Centre for Tea Improvement,

Hunan Branch / Hunan Tea Variety and Seedling Engineering Technology Research Center, Changsha 410125;

² College of Horticulture, Hunan Agricultural University, Changsha 410128; ³ Chenzhou Institute of Agricultural Sciences,

Chenzhou 423000; ⁴ Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125;

⁵ Mangshan State-owned Forestry Administration of Chenzhou City, Hunan Province, Chenzhou 424221)

Abstract: Thirty three tea plant resources from Mangshan in Hunan province were investigated and collected, 24 of which were studied for biological characters and 27 of which were studied for quality analysis. The 24 resources were mainly small trees with upright habit. The young leaves were mostly glabrous or slightly pubescent, light green or yellow green in color, and the adult leaves were green or dark green, medium-sharply medium-dense- to sparse-serrated and flat at margin, with slightly raised upper surface, acuminate apex, and

收稿日期: 2020-08-07 修回日期: 2020-09-03 网络出版日期: 2020-10-19

URL: <http://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20200807001>

第一作者研究方向为茶树种质资源与遗传育种, E-mail: h.fy157@163.com

通信作者: 李赛君, 研究方向为茶树种质资源与遗传育种, E-mail: hnhjhsj@126.com

刘硕谦, 研究方向为茶树种质资源与创新, E-mail: shqianliu@sina.com

基金项目: 第三次全国农作物种质资源普查与收集行动; 中央引导地方资金 (2019XF5041); 湖南省农业科技创新资金 (2020cx35)

Foundation projects: The Third Nation Survey and Collection of Crop Germplasm Resources Project; Central Guidance Local Funds (2019XF5041), Hunan Agricultural Science and Technology Innovation Program (2020cx35)

medium texture. The coefficient of variation of 12 characters ranged from 38.07% to 77.90%, with the average value of 58.70%, and the genetic diversity index was 0.51~1.05, with the average value of 0.81. The variation coefficient of 18 quality components of the 27 resources ranged from 4.86% to 71.32%, with an average of 28.29%; the diversity index ranged from 1.59 to 2.03, with an average of 1.86; the principal component analysis indicated that the cumulative contribution rate of the first 5 principal components was 84.36%. The resources were divided into 5 groups. Group I contained 15 resources, which were divided into two subgroups. Both Group II and Group III contained 5 resources, while Group IV and Group V contained 1 resource each. One low-caffeine and 3 high-caffeine tea plant resources were preliminarily screened out. This study provides a basis for the exploration and utilization of Mangshan tea plant resources and researches in the evolution of tea plants in Hunan province.

Key words: Mangshan in Hunan; tea plant; germplasm resources; quality traits; genetic diversity

茶树[*Camellia sinensis* (L.) Kuntze]起源于中国,种质资源丰富^[1]。莽山地处112°43′19″~113°0′10″E、24°52′0″~25°23′12″N,东、南、西三面分布于广东省乳源、阳山、连州三县交界,北与宜章县毗邻,土地面积314.17 km²,属南岭山地的中山地貌,最高峰1902.3 m,一般海拔在500~800 m;莽山位于南岭山脉北麓,接近北回归线,属亚热带地区,是我国有冬季的最南端区之一,年平均气温17.2℃,植物生长期290 d左右,年均降雨量2200 mm以上^[2]。莽山野生茶树资源丰富,主要分布在海拔450~700 m,并有从东部向西部增多的趋势;有乔木型、半乔木型和灌木型3种类型,主要表现为叶大、叶尖渐尖、多毫,高水浸出物、高茶多酚、低氨基酸、低酚氨比、高可溶性糖等特征特点^[3-4]。

茶树种质资源在漫长的生物进化过程中积累了由自然选种和人工选择所引起的极其丰富的遗传变异,形成了各种优良的遗传性状及生物类型,是茶树育种的物质基础。目前我国审(认、鉴)定或登记的茶树品种,很多都是从地方群体品种和自然变异材料中选育出来的^[5]。20世纪70年代末,湖南对莽山茶树种质资源情况进行了调查^[3]。但是,由于资金、交通等因素的影响,未能继续深入对莽山茶树种质资源进行保存和挖掘。莽山茶树资源具有良好的红茶适制性,随着我国红茶产业的快速复苏,有必要对莽山茶树种质资源进行调查和收集保存。2015年国家启动了“第三次全国农作物种质资源普查和收集行动(湖南)”专项,本研究基于该行动,从2017年开始,连续4年对莽山茶树种质资源进行了调查和收集工作,为今后莽山茶树种质资源的保护和利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

在莽山境内,经现场考察后,判定为非人工栽培茶树,并根据形态差异收集33份有代表性的莽山茶单株(表1),通过移栽并集中保存于莽山国家级自然保护区内,其中31份(编号以MS开头)来自于湖南省郴州宜章县境内莽山乡5个村、2份(编号以GD开头)来自于广东清远市阳山县1个村,对其中24份资源进行生物学性状调查、27份资源进行品质成分遗传多样性分析。

1.2 方法

对保存的资源进行生物学性状评价、鉴定,资源评价参照陈亮等^[6]报道的方法,特异种质资源和优良种质资源评价参照《农作物优异种质资源评价规范茶树》^[7],本试验所调查的质量性状见表2。

