

7 种贵州名优绿茶品质化学成分分析

张雪寒^{1,2}, 潘波旭¹, 宋勤飞¹, 刘晓博¹, 尹 杰^{1*}, 刘建军^{1*}

(1. 贵州大学茶学院, 贵阳 550025; 2. 浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310058)

摘 要: **目的** 比较 7 种贵州名优绿茶的品质化学成分。**方法** 对 7 种贵州名优绿茶进行感官审评和品质化学成分检测, 采用相关性分析和主成分分析(principal component analysis, PCA)对结果进行综合评价。**结果** 7 种贵州名优绿茶感官品质综合得分由高到低排序为: 梵净山云雾茶>凤岗锌硒茶>绿宝石>贵定云雾茶>都匀毛尖>湄潭翠芽>石阡苔茶; 7 种名优绿茶品质化学成分的总灰分含量为 4.58%~4.98%, 茶多酚含量为 15.59%~23.80%, 氨基酸含量为 2.04%~4.93%, 咖啡碱含量为 2.66%~3.83%, 可溶性糖含量为 2.04%~5.07%, 水浸出物含量为 41.23%~45.10%。相关性分析结果显示, 共 10 对指标间存在显著相关关系, 其中水浸出物与茶多酚极显著正相关($P<0.01$), 与滋味显著负相关($P<0.05$); 氨基酸与茶多酚极显著负相关($P<0.01$), 与灰分显著负相关($P<0.05$), 与香气显著正相关($P<0.05$); 茶多酚与灰分显著正相关($P<0.05$), 与滋味极显著负相关($P<0.01$); 可溶性糖与咖啡碱极显著负相关($P<0.01$), 与滋味极显著正相关($P<0.01$); 咖啡碱与滋味极显著负相关($P<0.01$); 采用主成分分析法对 7 个茶样建立综合得分数学模型 $F=0.492F_1+0.249F_2$, 综合得分由高到低依次是: 湄潭翠芽>贵定云雾茶>都匀毛尖>凤岗锌硒茶>石阡苔茶>绿宝石>梵净山云雾茶。**结论** 贵州名优绿茶品质化学成分含量丰富, 整体品质优良, 研究结果将为贵州名优绿茶的生产加工和品质提升提供一定的理论依据。

关键词: 贵州名优绿茶; 感官品质; 品质化学成分; 相关性分析; 主成分分析

Analysis of quality chemical components of 7 kinds of famous green tea in Guizhou

ZHANG Xue-Han^{1,2}, PAN Bo-Xu¹, SONG Qin-Fei¹, LIU Xiao-Bo¹, YIN Jie^{1*}, LIU Jian-Jun^{1*}

(1. College of Tea, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 2. College of Agriculture & Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

ABSTRACT: Objective To compare the quality chemical components of 7 kinds of famous green tea in Guizhou. **Methods** Sensory evaluation and quality chemical composition detection of 7 kinds of Guizhou famous green tea were carried out, and the results were comprehensively evaluated by correlation analysis and principal component analysis (PCA). **Results** The comprehensive sensory evaluation scores of 7 kinds of Guizhou famous green tea ranked from high to low was as follows: Fanjingshan Clouds-mist tea>Fenggang Zinc-selenium tea>Emerald

基金项目: 国家重点研发计划项目子课题(2021YFD1100306-3)、国家自然科学基金项目(32060701)

Fund: Supported by the Subproject of National Key Research and Development Program of China (2021YFD1100306-3), and the National Natural Science Foundation of China (32060701)

***通信作者:** 尹 杰, 硕士, 副教授, 主要研究方向为茶叶加工技术理论与应用。E-mail: 2667385182@qq.com

刘建军, 博士, 副教授, 主要研究方向为茶叶加工及功能成分化学。E-mail: junjian.liu@163.com

***Corresponding author:** YIN Jie, Master, Associate Professor, College of Tea, Guizhou University, Jiaxiunan Road, Huaxi District, Guiyang 550025, China. E-mail: 2667385182@qq.com.

LIU Jian-Jun, Ph.D, Associate Professor, College of Tea, Guizhou University, Jiaxiunan Road, Huaxi District, Guiyang 550025, China. E-mail: junjian.liu@163.com

tea>Guiding Clouds-mist tea>Duyun Maojian tea>Meitan Cuiya tea=Shiqian Tai tea; the ranges in content of quality chemical composition were 4.58%–4.98% for total ash, 15.59%–23.80% for tea polyphenol, 2.04%–4.93% for amino acid, 2.66%–3.83% for caffeine, 2.04%–5.07% for soluble sugar and 41.23%–45.10% water extracts. The correlation analysis results showed that there was significant correlations between a total of 10 pairs of indicators, among which the water extracts content was extremely significantly positively correlated with tea polyphenol ($P<0.01$), and significantly negatively correlated with the taste ($P<0.05$); the content of amino acid was extremely significantly negatively correlated with tea polyphenol ($P<0.01$), and significantly negatively with total ash ($P<0.05$), and significantly positively with the aroma ($P<0.05$); the tea polyphenol content was significantly positively correlated with total ash ($P<0.05$), extremely significantly negatively correlated with the taste ($P<0.01$); the soluble sugar content was highly significantly negatively correlated with the caffeine content ($P<0.01$), and highly significantly positively correlated with the taste ($P<0.01$); the caffeine content was extremely significantly negatively correlated with the taste ($P<0.01$). The mathematical model of comprehensive score was established for the 7 kinds of tea samples by principal component analysis: $F=0.492F_1+0.249F_2$, and the comprehensive scores in descending order were as follows: Meitan Cuiya tea>Guiding Clouds-mist tea>Duyun Maojian tea>Fenggang Zinc-selenium tea>Shiqian Tai tea>Emerald tea>Fanjingshan Clouds-mist tea. **Conclusion** Guizhou famous green tea is rich in quality chemical composition, and the overall quality is excellent. The results of this study will provide some theoretical basis for the production, processing and quality improvement of green tea in Guizhou.

