

王梦荷,杨彬,田茂荣,等.南京市栖霞山野生茶树种质资源调查与品质性状遗传多样性分析[J].江苏农业科学,2022,50(1):126-132.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.01.023

# 南京市栖霞山野生茶树种质资源调查 与品质性状遗传多样性分析

王梦荷,杨彬,田茂荣,刘乐峰,尚小文,张柯鑫,雷小刚,吕程佳,李芳,马媛春,朱旭君,房婉萍  
(南京农业大学茶叶科学研究所,江苏南京 210095)

**摘要:**对 105 份南京市栖霞山野生茶树资源的表型性状进行调查,对主要生化成分以及土壤基本养分状况进行调查,旨在挖掘南京市栖霞山优质野生茶树种质资源,为江苏省茶树新品种选育和优化改良提供基础。结果表明,南京市栖霞山野生茶树农艺性状存在丰富的遗传变异性,农艺性状的平均变异系数为 14.18%~27.79%,多样性指数为 0.27~0.56,其中间云亭、茶谷区域的野生茶树农艺性状多样性指数和变异系数较高。通过土壤成分分析,发现除茶谷区域外,其他区域土壤 pH 值 >7,栖霞山土壤中有效磷含量偏低。栖霞山野生茶树叶片农艺性状和茶树新梢主要品质成分差异显著,显示了丰富的遗传多样性,具有较大的开发利用价值。茶树新梢游离氨基酸、茶多酚等含量均偏低,可能与栖霞山野生茶树长期缺乏系统性管理有关。

**关键词:**南京市栖霞山;野生茶树种质资源;生化成分分析;遗传多样性

**中图分类号:** S571.102.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)01-0126-07

我国有着丰富的茶树种质资源。野生茶树种质资源是选育茶树新品种的资源宝库,它作为茶叶生产和研究中的重要基础资料,对选育新品种、改良茶叶品质、增产增效起着关键性作用。南京有着悠久的植茶、产茶历史。近年来,南京市茶产业蓬勃发展,由于市场需要,其产制范围已经扩大到南

京的栖霞、浦口、江宁、江浦、六合等地<sup>[1]</sup>。随着改良品种的大面积推广,地方品种和低效的育种技术无法适应新的生产要求,育成新品种的遗传基础越发匮乏,当地优质茶树品种资源的不足也成为限制江苏茶产业发展的制约因素之一<sup>[2]</sup>。

南京市栖霞山地处 118.98°E、32.15°N,属于北亚热带湿润气候带和季风环流的海洋性气候区。年平均日照 1 628.8 h,平均气温 19.6 °C,年平均降水量 1 530.1 mm,四季分明,日照充足,水资源充沛,土层深厚,透水性好<sup>[3]</sup>。栖霞山当地野生的中古老植物资源非常丰富,共有植物 600 余种,其中野生植物 500 余种<sup>[4]</sup>,同时栖霞山也具有非常丰富的野生茶树种质资源,但未进行过系统性的调查、保护与开发利用。

收稿日期:2021-04-11

基金项目:国家自然科学基金(编号:31972460);国家现代农业产业技术体系项目(编号:CARS-19);江苏省重点研发计划(编号:2019379);江苏省林业科技创新与推广项目(编号:LYKJ-常州[2020]03)。

作者简介:王梦荷(1997—),女,山东青岛人,硕士研究生,主要从事茶树生理学研究。E-mail:2020804147@stu.njau.edu.cn。

通信作者:房婉萍,博士,教授,博士生导师,主要从事优质高抗茶树品种改良。E-mail:fangwp@njau.edu.cn。

[12]刘跃进,蒋胜铎,肖世明,等.绿色植物生长调节剂(GGR)在烤烟栽培上的试验初报[J].湖南林业科学,2003,30(2):26-27,29.

[13]刘峰峰,符云鹏,宋玉川,等.植物生长调节剂 GGR 对香料烟根系发育及活力的影响[J].中国烟草科学,2010,31(3):49-53.

[14]刘德好,李涛,沈国辉,等.基于根系形态早期预警吡啶磺隆对水稻药害的研究[J].上海农业学报,2014,30(3):16-19.

[15]孔清华,李光永,王永红,等.不同施肥条件和滴灌方式对青椒生长的影响[J].农业工程学报,2010,26(7):21-25.

[16]宋曰钦,翟明普,贾黎明,等.不同年龄三倍体毛白杨纸浆林生长期间细根变化规律[J].生态学报,2010,29(9):1696-1702.