2018年和2019年连续2年,于春季4月中下旬对保存的资源进行取样,选择达到1芽2叶标准的资源,采1芽2叶制蒸青样,参照国家标准测定茶多酚^[8]、游离氨基酸^[9]、水浸出物^[10]的含量;没食子儿茶素(GC, gallic catechin)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG, epigallocatechin gallate)、表没食子儿茶素(EGC, epigallocatechin)、表儿茶素没食子酸酯(ECG, epicatechin gallate)、表儿茶素(EC, epicatechin)、没食子儿茶素没食子酸酯(GCG, gallic catechin gallate)及儿茶素(C, catechin)、茶碱、可可碱和咖啡碱含量的测定参照陈宇宏等^[11]报道的方法,各成分分别测3次取平均值。

1.3 统计分析

基础统计数据和品质成分多样性指数分析采用Excel 2003,显著性分析、主成分分析和聚类分析采用SPSS 21.0统计软件。主成分分析、聚类分析、多样性指数计算参考宁静等^[12]的方法。

表 1 莽山茶资源及来源
Table 1 Resources and sources of Mangshan tea

序号 Number	资源编号 Resource number	来源 Sources	序号 Number	资源编号 Resource number	来源 Sources	序号 Number	资源编号 Resource number	来源 Sources
1	MS000	下长滩	12	MS011	下柏木坑	23	MS026	长冲
2	MS001	下柏木坑	13	MS016	下柏木坑	24	MS027	下柏木坑
3	MS002	坝山岭	14	MS017	下柏木坑	25	MS028	下柏木坑
4	MS003	下长滩	15	MS018	救苦难	26	MS029	救苦难
5	MS004	下柏木坑	16	MS019	救苦难	27	MS030	下柏木坑
6	MS005	下长滩	17	MS020	下柏木坑	28	MS031	下柏木坑
7	MS006	下长滩	18	MS021	下柏木坑	29	MS032	下柏木坑
8	MS007	坝山岭	19	MS022	下柏木坑	30	MS033	救苦难
9	MS008	坝山岭	20	MS023	救苦难	31	MS042	太平洞
10	MS009	坝山岭	21	MS024	救苦难	32	GD1	槽梨坪
11	MS010	救苦难	22	MS025	长冲	33	GD2	槽梨坪

表 2 茶树性状描述
Table 2 Character description of tea plant

性状 Character	性状描述分级 Classification of character description					
	0	1	2	3	4	5
树型 Plant type		灌木	小乔木	乔木		
树姿 Growth habit		直立	半开张	开展		
芽叶色泽 Young leaf color		玉白色	黄绿色	淡绿色	绿色	紫绿色
芽叶茸毛 Young leaf pubescence	无	少	中	多	特多	
叶色 Leaf color		黄绿	浅绿色	绿色	深绿色	
叶缘 Leaf margin undulation		平	微波	波		
叶齿密度 Density of leaf serration		稀	中	密		
叶齿深度 Depth of leaf serration		浅	中	深		
叶齿锐度 Sharpness of leaf serration		锐	中	钝		
叶面 Leaf upper surface		平	微隆起	隆起		
叶尖 Leaf apex		急尖	渐尖	钝尖	圆尖	
叶质 Leaf texture		柔软	中	硬		

2 结果与分析

2.1 莽山茶树种质资源生物学性状及其多样性

对 24 份资源进行了植物学性状鉴定,结果表明(表 3),树型多为小乔木(79.20%),树姿多为直立状(87.50%),主干较为明显;芽叶多为无茸毛(83.30%)或少茸毛(16.70%),芽叶色泽淡绿色(54.20%)或黄绿色(29.20%),叶色绿色(45.80%)或深绿色(41.70%),叶片锯齿密度中(54.20%)或稀(45.80%)、锐度中(54.20%),叶缘平(75.00%),叶面微隆起(50.00%),叶尖渐尖(70.80%),叶质中(54.20%);树高 180~620 cm,平均高度

为 326 cm。
莽山茶树种质资源性状分布频率及多样性见表 3,12 个性状的变异系数为 38.07%~77.90%,平均值为 58.70%。其中变异系数最小的是芽叶茸毛,变异系数最大的是叶齿深度,变异系数较大的有叶色(69.03%)、叶齿锐度(69.02%)、芽叶色泽(67.97%)、叶质(67.97%)和叶面(67.57%)等。12 个性状遗传多样性指数为 0.51~1.05,平均值为 0.81,最大的为叶齿深度,其次是叶齿锐度(1.00)、叶色(0.98)、芽叶色泽(0.98)、叶质(0.98)和叶面(0.97),最小的为树姿,说明树姿性状比较稳定。

表 3 24 份莽山茶资源性状分布频率及多样性

Table 3 Distribution frequency and diversity of 24 tea plant resources from Mangshan

性状 Character	性状描述 Character description	比例 (%) Proportion	变异系数 (%) CV	多样性指数 H'
树型 Plant type	灌木	12.50	46.43	0.68
	小乔木	79.20		
	乔木	8.30		
树姿 Growth habit	直立	87.50	48.15	0.51
	半开张	8.30		
	开展	4.20		
芽叶色泽 Young leaf color	玉白色	0	67.97	0.98
	黄绿色	29.20		
	淡绿色	54.20		
	绿色	16.70		
	紫绿色	0		
芽叶茸毛 Young leaf pubescence	无	83.30	38.07	0.51
	少	16.70		
	中	0		
	多	0		
	特多	0		
叶色 Leaf color	黄绿	0	69.03	0.98
	浅绿色	12.50		
	绿色	45.80		
	深绿色	41.70		
叶缘 Leaf margin undulation	平	75.00	55.00	0.70
	微波	20.80		
	波	4.20		
叶齿密度 Density of leaf serration	稀	45.80	50.90	0.72
	中	54.20		
	密	0		
叶齿深度 Depth of leaf serration	浅	41.70	77.90	1.05
	中	37.50		
	深	20.80		
叶齿锐度 Sharpness of leaf serration	锐	25.00	69.02	1.00
	中	54.20		
	钝	20.80		
叶面 Leaf upper surface	平	37.50	67.57	0.97
	微隆起	50.00		
	隆起	12.50		
叶尖 Leaf apex	急尖	29.20	46.43	0.64
	渐尖	70.80		
	钝尖	0		
	圆尖	0		
叶质 Leaf texture	柔软	16.70	67.97	0.98
	中	54.20		
	硬	29.20		
平均 Mean			58.70	0.81