KEY WORDS: Guizhou famous green tea; sensory quality; quality chemical composition; correlation analysis; principal component analysis

0 引言

贵州是中国茶园面积最大的省份,茶产业是贵州的优势产业。目前贵州茶园总面积达 700 万亩,2021 年,贵州茶叶产量 46.99 万 t、产值 570.95 亿元,其中,绿茶产量占总产量 75.8%^[1]。贵州作为高海拔、低纬度、寡日照、多云雾、无污染、全境高原的茶区,其环境特征特别有利于绿茶品质特点的形成^[2-3]。贵州绿茶也因“翡翠绿、嫩栗香、浓爽味”的特点,于 2017 年被农业农村部认定为中国第一个省级地理标志产品^[4]。

茶多酚、氨基酸、咖啡因和可溶性糖等物质是茶叶的主要成分,具有重要的生物学作用^[5]。贵州绿茶的氨基酸含量为 3%–5%,高于全国平均水平 1 个百分点,水浸出物平均含量在 40%以上,高于国家标准 6 个百分点^[4]。许伟等^[6]在分析绿茶加工中水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖、儿茶素等主要滋味物质质量分数动态变化基础上,通过酚氨比、简单儿茶素/酯型儿茶素比及感官品质分析,发现以上因子对茶叶品质有重要影响。郭建军等^[7]对贵州六大产区共 12 种代表性绿茶的品质特征及香气组分进行研究,结果表明,12 种贵州绿茶品质成分的平均含量为氨基酸 4.37%、茶多酚 16.81%、酚氨比 3.88、水浸出物 47.77%、可溶性糖 3.19%、咖啡碱 3.52%、总黄酮 1.74%,体现了贵州绿茶“嫩、鲜、浓、醇”特点。赵华富等^[8]对贵州绿茶 10 项主要内含成分指标进行了主成分分

析和聚类分析,结果发现贵州绿茶按内含品质成分状况可分为 3 类,第Ⅰ类为高氨基酸型茶叶产品,第Ⅱ类为高儿茶素型茶叶产品,第Ⅲ类为内含成分丰富型茶叶产品,总体来说贵州绿茶内含成分丰富。杨家干^[9]对 9 个都匀毛尖茶样进行了生化成分测定,结果表明 9 个都匀毛尖水浸出物含量平均值为 41.94% (37.58%~44.31%)、茶多酚含量平均值为 28.57% (27.70%~29.54%)、氨基酸含量平均值为 3.34% (2.50%~4.17%)、可溶性糖含量平均值为 2.54% (2.21%~3.07%),可见都匀毛尖茶样生化成分丰富,但不同茶样之间有一定的差异性。随着以“贵州绿茶”为主体的贵州茶产业高质量发展,贵州名优绿茶理应在茶叶品质和品牌发展上起到带头作用,但目前对贵州名优绿茶的报道多集中在香气分析等方面,在品质化学研究方面较少,导致外界对贵州名优绿茶的认识缺乏系统性,要发挥好贵州绿茶的优势,必须对其品质化学成分进行系统研究^[10-11]。

本研究拟选择具有代表性的 7 种贵州名优绿茶样品,对其进行感官审评和品质化学成分测定,结合相关性分析和主成分分析综合评价贵州名优绿茶的品质特征,为指导贵州名优绿茶的生产加工和品质提升提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

7 种贵州名优绿茶材料均购买于市场,具体信息详见表 1。

表 1 7 种贵州名优绿茶样品基本信息
Table 1 Basic information of 7 kinds of famous green tea in Guizhou

编号	茶样	产地	原料嫩度	年份
1	石阡苔茶(毛峰型)	石阡县	一芽一叶至 一芽二叶初展	2021
2	湄潭翠芽	湄潭县	单芽	2021
3	绿宝石	凤冈县	一芽二三叶	2021
4	都匀毛尖	都匀市	一芽一叶	2021
5	凤岗锌硒绿茶	凤冈县	一芽一叶	2021
6	梵净山云雾茶	铜仁市	一芽一叶	2021
7	贵定云雾茶	贵定县	一芽一叶	2021