[17]顾东祥,汤亮,徐其军,等.水氮处理下不同品种水稻根系生长分布特征[J].植物生态学报,2011,35(5):558-566.

[18]刘鹏,Yang Y S,徐根娣,等.铝胁迫对大豆幼苗根系形态和生理特性的影响[J].中国油料作物学报,2004,26(4):49-54.

[19]栗岩峰,李久生,饶敏杰.滴灌施肥时水肥顺序对番茄根系分布和产量的影响[J].农业工程学报,2006,22(7):205-207.

本研究对南京市栖霞山优质野生茶树种质资源分布、面积、农艺性状、主要品质成分及土壤养分状况进行调查分析,为江苏省茶树种质资源的保护、改良、开发利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品采集

本研究对南京市栖霞山野生茶树种质资源进行调查分析,将所调查区域分为香君墓、问云亭、茶谷、了凡问道、乾隆行宫、千佛岩、栖霞寺 7 个区域(图 1)。试验对每个区域野生茶树的表型性状及新梢品质成分等进行测定分析;并调查采样点土壤养

分基本状况。

试验于 2020 年 9 月从栖霞山每个区域采集茶叶(一芽二叶)和土壤(0~20 cm)样品,用 GPS 记录下采样点的经纬度等信息。茶叶样品采摘后置于信封中,带回实验室后立即用微波炉(220 V, 50 Hz, 0.7 kW)进行杀青处理。然后置于 80 ℃ 的烘箱中直至干燥。将茶叶样品研磨成细粉,通过 40 目(0.425 mm)筛。筛分的茶粉置于自封袋中保存;土壤样品带回实验室后摊放在洁净的牛皮纸上自然风干,捡去石块、植物残枝等异物,用四分法取 100 g 左右的样品置于磨样机,并通过 100 目(0.15 mm)的筛子,置于自封袋中保存。

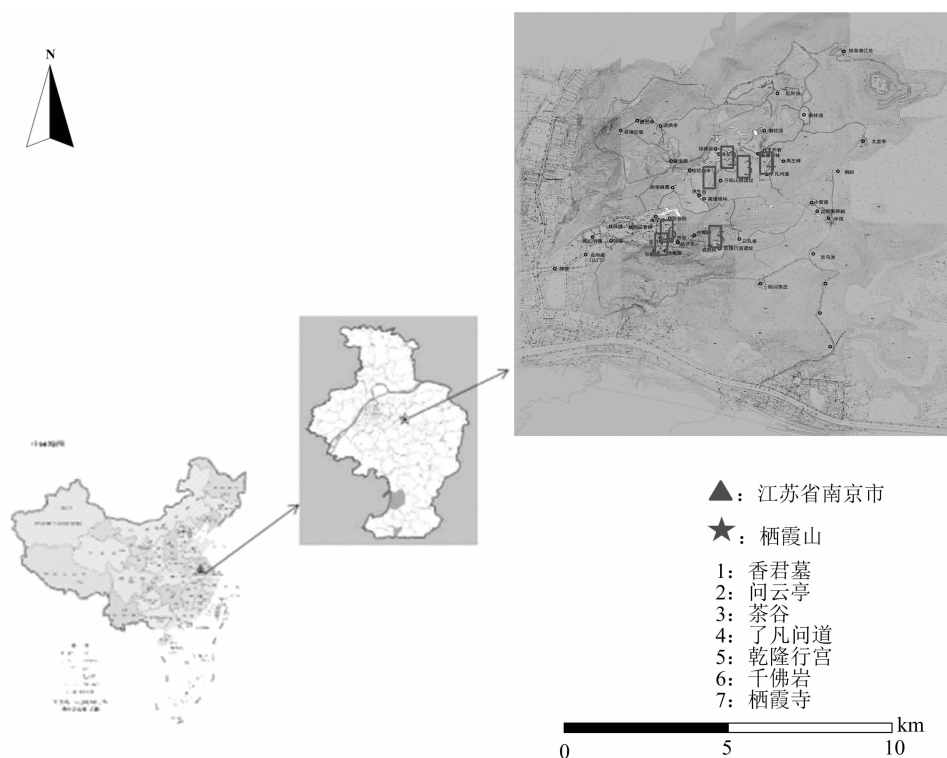


图1 栖霞山茶树资源区域分布

### 1.2 试验方法

1.2.1 茶树农艺性状评价方法 根据 NY/T 2031—2011《农作物优异种质资源评价规范 茶树》和《茶树种质资源描述规范和数据标准》<sup>[5]</sup> 选择主要的 16 个表型性状进行调查和测定。对栖霞山 7 个区域的野生茶树进行采样,每个区域取 15 张成熟叶片进行观察和测量,结果取平均值。本试验所调查的表型性状及具体描述分级如表 1 所示。