CV: Coefficient of variation, the same as below

2.2 主要品质成分及遗传多样性分析

2.2.1 主要品质成分和多样性 对 27 份资源的 18 项品质成分及遗传多样性进行统计和分析(表 4), 莽山茶树种质资源品质成分变异系数为 4.86%(水浸出物)~71.32%(茶碱), 平均变异系数为 28.29%。在影响茶叶品质的 4 项常规成分中, 变异系数从大到小依次为咖啡碱(17.98%)>氨基酸(14.29%)>茶多酚(9.96%)>水浸出物(4.86%), 说明咖啡碱改良潜力较大, 水浸出物改良潜力最小。咖啡碱含量最高的是 MS000(5.45%), 其次为 MS042(5.25%)和 MS028(5.00%), 属高咖啡碱资源; 最低的是 MS031, 经连续 2 年检测均为 1.35%, 属低咖啡碱资源。氨基酸含量最高的是 MS042(4.28%), 最低的是 MS011(2.31%)。茶多酚最高的是 MS019(38.43%), 最低的是 MS000(25.55%)。水浸出物最高的是 MS042(47.51%), 最低的是 MS005(38.62%)。体现茶树种质资源适制性的指标酚氨比, 变异系数为 19.26%, MS011 的酚氨比 ≥ 15 , 为 15.17, 可能为适制红茶资源; 酚氨比在 8~15 之间的资源有 24 份, 可能为红绿茶兼制资源; 酚氨比 ≤ 8 的有 2 份, 可能为适制绿茶资源。

儿茶素的组成和含量的差异, 是反映茶树资源进化类型的重要指标之一^[13]。由表 4 可知, 27

份资源非酯型儿茶素含量的变异系数(25.97%)高于酯型儿茶素(12.45%), 儿茶素组分含量中变异系数最大的是 EGC 含量(49.51%), 其次是 EC 含量(35.25%)和 C 含量(33.81%), 儿茶素总量(9.50%)和 EGCG 含量(13.39%)的变异系数较小。EC 和 C 的含量平均值分别为 0.45% 和 0.48%, 两者之和为 0.93%, 占儿茶素总量的 6.56%。非酯型儿茶素占儿茶素总量的 15.67%, 其组成接近于茶变种^[14]。儿茶素品质指数 $[(EGCG+ECG) \times 100/EGC]$, 是体现茶类适制性的指标之一^[14], 其变异系数为 62.37%, 说明存在丰富的变异。EGC 含量和 EGC 占儿茶素总量比例是反映红茶品质的一个指标^[14], 莽山茶树资源的 EGC 含量平均为 0.68%, EGC 占儿茶素总量比例平均为 4.80%; 其中 MS001 和 GD2 的 EGC 含量分别为 1.24% 和 1.35%, EGC 占儿茶素总量比例分别为 9.51% 和 11.76%, 具有良好的红茶制茶品质特征。

27 份莽山茶树资源的品质成分平均多样性指数(H')为 1.86, 变化范围为 1.59~2.03。多样性指数最大的是 GC, 为 2.03, 说明 GC 含量在莽山茶树种质资源中多样性广泛, 包含的信息量较大; 其次为茶多酚和 EGCG, 分别为 2.00 和 1.99; 最小的是茶碱, 为 1.59。

表 4 主要品质成分的基本统计参数和遗传多样性指数
Table 4 Basic statistical parameters and genetic diversity indexes of main quality components

品质成分 Quality component	最大值 Max.	最小值 Min.	平均值 Mean	标准差 SD	变异系数(%) CV	多样性指数 H'
茶多酚(%) Tea polyphenols	38.43	25.55	32.40	3.23	9.96	2.00
氨基酸(%) Amino acids	4.28	2.31	3.17	0.45	14.29	1.92
酚氨比 Ratio of tea polyphenols to amino acids	15.17	6.91	10.44	2.01	19.26	1.96
咖啡碱(%) Caffeine	5.45	1.35	4.34	0.78	17.98	1.66
水浸出物(%) Water extract	47.51	38.62	42.21	2.05	4.86	1.80
没食子儿茶素(%) Gallo catechin	1.00	0.28	0.61	0.19	31.87	2.03
表没食子儿茶素(%) Epigallo catechin	1.35	0.18	0.68	0.34	49.51	1.88
儿茶素(%) Catechin	0.93	0.23	0.48	0.16	33.81	1.82
表儿茶素(%) Epicatechin	0.84	0.13	0.45	0.16	35.25	1.98
表没食子儿茶素没食子酸酯(%) Epigallo catechin gallate	8.04	4.51	6.69	0.90	13.39	1.99
没食子儿茶素没食子酸酯(%) Gallo catechin gallate	3.66	1.50	2.76	0.56	20.27	1.86
表儿茶素没食子酸酯(%) Epicatechin gallate	4.23	1.53	2.51	0.71	28.29	1.83
可可碱(%) Theobromine	0.85	0.12	0.32	0.16	48.90	1.71
茶碱(%) Theophylline	0.05	0	0.01	0.01	71.32	1.59
儿茶素总量(%) Total catechins	16.85	11.52	14.18	1.35	9.50	1.92
非酯型儿茶素(%) Non-ester catechins	3.18	1.20	2.22	0.58	25.97	2.00
酯型儿茶素(%) Ester catechins	14.71	8.33	11.96	1.49	12.45	1.94
儿茶素品质指数(%) Catechin quality index	48.83	4.57	18.21	11.36	62.37	1.65