盐酸(分析纯, 泰迪亚有限公司); 氢氧化钠(分析纯, 重庆川东化工有限公司); 碱式乙酸铅、甲醇、十二水磷酸氢二钠(分析纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 碳酸钠(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司); 福林酚(分析纯, 北京索莱宝科技有限公司); 没食子酸标准品(纯度 $\geq 98\%$)、谷氨酸标准品(纯度 99%)、蒽酮(分析纯)(国药集团化学试剂有限公司); 水合茚三酮(分析纯, 上海阿拉丁生化科技有限公司); 磷酸二氢钾(分析纯, 成都金山化学试剂有限公司); 咖啡碱标品(纯度 $\geq 98\%$, 成都曼思特生物科技有限公司); 葡萄糖(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司); 浓硫酸(分析纯, 重庆川东化工有限公司); 氯化亚锡(分析纯, 广东光华科技股份有限公司)。

1.2 仪器与设备

FW177 中草药粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); LS120A 电子天平(精度 0.01 g , 上海天美天平仪器有限公司); DHG-9203 电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒化学仪器有限公司); SHZ-III 循环水真空抽滤/抽气装置(上海亚荣生化仪器厂); DK-98-II 电热恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司); UH5300 分光光度计(日本株式会社日立高新技术科学); H1850R 高速冷冻离心机(湖南湘仪实验室仪器开发有限公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 感官审评

感官审评工作在标准感官审评室中进行, 审评程序参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》和 GB/T 14487—2017《茶叶感官审评术语》的相关要求。

1.3.2 茶样制备

茶样磨碎, 过 40 目筛备用。

1.3.3 主要品质化学成分检测

水分的测定参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的仲裁法; 灰分的测定参照 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》; 水浸出物的测定参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》; 茶多酚总量的测定参照 GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和

儿茶素类含量的检测方法》; 游离氨基酸总量的测定参照 GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸总量的测定》; 咖啡碱的测定参照 GB/T 8312—2013《茶 咖啡碱测定》中的紫外分光光度法; 可溶性糖含量的测定采用蒽酮硫酸比色法^[12]。

1.3.4 数据处理

本研究每种茶样的测定指标均做 3 次重复, 数据采用 Microsoft Excel 2016 和 SPSS Statistics 26.0 软件进行记录和统计分析。

2 结果与分析

2.1 感官审评结果分析

感官审评结果见表 2。从外形来看, 除绿宝石为颗粒盘花状, 湄潭翠芽嫩度较高(以单芽为原料), 扁平直外, 其余茶样均为卷曲型绿茶, 条索可概括为紧细卷(弯)曲、色泽(翠、鲜、深、墨)绿披(显、露)毫、(尚)油润、(尚)匀整, 其中凤冈锌硒茶色泽鲜绿披毫, 条索弯曲紧细, 匀整, 外形最佳为 93 分, 贵定云雾茶光泽度、匀整度微欠, 外形得分最低, 为 84 分; 汤色方面, 绿宝石绿明亮(92 分), 其余茶样汤色基本为(黄)绿色, 亮度比绿宝石稍差; 香气方面, 7 种绿茶均无异杂味, 石阡苔茶(94 分)和梵净山云雾茶(92 分)香气清新怡人并带有花香, 其余茶样以典型的绿茶栗香和清香为主, 整体香气新鲜愉悦, 都在 90 分以上; 滋味方面, 7 种绿茶均以鲜爽醇为主, 内含物丰富, 入口黏稠有轻微收敛性, 贵定云雾茶鲜爽醇厚, 入口爽润有回甘, 得分最高(94 分), 湄潭翠芽入口浓, 收敛性强, 口感稍刺激, 得分相对最低(85 分); 叶底方面, 湄潭翠芽为芽头制作, 绿宝石由于其外形的特殊性采用了一芽二三叶为原料, 其余茶样均为一芽一叶初展至一芽二叶初展, 整体来看, 湄潭翠芽嫩绿明亮柔软, 得分最高, 为 92 分, 贵定云雾茶在所有茶样中匀整度欠佳, 因此得分最低, 为 85 分。 7 种茶样感官品质综合得分由大到小排序为: 梵净山云雾茶>凤冈锌硒茶>绿宝石>贵定云雾茶>都匀毛尖>湄潭翠芽=石阡苔茶, 总体得分在 $88.30\sim 90.30$ 之间, 表现良好。

2.2 品质化学成分分析

2.2.1 总灰分含量测定结果分析

灰分是茶叶经高温烧灼后的残留无机物, 主要含有矿物质元素和粗纤维等, 灰分含量与茶叶嫩度以及净度有关^[13-14]。由表 3 可知, 7 种贵州名优绿茶的总灰分含量为 $4.58\%\sim 4.98\%$, 平均值为 4.74% , 变异系数 3.02% 。总灰分含量最低的是凤冈锌硒茶(4.58%), 含量最高的是湄潭翠芽(4.98%)。湄潭翠芽的总灰分含量显著高于石阡苔茶、凤冈锌硒茶和绿宝石。 7 种茶样虽来自贵州不同地区, 采摘标准和制作工艺也有所差别, 但茶样原料总体较为细嫩且总灰分含量均低于 GB/T 14456.3—2016《绿茶第 3 部分: 中小叶种绿茶》中 $\leq 7.5\%$ 的规定。总体来说, 7 种贵州名优绿茶原料细嫩、净度高, 总灰分含量在合理数值范围内。

表 2 7 种贵州名优绿茶感官审评结果
Table 2 Sensory evaluation results of 7 kinds of famous green tea in Guizhou