1.2.2 茶叶生化成分测定 茶叶水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》;游离氨基酸含量测定参照 GB/T 8314—2013《茶 游

离氨基酸总量的测定》;茶多酚含量测定参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》;咖啡碱、儿茶素含量测定参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》;黄酮、茶多糖含量测定采用比色法<sup>[6]</sup>。

1.2.3 土壤成分测定 pH 值、EC 值采用电位法测定;全氮含量采用凯氏定氮法测定;铵态氮含量采用 50 mL 2 mol/L 的 KCl 溶液浸提法(水土体积比 5:1)测定;有效磷含量参照 HJ 704—2014《碳酸氢钠浸提—钼锑抗分光光度法》测定;速效钾含量参照 NY/T 2420—2013《植株全钾含量测定 火焰光

表 1 茶树性状描述

性状	性状描述分级				
	0 级	1 级	2 级	3 级	4 级
树型		灌木	小乔木	乔木	
树姿		直立	半开张	开张	
芽叶色泽		绿色	黄绿色	紫绿色	淡紫色
芽叶茸毛	无	少	中	多	特多
叶色		黄绿	浅绿色	绿色	深绿色
叶缘		平	微波	波	
叶齿密度		稀	中	密	
叶齿深度		浅	中	深	
叶形		近圆形	椭圆形	长椭圆形	披针形
叶面		平	微隆	隆起	
叶尖		钝尖	急尖	渐尖	
叶质		柔软	中	硬	
叶厚		薄	中	厚	
叶片大小		小叶	中叶	大叶	特大叶
叶片光泽度		暗	中	强	
叶身		内折	平	稍背卷	

度计法》测定;有机质含量采用元素分析仪测定<sup>[7]</sup>。

1.3 数据处理与分析

南京市栖霞山野生茶树种质资源性状分布频率及多样性均采用 Excel 2021 软件分析,内含物质及土壤数据显著性分析和聚类分析采用 SPSS 22.0 统计软件。

2 结果与分析

2.1 农艺性状分析

由表 2 可知,了凡问道、乾隆行宫区域内分布的野生茶树以灌木型为主,其他区域为小乔木树型;树姿均为开张型和半开张型;问云亭区域野生茶树叶缘平,茶谷、了凡问道、千佛岩区域野生茶树叶缘微波,香君墓、乾隆行宫、栖霞寺区域野生茶树叶缘波;千佛岩区域内分布的野生茶树叶形为椭圆形,其他区域野生茶树叶型均为长椭圆形;香君墓、问云亭、茶谷三大区域的野生茶树为小叶种,了凡问道、乾隆行宫、千佛岩、栖霞寺区域分布的野生茶树为中叶种。不同品种茶树新梢在芽叶色泽、芽叶茸毛、叶色、叶齿密度、叶厚、叶片光泽度、叶身性状特征上无明显差别。

由表 3 可知,栖霞山 7 个区域野生茶树农艺性状的平均变异系数均大于 10%,范围在 10.55% ~ 27.79%。

表 2 南京市栖霞山野生茶树性状描述

性状	性状描述分级						
	香君墓	问云亭	茶谷	了凡问道	乾隆行宫	千佛岩	栖霞寺
树型	2	2	2	1	1	2	2
树姿	2	2	2	2	2	3	3
芽叶色泽	1	1	1	1	1	1	1
芽叶茸毛	0	0	0	0	0	0	0
叶色	3	3	3	3	3	3	3
叶缘	3	1	2	2	3	2	3
叶齿密度	2	2	2	2	2	2	2
叶齿深度	2	1	2	1	2	2	1
叶形	3	3	3	3	3	2	3
叶面	1	1	2	1	1	1	1
叶尖	2	2	2	3	3	2	2
叶质	2	1	1	2	2	2	2
叶厚	1	1	1	1	1	1	1
叶片大小	1	1	1	2	2	2	2
叶片光泽度	2	2	2	2	2	2	2
叶身	2	2	2	2	2	2	2

从表 4 可见,栖霞山野生茶树种质资源农艺性状的多样性指数( $H'$ )数值的变化范围在 0.27 ~ 0.56 之间。其中问云亭区域野生茶树农艺性状多样性指数最高,乾隆行宫区域野生茶树多样性最低。