SD: Standard deviation

2.2.2 主成分分析 将 27 份莽山茶树种质资源的品质成分进行主成分分析,将 18 项品质成分指标转化为 5 个主成分(表 5),前 5 个主成分累计贡献率达 84.36%,包含了所有性状的大部分信息,可用来综合评价 27 份材料。第 1 主成分贡献率达 39.61%,贡献最大的是酯型儿茶素,其次为茶多酚

和儿茶素品质指数;第 2 主成分贡献率为 18.79%,贡献最大的是 EC,其次为氨基酸和非酯型儿茶素;第 3 主成分贡献率为 11.11%,贡献最大的是 C,其次是可可碱和 ECG;第 4 主成分贡献率为 8.78%,贡献最大的是 GCG,其次是 ECG 和 C;第 5 主成分贡献率为 6.05%,贡献最大的是 GC,其次是 EGCG 和 EGC。

表 5 27 份莽山茶树种质资源主成分分析
Table 5 Principal component analysis of 27 tea resources from Mangshan

品质成分 Quality component	主成分 Principal component				
	1	2	3	4	5
茶多酚 Tea polyphenols	0.120	0.015	0.072	0.213	-0.062
氨基酸 Amino acids	-0.047	-0.215	0.158	0.225	0.188
酚氨比 Ratio of tea polyphenols to amino acids	0.102	0.167	-0.056	-0.063	-0.153
咖啡碱 Caffeine	0.107	-0.119	0.145	0.088	0.077
水浸出物 Water extract	-0.100	0.112	0.108	-0.235	0.098
没食子儿茶素 Gallocatechin	0.026	-0.039	0.043	-0.128	0.751
表没食子儿茶素 Epigallocatechin	-0.109	0.104	-0.013	0.211	0.234
儿茶素 Catechin	0.025	0.058	0.380	-0.288	-0.225
表儿茶素 Epicatechin	-0.022	0.221	0.175	0.115	0.071
表没食子儿茶素没食子酸酯 Epigallocatechin gallate	0.103	0.092	-0.198	0.086	0.244
没食子儿茶素没食子酸酯 Gallocatechin gallate	0.080	-0.013	0.032	-0.439	0.103
表儿茶素没食子酸酯 Epicatechin gallate	0.080	0.073	0.253	0.315	-0.119
可可碱 Theobromine	0.064	0.088	-0.271	-0.047	-0.018
茶碱 Theophylline	0.037	-0.153	0.182	-0.027	0.090
儿茶素总量 Total catechins	0.103	0.169	0.094	0.039	0.197
非酯型儿茶素 Non-ester catechins	-0.096	0.176	0.183	-0.005	0.129
酯型儿茶素 Ester catechins	0.130	0.085	0.014	0.038	0.128
儿茶素品质指数 Catechin quality index	0.113	-0.133	0.053	-0.085	-0.031
初始特征值 Initial eigenvalue	7.13	3.38	2.00	1.58	1.09
贡献率(%)Contribution	39.61	18.79	11.11	8.78	6.05
累计贡献率(%)Cumulative contribution	39.61	58.40	69.52	78.31	84.36

2.2.3 聚类分析 对 27 份莽山茶树种质资源的 18 个品质成分数据进行聚类分析(图 1),当平方欧氏距离为 10 时,可以将 27 份莽山茶资源聚为 5 个类群。第 I 类群包含 15 份资源,并分为了 2 个亚群,MS017、MS030、MS005、MS027、MS007、MS032 和 MS033 聚为 1 个亚群,MS021、MS023、MS022、MS028、MS029、MS016、MS004 和 MS024 聚为 1 个亚群。第 II 类群包括 5 份资源:MS011、MS025、MS018、MS019 和 MS010。第 III 类群包括 5 份资源:MS026、MS031、MS000、MS001、GD2。GD1 和 MS042 分别单独为第 IV 类群和第 V 类群,与其他

3 个类群遗传距离较远,其中 MS042 与其他资源遗传距离最远。由表 6 可知,第 I、II、III 类群中,除咖啡碱、茶碱、可可碱和 EC 的含量不存在显著差异外,其他品质成分均有显著差异。第 I 类群资源咖啡碱含量较高,酚氨比 10.41,属红绿兼制资源。第 II 类群的茶多酚、儿茶素总量、EGCG、ECG 和酯型儿茶素总量均最高,酚氨比最高,达 13.11,也为红绿茶兼制资源。第 III 类群中氨基酸含量、GC、EGC、EC 和非酯型儿茶素含量最高,酯型儿茶素含量最低,酚氨比平均值 8.65,属适制绿茶资源。