茶样	外形		汤色		香气		滋味		叶底		总分
	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	评语	分数	
梵净山云雾茶	色泽翠绿, 条索弯曲较紧细, 显毫, 较油润, 尚匀, 净度较好	88	绿, 较明亮	90	花香	92	鲜爽醇厚	92	翠绿, 明亮, 较匀整, 柔软	87	90.30
凤冈锌硒茶	色泽鲜绿披毫, 条索弯曲紧细, 匀整	93	黄绿, 较明亮	88	栗香	90	鲜爽浓醇	89	嫩绿明亮, 匀齐柔软	90	90.25
绿宝石	色泽墨绿, 呈盘花颗粒状, 较紧实, 色泽绿润, 较油润, 尚匀整	88	绿明亮	92	栗香	91	鲜爽醇厚, 回甘	91	绿, 明亮, 尚匀齐, 柔软	88	90.05
贵定云雾茶	色泽深绿披毫, 尚油润, 条索卷曲, 尚匀整	84	黄绿, 较明亮	91	栗香	92	鲜爽醇厚, 回甘	94	嫩匀有芽, 绿, 较明亮, 柔软, 尚匀齐	85	89.80
都匀毛尖	色绿披毫, 条索紧细弯曲、匀整	92	黄绿, 尚亮	85	嫩栗香	91	鲜爽浓厚, 尚醇	88	嫩绿, 明亮, 较匀整	89	89.55
湄潭翠芽	以单芽为原料, 翠绿扁直, 较油润, 尚匀整	90	黄绿, 尚亮	86	清香	90	浓爽, 尚醇	85	嫩绿明亮, 匀齐柔软	92	88.30
石阡苔茶	色泽墨绿露毫, 较油润, 条索纤细卷曲, 较匀整	86	黄绿, 尚亮	87	清香带花香	94	浓厚, 尚醇	86	绿, 明亮, 较匀齐	88	88.30

表 3 7 种贵州名优绿茶品质化学成分含量
Table 3 Quality chemical composition content of 7 kinds of famous green tea in Guizhou

茶样	灰分/%	茶多酚/%	氨基酸/%	咖啡碱/%	可溶性糖/%	水浸出物/%
梵净山云雾茶	4.78±0.09 ^{ab}	15.59±1.14 ^c	4.74±0.11 ^a	3.42±0.03 ^c	2.49±0.16 ^c	41.23±0.78 ^b
凤冈锌硒茶	4.58±0.14 ^b	18.78±1.14 ^b	3.03±0.10 ^b	3.36±0.04 ^c	2.08±0.10 ^c	41.81±2.92 ^{ab}
绿宝石	4.65±0.10 ^b	18.04±0.75 ^b	4.93±0.25 ^a	2.66±0.11 ^c	5.02±0.38 ^a	42.17±0.62 ^{ab}
贵定云雾茶	4.80±0.06 ^{ab}	18.08±0.12 ^b	3.34±0.11 ^b	2.68±0.07 ^c	5.07±0.06 ^a	42.75±1.10 ^{ab}
都匀毛尖	4.82±0.09 ^{ab}	17.44±0.56 ^{bc}	3.27±0.15 ^b	3.16±0.03 ^d	2.95±0.12 ^b	42.17±1.90 ^{ab}
湄潭翠芽	4.98±0.02 ^a	23.80±0.74 ^a	2.04±0.06 ^c	3.59±0.05 ^b	2.04±0.08 ^c	44.71±1.95 ^{ab}
石阡苔茶	4.60±0.15 ^b	18.20±0.91 ^b	4.60±0.15 ^a	3.83±0.11 ^a	3.08±0.19 ^b	45.10±1.80 ^a

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 下同。

2.2.2 茶多酚含量测定结果分析

茶多酚是茶树中的多元酚混合物, 是茶叶品质的主要指标之一^[15-16]。茶多酚决定茶汤的浓度和苦涩味, 影响茶叶的口感和品质^[17-20]。由表 3 可知, 7 种贵州名优绿茶的茶多酚含量为 15.59%~23.80%, 平均含量为 18.56%, 变异系数 13.59%。含量最低的是梵净山云雾茶(15.59%), 湄潭翠芽的茶多酚含量最高(23.80%), 与其在感官审评中滋味“浓爽”的评语相符; 茶叶中茶多酚含量在不同环境条件下具有一定的差异, 梵净山地区常年云雾缭绕, 光照强度弱, 不利于碳代谢, 这可能是梵净山云雾茶茶多酚含量低的原因, 而湄潭县年均气温在 14.9℃以上, 随着温度的升高, 茶多酚含量增加, 这可能是湄潭翠芽茶多酚含量较高的原因^[15,21]。7 种茶样的茶多酚含量均高于 GB/T 14456.3—2016 中≥13%的规定, 当茶多酚>24%, 茶汤苦、涩味逐渐加重、鲜醇度会降低^[22], 说明这 7 种绿茶的茶多酚含量丰富且适当。湄潭翠芽的茶多