2.2 茶树新梢品质成分分析

2.2.1 成分和多样性分析 由表 5 可知,栖霞山野生茶树黄酮含量均值范围为 2.26% ~ 3.26%;茶多酚含量均值范围为 14.74% ~ 19.07%;游离氨基酸含量均值范围为 1.97% ~ 2.64%;咖啡碱含量均值范围为 2.15% ~ 3.19%;茶多糖含量均值范围为 2.69% ~ 3.92%;水浸出物含量均值范围为 18.99% ~ 30.98%。对栖霞山野生茶树资源进行儿茶素组分分析发现,栖霞山野生茶树新梢儿茶素总量在 10.50% ~ 12.07% 之间,不同儿茶素组分含量在不同区域中存在差异。其中,千佛岩、香君墓区域野生茶树新梢儿茶素总量要显著高于其他 6 个区域。

栖霞山野生茶树 14 个品质成分变异系数值域在 4.28% ~ 35.23% 之间。EC 含量的变异系数高达 35.23%,遗传多样性丰富,对资源的进一步选择潜力较大。14 个品质成分的遗传多样性指数( $H'$ )数值的变化范围在 0.80 ~ 1.75。黄酮含量、儿茶素总量和 EGC 的多样性指数最高,均为 1.75,最小值表现在茶多糖总量上,数值为 0.80。结果进一步证

表 3 南京市栖霞山野生茶树变异系数

性状	变异系数 CV( % )						
	香君墓	问云亭	茶谷	了凡问道	乾隆行宫	千佛岩	栖霞寺
树型	36.60	23.00	21.55	36.60	0.00	27.35	29.28
树姿	27.66	39.53	38.93	27.66	33.68	26.02	25.26
芽叶色泽	0.00	45.56	43.40	0.00	0.00	0.00	0.00
芽叶茸毛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
叶色	0.00	20.24	11.79	0.00	0.00	9.13	0.00
叶缘	20.94	31.05	24.29	20.94	0.00	12.90	14.79
叶齿密度	25.48	46.05	24.29	25.48	16.49	24.94	20.94
叶齿深度	36.14	35.21	29.91	36.14	29.28	27.35	36.60
叶形	17.52	21.72	11.52	17.52	0.00	19.23	0.00
叶面	31.05	35.21	52.73	31.05	0.00	0.00	0.00
叶尖	29.34	40.60	24.29	29.34	16.75	13.86	39.18
叶质	31.69	43.63	43.80	31.69	29.28	13.86	13.36
叶厚	0.00	36.22	35.93	0.00	0.00	0.00	0.00
叶片大小	34.28	36.22	35.93	34.28	30.70	40.31	37.80
叶片光泽度	18.85	0.00	0.00	18.85	0.00	0.00	0.00
叶身	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大值	36.60	46.05	52.73	36.60	33.68	40.31	39.18
最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均值	19.23	27.79	25.06	19.23	10.55	14.18	14.24

表 4 南京市栖霞山野生茶树农艺性状多样性指数

性状	多样性指数 $H'$						
	香君墓	问云亭	茶谷	了凡问道	乾隆行宫	千佛岩	栖霞寺
树型	0.64	0.50	0.47	0.64	0.00	0.60	0.64
树姿	0.73	0.89	0.88	0.73	0.69	0.88	0.85
芽叶色泽	0.00	0.24	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
芽叶茸毛	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
叶色	0.00	0.59	0.28	0.00	0.00	0.26	0.00
叶缘	0.69	0.39	0.75	0.69	0.00	0.26	0.50
叶齿密度	0.80	0.97	0.75	0.80	0.39	0.76	0.69
叶齿深度	0.58	0.69	0.65	0.58	0.64	0.60	0.64
叶形	0.80	0.85	0.36	0.80	0.00	0.52	0.00
叶面	0.39	0.69	0.87	0.39	0.00	0.00	0.00
叶尖	0.86	0.99	0.75	0.86	0.58	0.26	1.06
叶质	0.67	0.85	0.81	0.67	0.64	0.26	0.24
叶厚	0.00	0.67	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
叶片大小	0.93	0.67	0.00	0.93	0.97	1.03	1.06
叶片光泽度	0.39	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00
叶身	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
最大值	0.93	0.99	0.88	0.93	0.97	1.03	1.06
最小值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均值	0.47	0.56	0.46	0.47	0.27	0.36	0.37