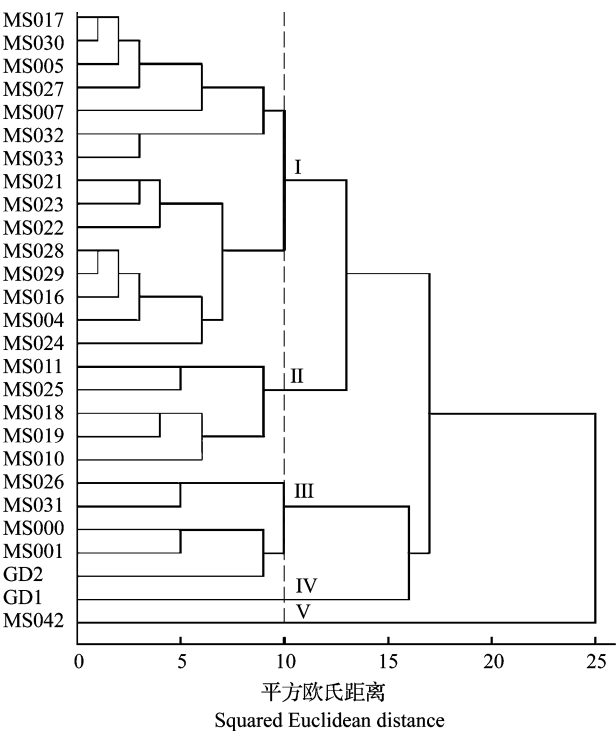


图 1 27 份莽山茶树品质成分聚类分析图
Fig. 1 Cluster analysis of 27 tea plant resources from Mangshan based on quality components

2.3 特异优良种质资源筛选

由表 7 可知,从本研究材料中筛选出 27 份高茶多酚特异资源,MS031 咖啡碱含量连续 2 年测定均为 1.35%,为低咖啡碱资源;筛选出 3 份高咖啡碱资源;筛选出 1 份高氨基酸资源;还发现 2 份水浸出物含量 >45.0% 和 15 份酯型儿茶素 >12.00% 的其他特殊资源。MS042 作为高茶多酚、高咖啡碱的特异资源,同时还具有高氨基酸的优良品质和高水浸出物、高酯型儿茶素的特殊品质。

3 讨论

本研究发现,莽山茶树种质资源树型多为小乔木,树姿多为直立状,高度为 180~620 cm,芽叶 83.30% 为无茸毛、16.70% 为少茸毛,与张贻礼等^[3] 1979 年的调查结果存在较大差异。张贻礼等^[3]研究表明,莽山茶树种质资源多表现为多茸毛的特征。郭元超^[15]认为茶树芽叶茸毛反映茶树的进化程度,乔木型大叶茶树茸毛短而稀,灌木型中小叶种茶树茸毛多而密,36 个野生乔木茶树群有 97.22% 无茸毛或少茸毛,78 个人工栽培灌木茶树群有 78.20%

表 6 5 个类群的主要品质成分比较
Table 6 Comparison of main quality components of 5 groups

主要品质成分 Main quality component	第 I 类群 Group I		第 II 类群 Group II		第 III 类群 Group III		第 IV 类群 Group IV	第 V 类群 Group V
	平均值 ±	变异	平均值 ±	变异	平均值 ±	变异		
	标准差	系数	标准差	系数	标准差	系数		
	$\bar{X} \pm SD$	CV	$\bar{X} \pm SD$	CV	$\bar{X} \pm SD$	CV		
茶多酚 (%) Tea polyphenols	32.13 ± 2.3b	7.15	36.43 ± 1.35a	3.71	28.5 ± 2.53c	8.87	33.61	34.5
氨基酸 (%) Amino acids	3.12 ± 0.32a	10.22	2.83 ± 0.43b	15.19	3.34 ± 0.43a	13.01	4.28	3.83
酚氨比 Ratio of tea polyphenols to amino acids	10.41 ± 1.27b	12.23	13.11 ± 1.93a	14.74	8.65 ± 1.3c	15.09	7.85	9.02
咖啡碱 (%) Caffeine	4.46 ± 0.33a	7.35	4.3 ± 0.62a	14.37	3.76 ± 1.57a	41.77	5.25	4.81
水浸出物 (%) Water extract	41.98 ± 1.35b	3.22	44.25 ± 0.71a	1.61	39.84 ± 0.96c	2.41	47.51	41.92
没食子儿茶素 (%) Gallocatechin	0.62 ± 0.2a	32.51	0.47 ± 0.03b	6.94	0.78 ± 0.14a	17.65	0.37	0.48
表没食子儿茶素 (%) Epigallocatechin	0.64 ± 0.22b	33.92	0.35 ± 0.08c	22.90	1.11 ± 0.18a	16.53	0.18	1.30
儿茶素 (%) Catechin	0.49 ± 0.18a	36.64	0.59 ± 0.11a	18.61	0.35 ± 0.08b	23.58	0.51	0.38
表儿茶素 (%) Epicatechin	0.44 ± 0.15a	33.90	0.45 ± 0.17a	37.05	0.46 ± 0.12a	26.32	0.28	0.84

表 6(续)