酚含量显著高于其他 6 种茶样, 石阡苔茶、凤冈锌硒茶、绿宝石和贵定云雾茶的茶多酚含量均显著高于梵净山云雾茶。

2.2.3 氨基酸含量测定结果分析

氨基酸不仅是呈现茶汤鲜爽味的主要物质^[23], 还影响着茶叶香气的变化^[24]。由表 3 可知, 7 种贵州名优绿茶的氨基酸含量为 2.04%~4.93%, 平均含量为 3.71%, 其中湄潭翠芽的氨基酸含量最低(2.04%), 绿宝石的氨基酸含量最高(4.93%), 在感官审评中, 绿宝石滋味“鲜爽”, 与氨基酸含量较高这一结果吻合。绿宝石、梵净山云雾茶和石阡苔茶的氨基酸含量显著高于其他 4 种茶样, 贵定云雾茶、都匀毛尖和凤冈锌硒茶的氨基酸含量显著高于湄潭翠芽。除湄潭翠芽外, 其余 6 种茶样氨基酸含量都在 3%以上, 这一结果可能与贵州地处云贵高原的气候特色有关。贵州云雾多、日照少、散射光丰富, 特别有利于茶树生长及其品质成分的积累, 散射光能促进蛋白质的合成, 有利于茶叶中含氮化合物的积累^[15]。

2.2.4 咖啡碱含量测定结果分析

咖啡碱在茶叶中含量一般在 2%~4%左右, 是茶叶苦味的主要来源, 同时咖啡碱可以与氨基酸、酚类等物质结合, 具有鲜爽味, 因此常被看做是影响茶叶质量的一个重要因素^[25-26]。由表 3 可知, 7 种茶样的咖啡碱含量在 2.66%~3.83%之间, 平均含量为 3.24%, 变异系数 13.64%, 说明 7 种茶样的咖啡碱含量在正常范围内且较为稳定。其中, 绿宝石的咖啡碱含量最低, 为 2.66%; 石阡苔茶的咖啡碱含量最高, 为 3.83%, 与感官审评中“浓”的评语相符。石阡苔茶的咖啡碱含量显著高于其他 6 种茶样; 除了石阡苔茶, 湄潭翠芽的咖啡碱含量显著高于其他 5 种茶样; 梵净山云雾茶和凤冈锌硒茶的咖啡碱含量均显著高于都匀毛尖、贵定云雾茶和绿宝石, 都匀毛尖的咖啡碱含量显著高于贵定云雾茶和绿宝石。

2.2.5 可溶性糖含量测定结果分析

可溶性糖是影响茶叶香气、滋味和汤色的重要因子。由表 3 可知, 7 种茶样的可溶性糖含量为 2.04%~5.07%, 平均值为 3.25%, 变异系数 39.72%, 差异较大。可溶性糖含量最高是贵定云雾茶(5.07%), 其次是绿宝石(5.02%), 含量最低是湄潭翠芽(2.04%)。贵定云雾茶和绿宝石的可溶性糖含量显著高于其余 5 种茶样, 这可能与贵定云雾茶和绿宝石的原料嫩度有关, 原料越老, 可溶性糖含量越高, 原料越嫩, 可溶性糖含量越少^[15]; 除了贵定云雾茶和绿宝石, 石阡苔茶和都匀毛尖的可溶性糖含量均显著高于其余 3 种茶样。

2.2.6 水浸出物含量测定结果分析

茶叶中的水浸出物数值高低反映了茶叶可溶性物质的多少, 标志着茶汤的厚薄, 滋味的浓强, 是茶叶品质的重要评判指标^[27]。由表 3 可知, 7 种茶样的水浸出物含量为 41.23%~45.10%, 平均含量为 42.86%, 变异系数为 3.46%。含量最低的是梵净山云雾茶, 为 41.23%, 最高的是石阡苔茶, 达 45.10%, 除石阡苔茶的水浸出物含量显著高于梵净山云雾茶外, 其余 5 种茶样间的水浸出物含量无显著差异。7 种茶样的水浸出物含量均高于 GB/T 14456.3—2016

中特级~二级≥36%的规定, 说明这 7 种茶样内含物质丰富, 符合感官审评滋味评定中“浓厚、浓爽”的描述, 同时这一结果与贵州气候资源优势紧密相关, 云雾多、无严寒酷暑的生长环境使得贵州茶叶水浸出物含量丰富, 变异系数较低, 整体品质优良且稳定。

2.3 品质化学成分和感官审评相关性分析

由表 4 可知, 7 种贵州名优绿茶品质成分之间、品质成分与感官审评的香气和滋味因子有显著的相关性, 共 10 对指标间存在显著相关关系, 水浸出物与茶多酚极显著正相关($P<0.01$), 与滋味显著负相关($P<0.05$); 氨基酸与茶多酚极显著负相关($P<0.01$), 与灰分显著负相关($P<0.05$), 与香气显著正相关($P<0.05$); 茶多酚与灰分显著正相关($P<0.05$), 与滋味极显著负相关($P<0.01$); 可溶性糖与咖啡碱极显著负相关($P<0.01$), 与滋味极显著正相关($P<0.01$); 咖啡碱与滋味极显著负相关($P<0.01$)。本研究的相关性分析结果同宛晓春^[15]的研究结果一致。