表 5 南京市栖霞山野生茶树品质成分分析

品质成分	香君墓	问云亭	茶谷	了凡问道	乾隆行宫	千佛岩	栖霞寺	变异系数 CV(%)	多样性 指数 H'
黄酮(%)	2.42±0.14bc	2.26±0.09c	2.57±0.06ab	2.69±0.07ab	3.26±0.04a	2.56±0.04ab	2.82±0.14ab	12.11	1.75
茶多酚(%)	19.07±1.69a	18.13±4.98a	18.07±0.10a	18.91±0.84a	18.15±0.56a	16.90±1.64a	14.74±0.64b	8.40	1.28
游离氨基酸(%)	2.31±0.01b	2.02±0.01c	1.97±0.01c	2.10±0.02c	2.13±0.01c	2.16±0.03c	2.64±0.05a	10.39	1.28
酚氨比	824.67±0.61b	898.21±1.89a	918.12±0.19a	900.60±1.15a	852.31±0.24ab	780.82±0.24bc	557.84±0.58c	15.25	1.28
咖啡碱(%)	3.19±0.08a	2.79±0.02b	2.30±0.10cd	2.15±0.12d	2.32±0.20cd	2.64±0.04bc	2.58±0.02bc	13.76	1.55
茶多糖(%)	3.21±0.02b	3.20±0.01b	2.69±0.02c	3.19±0.02b	3.92±0.03a	3.18±0.01b	3.21±0.02b	11.10	0.80
水浸出物(%)	29.95±0.01a	25.21±0.01b	30.98±0.01a	30.74±0.01a	29.27±0.01a	25.45±0.02b	18.99±0.01c	15.59	1.28
儿茶素(%)	11.33±0.29a	10.98±0.08b	11.20±0.53b	11.53±0.62b	11.34±0.34b	12.07±0.13a	10.50±0.09b	4.28	1.75
GC(%)	0.30±0.02c	0.45±0.02bc	0.46±0.03bc	0.44±0.05c	0.50±0.07b	0.56±0.05d	0.46±0.02a	17.42	1.48
EGC(%)	1.03±0.01a	1.18±0.01de	1.41±0.00ef	1.31±0.01f	1.28±0.00d	1.31±0.00c	1.21±0.00b	9.74	1.75
EC(%)	2.47±0.18a	1.51±0.04b	1.47±0.41b	1.11±0.47bc	1.14±0.17bc	1.59±0.14b	0.90±0.53c	35.23	1.28
EGCG(%)	5.54±0.01b	5.7±0.01cde	5.62±0.04de	6.12±0.04e	5.83±0.02cd	6.80±0.01c	5.50±0.05a	7.82	1.28
GCG(%)	1.15±0.04a	1.15±0.01cd	1.81±0.03de	1.32±0.04e	1.61±0.02de	1.60±0.01c	1.53±0.01b	17.34	1.55
ECG(%)	0.92±0.01a	0.99±0.01de	1.45±0.00ef	1.25±0.01f	0.98±0.00d	1.20±0.00c	0.9±0.00b	18.72	0.96

注:同行数据后不同小写字母代表在 0.05 水平差异显著。

明栖霞山野生茶树质量性状多样性比较丰富,遗传差异较大。

2.2.2 主成分分析 对南京市栖霞山野生茶树种质资源的品质成分进行主成分分析,将 14 项品质成分指标转化为 4 个主成分。从表 6 可以看出,前 4 个主成分累计贡献率达 91.87%,第 1 主成分特征值为 4.93,贡献率为 35.26%,对应的特征向量以 ECG、EGC、酚氨比影响最大,为高度相关因子,而游离氨基酸、咖啡碱、茶多糖、EC 则为负;第 2 主成分贡献率达 31.26%,贡献最大的为茶多酚,其次为 EC;第 3 主成分贡献率为 13.34%,茶多糖贡献最大;第 4 主成分贡献率为 12.01%,EGCG 贡献最大。

2.2.3 聚类分析 运用 SPSS 22.0 统计软件,在遗传距离为 5 处,对栖霞山 7 个区域野生茶树种质资源的 13 个品质成分进行聚类分析,由图 2 可见,当遗传距离为 5 时,可以将栖霞山茶树资源聚为 2 个类群。第Ⅰ类群包括问云亭、了凡问道、茶谷、香君墓、乾隆行宫、千佛岩区域,第 2 类群为栖霞寺区域。由表 7 可知,第Ⅰ类群中茶多酚、水浸出物、EC、EGCG、ECG、儿茶素总量均要明显高于第Ⅱ类。第Ⅰ类区域野生茶树酚氨比在 8~15 之间,红绿茶兼制。第Ⅱ类群,茶树秋季酚氨比<8,不适制红茶。