主要品质成分 Main quality component	第 I 类群 Group I		第 II 类群 Group II		第 III 类群 Group III		第 IV 类群 Group IV	第 V 类群 Group V
	平均值 ±	变异	平均值 ±	变异	平均值 ±	变异		
	标准差	系数	标准差	系数	标准差	系数		
	$\bar{X} \pm SD$	CV	$\bar{X} \pm SD$	CV	$\bar{X} \pm SD$	CV		
表没食子儿茶素没食子酸酯(%) Epigallocatechin gallate	6.81 ± 0.85a	12.48	7.4 ± 0.49a	6.69	5.76 ± 0.77c	13.29	6.10	6.54
没食子儿茶素没食子酸酯(%) Gallocatechin gallate	2.76 ± 0.44b	16.04	3.25 ± 0.38a	11.85	2.31 ± 0.23c	9.76	3.65	1.50
表儿茶素没食子酸酯(%) Epicatechin gallate	2.34 ± 0.42b	18.10	3.26 ± 0.73a	22.34	1.95 ± 0.62b	31.86	2.69	3.98
可可碱(%) Theobromine	0.33 ± 0.12a	35.49	0.42 ± 0.25a	59.61	0.25 ± 0.16a	61.68	0.17	0.20
茶碱(%) Theophylline	0.02 ± 0.01a	53.22	0.01 ± 0.00a	35.93	0.01 ± 0.01a	84.74	0.05	0.01
儿茶素总量(%) Total catechins	14.1 ± 1.16b	8.20	15.77 ± 0.68a	4.34	12.73 ± 0.8c	6.27	13.79	15.03
非酯型儿茶素(%) Non-ester catechins	2.19 ± 0.58a	26.70	1.86 ± 0.27b	14.47	2.70 ± 0.30a	11.13	1.34	3.01
非酯型儿茶素比例(%) Non-ester catechin ratio	15.53 ± 0.04b	24.24	11.79 ± 0.01c	12.13	21.21 ± 0.04a	16.77	9.72	20.02
酯型儿茶素(%) Ester catechins	11.91 ± 1.02b	8.54	13.91 ± 0.54a	3.87	10.03 ± 1.01c	10.07	12.44	12.02
酯型儿茶素比例(%) Ester catechin ratio	84.47 ± 0.04a	4.43	88.21 ± 0.01a	1.62	78.79 ± 0.04c	4.56	90.28	79.98
儿茶素品质指数(%) Catechin quality index	16.05 ± 5.87b	36.55	31.63 ± 7.75a	24.50	7.16 ± 1.68c	23.49	48.83	80.83

不同小写字母代表显著性(0.05)分析;第IV类群、第V类群数据为对应的主要品质成分值
Different lowercase letters indicate the significance (0.05) analysis, Class IV and class V data are the corresponding main quality component values

表 7 品质成分含量特异、优良的资源及其他特殊资源
Table 7 Germplasms with rare and top quality components and other special germplasms

资源类型 Germplasm type	性状 Property	资源名称 Germplasm name
特异种质资源 Rare germplasms	茶多酚总量 ≥ 25.0%	MS000、MS001、MS004、MS005、MS007、MS010、MS011、MS016、MS017、MS018、MS019、MS021、MS022、MS023、MS024、MS025、MS026、MS027、MS028、MS029、MS030、MS031、MS032、MS033、GD1、GD2、MS042
	咖啡碱 ≤ 1.5%	MS031
	咖啡碱 ≥ 5.0%	MS000、MS042、MS028
优良种质资源 Top germplasms	氨基酸总量 ≥ 4.0%	MS042
其他 ^[12] Other special germplasms ^[12]	水浸出物 >45.0%	MS042、MS019
	酯型儿茶素 >120.0 mg/g	MS004、MS005、MS007、MS010、MS017、MS018、MS018、MS019、MS021、MS022、MS025、MS027、MS030、GD1、MS042

为中等茸毛或多茸毛。本研究的茶树资源与 1979 年调查区域不同,可能是不同进化程度的 2 个种群,本研究的资源可能较 1979 年调查的资源更原始,这可能是 2 次调查的样本在芽叶茸毛形态特征上存在差异的主要原因。

品质成分分析结果表明,莽山茶树资源品质成分具有丰富多样性,儿茶素组分及儿茶素品质指数的平均变异系数为 30.24%,介于 53 份贵州野生茶树资源 (37.10%)^[16]和 98 份广西地方资源 (25.80%)^[17]之间。已有研究表明,儿茶素的含量和组成的差异对茶树资源进化类型研究具有参考意义,EC 和 C 的含量高、EC 和 C 占总儿茶素的比例和非酯型儿茶素比例大,呈现为较原始的类型^[13-14],本研究中的第 IV 类群 (GD1) 较其他 4 个类群呈现更原始的进化类型,但这 5 类总体上都为茶变种^[14]。GD1 和 MS042 来源于莽山南麓广东境内,其他类群主要来源于莽山北麓,这可能跟莽山茶与汝城白毛茶、城步桐茶、江华苦茶作为云南巴达大树茶和浙江龙井群体的中间类型^[3],以及湖南茶树资源从湘南往湘北进化有关^[18]。参考苦茶^[14]、茶变种^[14]、阿萨姆茶^[14]、城步桐茶^[12]、汝城白毛茶^[19-20]、连南茶^[21]、福鼎大白茶^[22]和莽山野生茶^[4]品质成分组成并进行聚类分析,本研究的 27 份莽山茶树资源与另 1 个莽山野生茶群体^[4]和其他资源亲缘关系较远;MS032、MS033、GD2 与茶变种有较近的遗传距离。

莽山茶树资源氨基酸含量为 2.31%~4.28%,茶多酚含量为 25.55%~38.43%,水浸出物含量为 38.62%~47.51%,与城步桐茶^[23]、广西大瑶山茶^[24]、云南景洪古茶树^[25]相当。本研究中莽山茶树资源咖啡碱含量为 1.35%~5.45%,变异系数为 17.98%,改良潜力较大。莽山地处南岭山脉北麓,在南岭山脉发现了丰富的低咖啡碱资源^[4,21],可加强莽山地区低咖啡碱资源的挖掘。MS031 咖啡碱含量连续 2 年检测均为 1.35%,可作为低咖啡碱资源挖掘利用。MS042 氨基酸含量为 4.28%,其酚氨比为 7.85,可列入优质绿茶资源^[26]。EGC 含量高和 EGC 占儿茶素总量比例高,是具有良好的红茶适制性和制茶品质的参考指标^[14],MS001 和 GD2 的 EGC 含量分别为 1.24% 和 1.35%,EGC 占儿茶素总量比例分别为 9.51% 和 11.76%,因此可作为优质红茶资源进一步挖掘。