2.4 主成分分析

利用 SPSS 26.0 软件对 7 种贵州名优绿茶的 6 个品质化学成分进行主成分分析, 提取出 2 个主成分因子, 结果见表 5, 第 1 主成分贡献率为 49.180%, 第 2 主成分贡献率为 24.875%, 前两个主成分累积贡献值为 74.055%。

由表 6 可知, 第 1 主成分中茶多酚具有较大的正载荷量, 为 0.857, 茶多酚与茶汤苦涩味及口腔收敛性有关, 由于茶多酚在茶叶中含量高, 是决定茶汤浓度的主要因子^[28-29], 因此主成分 1 可定义为“浓度因子”。通过计算因子得分系数矩阵(表 7), 可得其回归方程为: $F_1=0.291X_1-0.266X_2+0.224X_3-0.222X_4+0.195X_5+0.214X_6$ 。对第 2 主成分贡献较大的是载荷量为负值的咖啡碱, 为-0.758。咖啡碱比较集中地分布在新梢部位, 以嫩芽叶的含量最多^[15,30], 因此主成分 2 可定义为“嫩度因子”。通过计算因子得分系数矩阵(表 7), 可得其回归方程为: $F_2=0.213X_1-0.268X_2-0.063X_3+0.381X_4+0.381X_5-0.508X_6$ 。

表 4 7 种贵州名优绿茶主要品质化学成分相关性矩阵

Table 4 Correlation coefficient matrix of quality components of 7 kinds of famous green tea in Guizhou

项目	水浸出物	氨基酸	茶多酚	可溶性糖	咖啡碱	灰分	香气	滋味
水浸出物	1							
氨基酸	-0.204	1						
茶多酚	0.555**	-0.709**	1					
可溶性糖	-0.068	0.410	-0.282	1				
咖啡碱	0.380	-0.139	0.264	-0.821**	1			
灰分	0.286	-0.517*	0.436*	-0.140	-0.019	1		
香气	0.170	0.498*	-0.407	0.079	0.373	-0.174	1	
滋味	-0.446*	0.352	-0.607**	0.626**	-0.748**	-0.082	-0.070	1

注: *在 0.05 水平(双侧)上显著相关; **在 0.01 水平(双侧)上极显著相关。

表 5 主成分的特征值和贡献率
Table 5 Eigenvalue and variance contribution rate of principal components

成分	初始特征值		
	总计	方差/%	累积/%
1	2.951	49.180	49.180
2	1.493	24.875	74.055
3	0.975	16.251	90.306
4	0.454	7.566	97.872
5	0.125	2.090	99.962
6	0.002	0.038	10.000

表 6 成分矩阵
Table 6 Component matrix

品质成分	成分	
	1	2
茶多酚(X_1)	0.857	0.318
氨基酸(X_2)	-0.785	-0.401
水浸出物(X_3)	0.661	-0.095
可溶性糖(X_4)	-0.656	0.569
灰分(X_5)	0.577	0.569
咖啡碱(X_6)	0.632	-0.758

根据 2 个主成分的特征值和贡献率, 主成分综合得分 F 的计算式为: $F=0.492F_1+0.249F_2$, 即 7 种茶样茶多酚含量越高, 原料越嫩, F 值越大, 结果见表 8。7 种贵州名优绿茶 F 值得分由高到低依次是: 湄潭翠芽>贵定云雾茶>都匀毛尖>凤岗锌硒茶>石阡苔茶>绿宝石>梵净山云雾茶。 F 值最大的湄潭翠芽滋味浓爽, 茶多酚含量在 7 个茶样中最高, 且其原料为单芽, 测得的咖啡碱含量排第二, 这一结果同原料嫩度、感官审评和品质成分测定的结果具有相对一致性; F 值最小的梵净山云雾茶滋味鲜爽醇厚, 茶多酚含量在 7 个茶样中最低, 其结果与感官审评和品质成分测定结果也相对一致。

3 讨论与结论

茶叶中的茶多酚、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖和水浸出物等对茶叶品质具有重要作用^[31]。本研究通过对 7 种贵州名优绿茶进行感官审评及相关品质成分测定发现, 7 种贵州名优绿茶感官审评综合得分符合名优绿茶的标准; 品质化学成分含量均较高, 各项指标均达到国家标准, 尤其是水浸出物含量远高于国家标准, 这与贵州得天独厚的地理环境密不可分, 贵州高海拔、低纬度、寡日照、多云雾的环境条件, 是贵州绿茶内含物质丰富的基础, 不仅有利于品质化学成分的积累, 还极大地促进了茶叶香气和滋味的发展^[32]。与此同时, 通过对 7 种贵州名优绿茶的品质生化成分对比分析, 发现高含量水浸出物及适量的茶多酚、氨基酸、咖啡碱等物质共同形成了贵州绿茶“嫩浓鲜爽”的特征, 后期可结合贵州名优绿茶的香气物质分析, 充分探究贵州名优绿茶的生化特性, 从而为指导贵州名优绿茶的生产加工和品质提升提供科学的理论依据。

表 7 成分得分系数矩阵
Table 7 Component score coefficient matrix

品质成分	成分	
	1	2
茶多酚(X_1)	0.291	0.213
氨基酸(X_2)	-0.266	-0.268
水浸出物(X_3)	0.224	-0.063
可溶性糖(X_4)	-0.222	0.381
灰分(X_5)	0.195	0.381
咖啡碱(X_6)	0.214	-0.508