2.3 土壤成分分析

从表 8 可见,七大区域土壤 pH 值范围 5.89~8.02; EC 值范围 51.40~82.45 μS/cm; 全氮含量范

表 6 南京市栖霞山野生茶树品质成分主成分分析

品质成分	主成分			
	1	2	3	4
黄酮	0.168	-0.615	0.652	-0.274
茶多酚	0.350	0.857	0.313	-0.197
游离氨基酸	-0.769	-0.496	-0.033	0.094
酚氨比	0.634	0.691	0.133	-0.208
咖啡碱	-0.731	0.497	-0.094	0.362
茶多糖	-0.172	-0.219	0.950	0.030
水浸出物	0.586	0.669	0.244	-0.279
GC	0.560	-0.661	0.056	0.378
EGC	0.872	-0.433	-0.198	-0.112
EC	-0.260	0.835	-0.077	0.265
EGCG	0.534	-0.094	0.139	0.809
GCG	0.571	-0.595	-0.169	-0.095
ECG	0.874	0.085	-0.443	-0.069
儿茶素总量	0.607	0.325	0.252	0.642
初始特征值	4.93	4.38	1.87	1.69
贡献率(%)	35.26	31.26	13.34	12.01
累计贡献率(%)	35.26	66.52	79.86	91.87

围为 0.73~1.45 g/kg; 铵态氮含量范围为 33.15~39.66 mg/kg;有效磷含量范围为 5.31~5.60 mg/kg;速效钾含量范围为 121.33~149.00 mg/kg;有机碳含量范围为 11.63~15.92 g/kg;有机质含量范围为 20.04~27.44 g/kg。

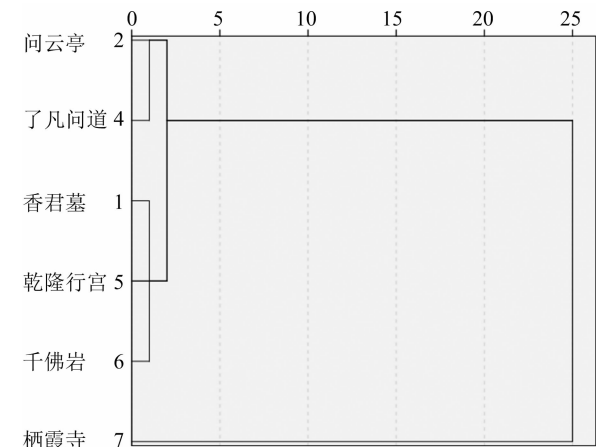


图2 南京市栖霞山野生茶树品质成分聚类分析

表 7 2 个类群的主要品质成分比较

品质成分	第Ⅰ类	第Ⅱ类
黄酮(%)	2.63	2.82
茶多酚(%)	18.20	14.74
游离氨基酸(%)	2.12	2.64
酚氨比	8.6	5.5
咖啡碱(%)	2.57	2.58
茶多糖(%)	3.23	3.21
水浸出物(%)	28.60	18.99
GC(%)	0.45	0.46
EGC(%)	1.25	1.21
EC(%)	1.55	0.90
EGCG(%)	5.94	5.50
GCG(%)	1.44	1.53
ECG(%)	1.13	0.90
儿茶素(%)	11.41	10.50

3 讨论与结论

3.1 茶树农艺性状特征

茶树芽叶茸毛的有无与多少是茶树品种的主

表 8 南京市栖霞山七大区域土壤成分分析

土壤成分	pH 值	EC 值 (μS/cm)	全氮含量 (g/kg)	铵态氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	有机碳含量 (g/kg)	有机质含量 (g/kg)
香君墓	7.45 ± 0.05b	69.70 ± 1.06a	1.45 ± 0.30a	39.66 ± 0.06a	5.31 ± 0.05b	149.00 ± 0.80a	15.91 ± 0.53a	27.42 ± 0.91a
问云亭	7.30 ± 0.10bc	69.65 ± 0.31a	1.36 ± 0.16a	38.76 ± 0.05a	5.38 ± 0.03b	141.00 ± 1.60b	14.19 ± 0.23ab	24.46 ± 0.39ab
茶谷	5.89 ± 0.01e	70.25 ± 0.53a	1.38 ± 0.30a	37.61 ± 0.06a	5.38 ± 0.01b	141.00 ± 1.60b	15.03 ± 0.58ab	25.91 ± 1.00ab
了凡问道	7.08 ± 0.01cd	78.10 ± 0.21a	1.06 ± 0.25ab	37.06 ± 0.05ab	5.44 ± 0.08ab	121.33 ± 1.24d	15.92 ± 0.73a	27.44 ± 1.26a
乾隆行宫	8.02 ± 0.11a	82.45 ± 1.30a	1.16 ± 0.16ab	36.88 ± 0.04ab	5.60 ± 1.14a	135.33 ± 0.88c	15.82 ± 0.72a	27.26 ± 1.23a
千佛岩	7.01 ± 0.05d	51.40 ± 6.85b	0.76 ± 0.07b	33.15 ± 0.01b	5.43 ± 0.10ab	140.33 ± 0.88b	11.63 ± 0.52c	20.04 ± 0.89c
栖霞寺	7.00 ± 0.1d	51.90 ± 0.29b	0.73 ± 0.02b	34.05 ± 0.02c	5.39 ± 0.02b	142.33 ± 0.24b	12.97 ± 0.25bc	22.36 ± 0.43bc