湖南处于茶树由西南往东传播的过渡地带,莽山所处的南岭山脉是山茶植物自然集中分布区^[18],

地形构造和气候条件复杂^[3],存在丰富的茶树资源和变异类型。本研究只调查了 33 份茶树资源,且只从生物学性状和品质成分进行研究,需要通过基因组测序等方法,从分子水平进一步对莽山茶树的资源类型和遗传演化类型进行印证,为茶树种质资源的遗传演化提供参考。同时,需要对莽山茶资源进行保护和深入挖掘,对优良资源进行扩繁和感官品质鉴定,选育特色茶树新品种,促进茶叶产业发展。

参考文献

- [1] 蒋会兵,田易萍,陈林波,梁名志. 云南茶树地方品种农艺性状与品质性状遗传多样性分析. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 634-640
Jiang H B, Tian Y P, Chen L B, Liang M Z. Diversity of tea landraces based on agronomic and quality traits in Yunnan province. Journal of Plant Genetic Resources, 2013, 14(4): 634-640
- [2] 谢辉. 莽山志. 宜章: 湖南省郴州市莽山国有林业管理局, 2004: 23-28
Xie H. Mangshan records. Yizhang: Mangshan State-owned Forestry Administration of Chenzhou city, Hunan province, 2004: 23-28
- [3] 张贻礼,刘湘鸣,尚本清. 莽山野生茶树资源调查报告. 茶叶通讯, 1980, 7(1): 43-45, 47
Zhang Y L, Liu X M, Shang B Q. Investigation report on wild tea resources in Mangshan mountain. Tea Communication, 1980, 7(1): 43-45, 47
- [4] 王铭涵,田双红,郭嘉凤,张晨禹,谢念祠,谭振华,沈程文. 莽山茶区 13 个野生茶树单株理化品质分析. 中国农学通报, 2019, 35(4): 46-53
Wang M H, Tian S H, Guo J F, Zhang C Y, Xie N C, Tan Z H, Shen C W. 13 wild tea plant in Mangshan tea area: physical and chemical quality analysis. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2019, 35(4): 46-53
- [5] 李赛君. 湖南地方特色茶树种质资源. 北京: 中国农业出版社, 2019: 1
Li S J. Local germplasm resource of Hunan. Beijing: China Agriculture Press, 2019: 1
- [6] 陈亮,杨亚军,虞富莲. 茶树种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社. 2005
Chen L, Yang Y J, Yu F L. Description and data standard of tea germplasm resources. Beijing: China Agricultural Press. 2005
- [7] 陈亮,姚明哲,王新超,马春雷,金基强,杨亚军,江用文,熊兴平,王平盛. NY/T 2031—2011 农作物优异种质资源评价规范 茶树. 北京: 中华人民共和国农业农村部, 2011
Chen L, Yao M Z, Wang X C, Ma C L, Jin J Q, Yang Y J, Jiang Y W, Xiong X P, Wang P S. NY/T 2031—2011 evaluation specifications of excellent crop germplasm resources for tea plant. Beijing: Ministry of Agriculture of the People's Republic of China, 2011
- [8] 周卫龙,徐建峰,黄伙水,刘相真,陆小磊,林锻炼,王启灿. GB/T 8313—2018 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法. 北京: 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员