表 8 茶样综合得分
Table 8 Composite score of tea samples

茶样	F_1	F_2	F	排名
梵净山云雾茶	-0.58	-0.77	-0.48	7
凤岗锌硒茶	0.07	-0.69	-0.14	4
绿宝石	-1.18	0.62	-0.43	6
贵定云雾茶	-0.49	1.39	0.10	2
都匀毛尖	-0.01	0.25	0.06	3
湄潭翠芽	2.00	0.65	1.14	1
石阡苔茶	0.19	-1.46	-0.27	5

参考文献

[1] 金忠秀. “一片绿叶”串起绿色发展产业链[N]. 贵州日报, 2022-01-24(4).
JIN ZX. “A green leaf” string up the green development industry chain [N]. Guizhou Daily, 2022-01-24(4).

[2] 李俊, 蔡滔, 周雪丽, 等. 贵州绿茶品质分析研究[J]. 中国茶叶, 2017, 39(7): 22–26.
LI J, CAI T, ZHOU XL, *et al.* Study on the quality analysis of green tea in Guizhou [J]. China Tea, 2017, 39(7): 22–26.

[3] LI S, ZHANG L, WAN X, *et al.* Focusing on the recent progress of tea polyphenol chemistry and perspectives [J]. Food Sci Hum Well, 2022, 11(3): 437–444.

[4] 谢娟, 张颖. 影响贵州绿茶品质的因素与提升对策[J]. 农技服务, 2021, 38(4): 69–71.
XIE J, ZHANG Y. Factors affecting the quality of green tea in Guizhou and countermeasures to improve it [J]. Agric Technol Ser, 2021, 38(4): 69–71.

[5] XU C, LIANG L, LI Y, *et al.* Studies of quality development and major chemical composition of green tea processed from tea with different shoot maturity [J]. LWT-Food Sci Technol, 2021, 142(25): 111055.

[6] 许伟, 彭影琦, 张拓, 等. 绿茶加工中主要滋味物质动态变化及其对绿茶品质的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(11): 36–41.
XU W, PENG YQ, ZHANG T, *et al.* Dynamic change of major taste substances during green tea processing and its impact on green tea quality [J]. Food Sci, 2019, 40(11): 36–41.

[7] 郭建军, 周艺, 王小英, 等. 贵州不同产区代表绿茶的品质特征及香气组分分析[J]. 食品工业科技, 2021, 42(5): 78–84.
GUO JJ, ZHOU Y, WANG XY, *et al.* Analysis of quality features and aroma components in Guizhou representative green tea [J]. Sci Technol Food Ind, 2021, 42(5): 78–84.

[8] 赵华富, 周顺珍, 王家伦, 等. 贵州绿茶品质状况综合评价[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(1): 172–175.
ZHAO HF, ZHOU SZ, WANG JL, *et al.* Comprehensive evaluation on the