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

要经济性状之一,受品种、季节和生态环境等因素影响<sup>[8]</sup>。

从农艺性状方面分析,栖霞山区域的野生茶树多以小乔木树型为主,树姿均为开张型和半开张型,采摘面积较广,具有高产潜质;具有芽叶色泽绿色,无茸毛,叶齿密度适中,叶厚适中,叶片光泽度适中,叶身平的普遍性状特征。有研究表明,野生茶树性状变异系数大,具有丰富的遗传多样性<sup>[9-10]</sup>,栖霞山野生茶树种质资源材料间形态差异较大,问云亭、茶谷 2 个区域的野生茶树农艺性状多样性指数和变异系数均较高,有利于特异种质资源的筛选,具有品种选育潜力。

3.2 茶树新梢品质特征

茶叶水浸出物主要包括茶多酚、可溶性糖、咖啡碱等,是茶汤主要的成味物质,水浸出物含量高在一定程度上反映了茶叶品质的优劣<sup>[11]</sup>。儿茶

素品质指数能够较为确切地反映出茶叶的嫩度与茶叶品质的情况<sup>[12]</sup>。栖霞山野生茶树通过主成分和聚类分析分为 2 类,第Ⅰ类区域茶树新梢水浸出物、茶多酚及非酯型儿茶素含量相对较高。14 项品质成分可合为 4 个主成分,茶树新梢 ECG、EGC、酚氨比对第一主成分贡献率最大;新梢茶多酚含量对第 2 主成分贡献最大。结合茶叶加工,一般认为 8 ≤ 酚氨比值 < 15 红绿茶兼制<sup>[13]</sup>,栖霞山茶原料红绿兼制;结合游离氨基酸、GC、茶多糖 3 个品质特征,栖霞茶叶制品可能具有独特的品质特征。

另外,栖霞山野生茶树新梢茶多酚、儿茶素总量及各种儿茶素组分含量的变异系数要高于其他品质成分,茶树新梢儿茶素各组分存在显著性差异,表明栖霞山野生茶树资源具有优质种质资源选育潜力。这些品质特征的形成与林下种植、土壤养分状况及缺乏科学管理有关,尤其第 2 类栖霞寺区

域茶树生长可能是受人类活动影响。

### 3.3 茶区土壤对茶树农艺性状和新梢品质的影响

优质茶树的农艺性状和内含物质又与土壤养分状况息息相关。茶树是喜酸植物,以土壤 pH 值 4.50 ~ 6.50 为适宜<sup>[14]</sup>。大量研究表明,我国优质名茶产地土壤有机质含量均在 20 g/kg,有效磷含量均在 20 mg/kg 以上<sup>[15-16]</sup>。栖霞山茶园土壤有机质含量均大于 20 g/kg,但除茶谷区域外,其他区域 pH 值均 > 7,不在茶树适宜生长范围内,有效磷含量均偏低,会造成茶园减产、品质下降<sup>[17]</sup>。

栖霞山茶园 pH 值高、磷偏低的原因可能是野生茶园长期缺乏人工管理。积极的管理措施对茶园土壤营养状况以及茶叶品质的提升具有重大意义<sup>[18]</sup>。曹绪勇研究证明,对 pH 值偏高的茶园进行酸度改良,可促进茶树生长,增强树势,明显增加鲜叶产量,达到改造低产茶园的目的<sup>[19]</sup>。因此在今后生产中可对栖霞寺区域进行土壤酸度改良,以期提高茶园经济价值。孙博等研究证明,磷肥对于茶园土壤有至关重要的作用<sup>[20]</sup>。何文彪等研究表明,茶园施用有机肥后,土壤有机质、速效钾和全氮含量均较未施有机肥茶园显著增加,土壤肥力得以改善<sup>[21]</sup>。在今后管理中可以对茶园施有机肥进行改良,此外采用酸性肥料改良或施硫磺粉 + 草炭等方法<sup>[22-24]</sup>,也能有效降低茶园土壤 pH 值。采用测土配方技术,分时分量增施磷肥的同时增用氮、钾肥<sup>[25]</sup>,配合施用有机肥调整土壤 pH 值的手段针对栖霞山茶区土壤性改良,是为栖霞山选育优质种质资源茶树新品种提供保障。