- 会, 2018
- Zhou W L, Xu J F, Huang H S, Liu X Z, Lu X L, Lin D L, Wang Q C. GB/T 8313—2018 Determination of tea polyphenols and catechins in tea. Beijing: State Administration of market supervision and administration, China National Standardization Administration, 2018
- [9] 徐建峰, 周卫龙, 陆小磊, 王瑾, 沙海涛. GB/T 8314—2013 茶游离氨基酸总量测定. 北京: 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会, 2013
- Xu J F, Zhou W L, Lu X L, Wang J, Sha H T. GB/T 8314—2013 determination of total free amino acids in tea. Beijing: State Administration of market supervision and administration, China National Standardization Administration, 2013
- [10] 周卫龙, 徐建峰, 陆小磊, 王瑾, 沙海涛. GB/T 8305—2013 茶水浸出物测定. 北京: 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会, 2013
- Zhou W L, Xu J F, Lu X L, Wang J, Sha H T. GB/T 8305—2013 Determination of water extract in tea. Beijing: State Administration of market supervision and administration, China National Standardization Administration, 2013
- [11] 陈宇宏, 黄飞毅, 雷雨, 段继华, 丁玎, 康彦凯, 罗意, 刘盼盼, 李赛君, 龚自明. 黄金茶群体等 5 个品种 (系) 制茶品质研究. 茶叶科学, 2019, 39 (3): 309-317
- Chen Y H, Huang F Y, Lei Y, Duan J H, Ding D, Kang Y K, Luo Y, Liu P P, Li S J, Gong Z M. Study on the quality of five Huangjinchai related cultivars. Journal of Tea Science, 2019, 39 (3): 309-317
- [12] 宁静, 刘振, 杨拥军, 杨阳, 沈程文, 张曙光, 肖敦旺, 马良元. 城步桐茶资源主要生化成分遗传多样性分析. 茶叶通讯, 2019, 46 (3): 269-275
- Ning J, Liu Z, Yang Y J, Yang Y, Shen C W, Zhang S G, Xiao D W, Ma L Y. Genetic diversity analysis for main biochemical components of Chengbu Dong tea germplasm resources. Tea Communication, 2019, 46 (3): 269-275
- [13] 宛晓春. 茶叶生物化学. 3 版. 北京: 中国农业出版社. 2003: 108-109
- Wan X C. Biochemistry of tea. 3th edn. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 108-109
- [14] 王新超, 姚明哲, 马春雷, 陈亮. 我国苦茶资源主要生化成分的鉴定评价. 中国农学通报, 2008, 24 (6): 65-69
- Wang X C, Yao M Z, Ma C L, Chen L. Analysis and evaluation of biochemical components in bitter tea plant germplasms. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24 (6): 65-69
- [15] 郭元超. 茶树茸毛的形态特征与演化特点. 茶叶科学技术, 1993, 34 (3): 1-4
- Guo Y C. Morphological and evolutionary characteristics of tea fuzz. Tea Science and Technology, 1993, 34 (3): 1-4
- [16] 刘声传, 段学艺, 赵华富, 魏杰, 郭燕, 鄢东海. 贵州野生茶树种质资源生化多样性分析. 植物遗传资源学报, 2014, 15 (6): 1255-1261
- Liu S C, Duan X Y, Zhao H F, Wei J, Guo Y, Yan D H. Biochemical diversity analysis of wild tea germplasms in Guizhou. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15 (6): 1255-1261
- [17] 王新超, 陈亮, 杨亚军. 广西茶树资源生化成分多样性分析. 植物遗传资源学报, 2010, 11 (3): 309-314, 319
- Wang X C, Chen L, Yang Y J. Biochemical diversity analysis of tea germplasms in Guangxi. Journal of Plant Genetic Resources, 2010, 11 (3): 309-314, 319
- [18] 陈兴琰, 唐明德. 湖南主要茶树群体种质资源研究 (上). 茶叶通讯, 1989, 16 (1): 34-39
- Chen X Y, Tang M D. Study on germplasm resources of main tea populations in Hunan (I). Tea Communication, 1989, 16 (1): 34-39
- [19] 王汉超, 刘彤, 陈涛林, 戴斯佳, 冉立群, 罗军武. 汝城白毛茶春季芽叶主要生化成分分析. 茶叶通讯, 2015, 42 (1): 31-33
- Wang H C, Liu T, Chen T L, Dai S J, Ran L Q, Luo J W. Analysis of biochemical components in spring leaves of *Camellia sinensis* var. *Assamica* cv. *Rucheng Baimao*. Tea Communication, 2015, 42 (1): 31-33
- [20] 粟本文, 黄怀生, 钟兴刚, 黎娜. 汝城白毛茶白茶品质特征分析. 茶叶通讯, 2018, 45 (3): 24-29
- Su B W, Huang H S, Zhong X G, Li N. Analysis on the quality characteristics of Rucheng Baimaocha white tea. Tea Communication, 2018, 45 (3): 24-29
- [21] 莫岚, 李华锋, 滕杰, 于城勇, 晏嫦好, 黄亚辉. 连南茶树资源的生化成分多样性分析. 南方农业学报, 2017, 48 (8): 1351-1357
- Mo L, Li H F, Teng J, Yu C Y, Yan C Y, Huang Y H. Diversity of biochemical components for tea germplasm resources in Liannan. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48 (8): 1351-1357
- [22] 黄亮, 唐茜, 李慧, 王馨语. 高氨基酸茶树新品种川茶 2 号主要生化成分及绿茶适制性研究. 西南农业学报, 2017, 30 (3): 559-564
- Huang L, Tang Q, Li H, Wang X Y. Study on biochemical characteristic and green tea suitability for high amino acid chuancha 2. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2017, 30 (3): 559-564
- [23] 刘振, 李赛君, 成杨, 黄飞毅, 杨培迪, 赵洋, 肖敦旺, 王谢龙, 杨阳. 城步县茶树种质资源调查初报. 茶叶通讯, 2018, 45 (1): 24-28
- Liu Z, Li S J, Cheng Y, Huang F Y, Yang P D, Zhao Y, Xiao D W, Wang X L, Yang Y. Investigation report on tea germplasm resources in Chengbu county. Tea Communication, 2018, 45 (1): 24-28
- [24] 蒋陈凯, 赵文芳, 黄亚辉, 曾贞, 吴春兰, 赖幸菲, 袁思思. 大瑶山野生茶树的生化特性研究. 茶叶学报, 2017, 58 (1): 8-12
- Jiang C K, Zhao W F, Huang Y H, Zeng Z, Wu C L, Lai X F, Yuan S S. Biochemicals in leaves of wild tea plants in Mt. Dayao. Acta Tea Sinica, 2017, 58 (1): 8-12
- [25] 杨毅坚, 尚卫琼, 李友勇, 杨盛美, 杨兴荣, 段志芬, 罗梓文, 孙雪梅, 刘本英. 云南景洪市普洱茶古树茶茶叶生化指标分析与特异资源筛选. 西北农业学报, 2017, 26 (3): 448-454
- Yang Y J, Shang W Q, Li Y Y, Yang S M, Yang X R, Duan Z F, Luo Z W, Sun X M, Liu B Y. Biochemical index analysis and screening of special tea plant germplasms from ancient Puer Tea plant in Jinghong of Yunnan. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2017, 26 (3): 448-454
- [26] 张文锦, 郭专. 乌龙茶鲜叶酚氨比与品质的关系及其调控. 茶叶科学技术, 1993, 34 (4): 13-16, 14
- Zhang W J, Guo Z. Relationship between phenol ammonia ratio and quality of Oolong tea and its regulation. Tea Science and Technology, 1993, 34 (4): 13-14, 16