- quality conditions of Guizhou green tea [J]. *J. Anhui Agric Sci*, 2021, 49(1): 172–175.
- [9] 杨家干. 都匀毛尖成分及其部分生理功能研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- YANG JG. Study on constituent and part of physiological function from Duyun Maojian [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2016.
- [10] 谢勋. 黔产优质绿茶香气成分分析[D]. 贵阳: 贵州大学, 2017.
- XIE X. Analysis of aroma components of high-quality green tea produced in Guizhou [D]. Guiyang: Guizhou University, 2017.
- [11] 陈青, 李祝, 刘健. 贵州五种名茶的香气成分研究[J]. *食品工程*, 2011, (2): 24–28.
- CHEN Q, LI Z, LIU J. Study on aroma components of five well-known teas in Guizhou [J]. *Food Eng*, 2011, (2): 24–28.
- [12] 张正竹. 茶叶生物化学实验教程[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- ZHANG ZZ. Tea biochemistry laboratory tutorial [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2009.
- [13] 李星, 刘学, 李伟. 浅析都匀毛尖茶灰分和水浸出物含量[J]. *农业与技术*, 2020, 40(8): 34–35.
- LI X, LIU X, LI W. Analysis of ash and water leachate content of Duyun Maojian tea [J]. *Agric Technol*, 2020, 40(8): 34–35.
- [14] 刘本英, 周红杰, 王平盛, 等. 茶叶灰分和水浸出物与品质关系[J]. *热带农业科技*, 2007, (3): 22–26.
- LIU BY, ZHOU HJ, WANG PS, *et al*. Ashes and water related to the quality of tea [J]. *Trop Agric Sci Technol*, 2007, (3): 22–26.
- [15] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- WAN XC. Tea biochemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2016.
- [16] MA X, RYU G. Effects of green tea contents on the quality and antioxidant properties of textured vegetable protein by extrusion-cooking [J]. *Food Sci Biotechnol*, 2019, 28: 67–74.
- [17] ZHANG XB. Differences of polyphenols content in Anxi Tieguanyin tea among different seasons and relationship between polyphenols and tea quality [J]. *Agric Sci Technol*, 2014, 15(7): 1191–1195.
- [18] ZHUANG JH, DAI XL, ZHU MQ, *et al*. Evaluation of astringent taste of green tea through mass spectrometry-based targeted metabolic profiling of polyphenols [J]. *Food Chem*, 2020, 305: 125501–125507.
- [19] 刘阳, 奉红琼, 宋常美, 等. 贵州省超微绿茶粉品质分析[J]. *食品研究与开发*, 2021, 42(14): 26–29.
- LIU Y, FENG HQ, SONG CM, *et al*. Quality analysis of ultra green tea powders in Guizhou Province [J]. *Food Res Dev*, 2021, 42(14): 26–29.
- [20] 颜秋晓, 王道平, 李相楹, 等. 黔北茶叶矿质元素与生化品质含量特征分析[J]. *食品研究与开发*, 2022, 43(1): 39–46.
- YAN QX, WANG DP, LI XY, *et al*. Analysis of mineral elements and biochemical quality characteristics of tea in Northern Guizhou Province [J]. *Food Res Dev*, 2022, 43(1): 39–46.
- [21] 吴愈锋. 基于 RS 与 GIS 的茶叶种植生态地质环境适宜性评价研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.
- WU YF. Study on suitability evaluation of ecological geological environment of tea planting based on RS and GIS-Taking Meitan county as an example [D]. Guiyang: Guizhou University, 2019.
- [22] 胡华林, 国洪英, 谭登峰, 等. 南山白毛茶滋味成分分析与品质评价[J]. *安徽农业科学*, 2021, 49(5): 197–199.
- HU HL, GUO HY, TAN DF, *et al*. Taste components analysis and quality evaluation of Nanshan Baimaocha [J]. *J. Anhui Agric Sci*, 2021, 49(5): 197–199.
- [23] 郭颖, 陈琦, 黄峻榕, 等. 茶叶滋味与其品质成分的关系[J]. *茶叶通讯*, 2015, 42(3): 13–15.
- GUO Y, CHEN Q, HUANG JR, *et al*. The tea flavor quality and its ingredients [J]. *J. Tea Commun*, 2015, 42(3): 13–15.
- [24] YANG Z, KINOSHITA T, TANIDA A, *et al*. Analysis of coumarin and its glycosidically bound precursor in Japanese green tea having sweet-herbaceous odour [J]. *Food Chem*, 2009, 114(1): 289–294.
- [25] 陈华葵, 杨江帆. 不同岩区肉桂品种茶叶品质化学成分分析[J]. *食品安全质量检测学报*, 2015, 6(4): 1287–1294.
- CHEN HK, YANG JF. Analysis of the chemical component on quality of Rougui tea in different rock areas [J]. *J. Food Saf Qual*, 2015, 6(4): 1287–1294.
- [26] 陈敏星, 郭雅玲, 郭晓娜. 茶叶中色泽与滋味有效成分的研究态势[J]. *食品安全质量检测学报*, 2014, 5(6): 1818–1823.
- CHEN MX, GUO YL, GUO XN. The research situation of tea and flavour constituents [J]. *J. Food Saf Qual*, 2014, 5(6): 1818–1823.
- [27] 雷亚兰, 周志梅, 李瑾, 等. 基于主成分分析和聚类分析方法评价宝庆桂丁绿茶品质特性[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(6): 269–277.
- LEI YL, ZHOU ZM, LI J, *et al*. Quality analysis of Baoqing guiding green tea based on principal component and cluster analysis [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2022, 43(6): 269–277.
- [28] XU YQ, ZHANG YN, CHEN JX, *et al*. Quantitative analyses of the bitterness and astringency of catechins from green tea [J]. *Food Chem*, 2018, 258: 16–24.
- [29] ZHANG L, CAO QQ, GRANATO D, *et al*. Association between chemistry and taste of tea: A review [J]. *Trends Food Sci Technol*, 2020, 101: 139–149.
- [30] MOHANPURIA P, VINAY K, SUDESH YK. Tea caffeine: Metabolism, functions, and reduction strategies [J]. *Food Sci Biotechnol*, 2010, 19(2): 275–287.
- [31] 徐骥远, 陈斌, 卢利荣, 等. 浮梁槲叶种夏茶加工成红茶和绿茶的品质化学成分变化[J]. *食品安全质量检测学报*, 2022, 13(5): 1604–1610.
- XU JY, CHEN B, LU LR, *et al*. Quality and chemical composition changes of black tea and green tea processed from Fuliang *Castanopsis sinensis* summer tea [J]. *J. Food Saf Qual*, 2022, 13(5): 1604–1610.
- [32] GUO XY, HO CT, SCHWAB W, *et al*. Effect of the roasting degree on flavor quality of large-leaf yellow tea [J]. *Food Chem*, 2021, 347: 129016.

(责任编辑: 郑丽于梦娇)

作者简介

张雪寒, 硕士, 助教, 主要研究方向为茶叶化学与加工。

E-mail: xhzhang5@gzu.edu.cn

尹杰, 硕士, 副教授, 主要研究方向为茶叶加工技术理论与应用。

E-mail: 2667385182@qq.com

刘建军, 博士, 副教授, 主要研究方向为茶叶加工及功能成分化学。

E-mail: junjian.liu@163.com