### 参考文献:

- [1] 姜友雪,殷 婷. 江苏茶叶生产成本、规模及问题分析[J]. 江苏商论,2020(2):21-24.
- [2] 赵 云. 江苏镇江茶产业现状、存在问题与发展对策[J]. 农业工程技术,2020,40(29):13,17.
- [3] 刘彩霞. 栖霞山景区植物资源调查、保护与开发利用[D]. 南京:南京农业大学,2011:7-12.
- [4] 王会宁. 南京栖霞山植物区系地理及野生植物资源研究[D]. 南京:南京林业大学,2006:11-18.
- [5] 陈 亮,杨亚军,虞富莲. 茶树种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2005:3-23.
- [6] 唐晓丹,王 玲,崔静玉. 不同种类茶叶中总黄酮的提取工艺优化及含量对比研究[J]. 国际药学研究杂志,2019,46(11):862-866.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2009:25-35.

- [8] 刘东娜,李兰英,龚雪蛟,等. 峨眉山野生茶树资源农艺性状多样性分析[J]. 中国农学通报,2020,36(13):103-109.
- [9] 刘声传,段学艺,赵华富,等. 贵州野生茶树种质资源生化多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(6):1255-1261.
- [10] 王河川. 安溪县野生茶树种质资源形态特征观察与生化成分分析[J]. 福建农业科技,2020(2):28-33.
- [11] Sun Y N, Zhang M, Fang Z X. Efficient physical extraction of active constituents from edible fungi and their potential bioactivities: a review [J]. Trends in Food Science & Technology, 2020, 105: 468-482.
- [12] 李庆伟. 日照绿茶儿茶素品质指数研究[J]. 农学学报,2014,4(6):64-66.
- [13] 黄飞毅,陈宇宏,刘 伟,等. 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[J]. 植物遗传资源学报,2021,22(2):328-337.
- [14] 张小琴,陈 娟,高秀兵,等. 贵州重点茶区茶园土壤 pH 值和主要养分分析[J]. 西南农业学报,2015,28(1):286-291.
- [15] 江昌俊. 茶树育种学[M]. 北京:中国农业出版社,2009:1-10.
- [16] He S Q, Zheng Z C, Zhu R H. Long-term tea plantation effects on composition and stabilization of soil organic matter in Southwest China[J]. Catena, 2021, 199: 105, 132.
- [17] Zhang J, Jia H Y, Zhu B Y, et al. Molecular and biochemical characterization of jasmonic acid carboxyl methyltransferase involved in aroma compound production of methyl jasmonate during black tea processing[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(10):3154-3164.
- [18] Ye H L, Chen Z G, Jia T T, et al. Response of different organic mulch treatments on yield and quality of *Camellia oleifera* [J]. Agricultural Water Management, 2021, 245: 106654.
- [19] 曹绪勇. 施用硫磺粉改造 pH 值偏高的低产茶园的效果[J]. 中国茶叶, 2001(6):22.
- [20] 孙 博,李帅帅,周 毅,等. 不同轮作模式下优化施肥对水稻产量及磷素积累与分配的影响[J]. 南京农业大学学报,2020,43(4):658-666.
- [21] 何文彪,黄小兵,汪艳霞,等. 有机肥对山地茶园土壤及茶叶产量与品质的影响[J]. 贵州农业科学,2015,43(11):71-73.
- [22] Xie S W, Yang F, Feng H X, et al. Organic fertilizer reduced carbon and nitrogen in runoff and buffered soil acidification in tea plantations: evidence in nutrient contents and isotope fractionations [J]. Science of the Total Environment, 2020, 762: 143059.
- [23] 闫满朝,陈志龙. 西乡县茶园土壤改良技术[J]. 茶业通报, 2016,38(2):68-70.
- [24] 李艳春,李兆伟,王义祥. 4 种植物物料改良茶园土壤酸度的效果[J]. 江苏农业科学,2021,49(3):204-209.
- [25] Qiao C L, Mia S, Wang Y Q, et al. Assessing the effects of nitrification inhibitor DMPP on acidification and inorganic N leaching loss from tea (*Camellia sinensis* L.) cultivated soils with increasing urea-N rates[J]. Sustainability, 2021, 13(2):994.