DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20260530001
引用格式: 石梓君, 杨迪涵, 吕才有, 等. 云南大关翠华贡茶品质分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2026, 17(18): 3–9.
Shi Zijun, Yang Dihan, Lv Caiyou, et al. Quality analysis of Daguan Cuihua tribute tea in Yunnan [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2026, 17(18): 3–9. (in Chinese with English abstract).

云南大关翠华贡茶品质分析

石梓君[1#], 杨迪涵[2#], 吕才有[1], 马 燕[1*]

(1. 云南农业大学茶学院, 昆明 650201; 2. 云南农业大学农学与生物技术学院, 昆明 650201)

摘 要: 目的 探究不同等级大关翠华贡茶感官特征, 测定其生化成分。**方法** 以特一级、特三级、一级、二级金耳环卷曲茶及扁形茶共 5 个绿茶茶样为研究对象, 依据 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》进行感官审评; 采用恒重法测定水浸出物含量, 福林酚比色法测定茶多酚含量, 茚三酮显色法测定游离氨基酸含量, 高效液相色谱法测定儿茶素类、咖啡碱及黄酮类物质含量。**结果** 金耳环二级水浸出物含量最高(49.37%); 金耳环特三级最低(42.67%); 扁形茶游离氨基酸(2.34%)与茶多酚(32.52%)含量均明显高于其余样品; 金耳环二级游离氨基酸含量显著最低(1.33%)。感官审评结果表明, 扁形茶表现为“浓厚醇爽、豆香显著”, 金耳环特一级“鲜爽浓醇、嫩香显著”, 金耳环特三级表现为“鲜爽浓厚, 回甘绵长, 嫩香显著”, 金耳环一、二级滋味强度相对较弱。**结论** 大关翠华贡茶的感官品质优异, 生化成分含量丰富, 适合作为一种云南名优绿茶打造。

关键词: 绿茶; 生化成分; 大关翠华; 感官审评; 品质特征
中图分类号: TS272.7 **文献识别码:** A **文章编号:** 2095–0381(2026)18–0003–07

Quality analysis of Daguan Cuihua tribute tea in Yunnan

SHI Zi-Jun[1#], YANG Di-Han[2#], LV Cai-You[1], MA Yan[1*]

(1. *College of Tea Science*, *Yunnan Agricultural University*, *Kunming* 650201, *China*; 2. *College of Agronomy and Biotechnology*, *Yunnan Agricultural University*, *Kunming* 650201, *China*)

ABSTRACT: Objective To investigate the sensory characteristics and determine the biochemical components of different grades of Daguan Cuihua tribute tea. **Methods** The 5 green tea samples were selected, including flat-shaped tea and 4 grades of golden ear curly tea (special grade I, special grade III, grade I, grade II). Sensory evaluation shall be conducted in accordance with GB/T 23776—2018 *Methods for sensory evaluation of tea*. The content of water extract, tea polyphenols, free amino acids, catechins, caffeine and flavonoids were determined using the constant weight method, folin-phenol colorimetry, ninhydrin colorimetry and high performance liquid chromatography, respectively. **Results** Golden ear special grade II showed the highest water extract content (49.37%), while golden ear special grade III had the lowest (42.67%). The content of free amino acids (2.34%) and tea polyphenols (32.52%) in flat-shaped tea were both

收稿日期: 2026-05-30
基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFD1601804); 云南省重大科技专项计划项目(202402AE090011)
#石梓君和杨迪涵为共同第一作者

第一作者: 石梓君(2003—), 女, 主要研究方向为茶叶生物化学。E-mail: 2934881289@qq.com
杨迪涵(2000—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为茶叶生物化学。E-mail: 1336618370@qq.com
***通信作者:** 马燕(1975—), 女, 硕士, 副教授, 主要研究方向为茶叶生物化学。E-mail: mayan202@163.com

significantly higher than those in other samples, whereas golden ear grade II had the significantly lowest free amino acid content (1.33%). Sensory evaluation results indicated that flat-shaped tea presented a “rich, mellow and refreshing taste with prominent bean fragrance”, golden ear special grade I “tasted fresh, strong and mellow with distinct tender aroma”, and golden ear special grade III “delivered fresh, strong and rich flavor with lasting sweet aftertaste and obvious tender aroma”, while golden ear grade I and II had relatively weaker taste intensity. **Conclusion** Daguan Cuihua tribute tea exhibits excellent sensory evaluation and abundant biochemical components, making it suitable for development as a premium green tea in Yunnan.

KEY WORDS: green tea; biochemical components; Daguan Cuihua; sensory evaluation; quality characteristics

0 引 言

绿茶是不发酵茶类，通过杀青、揉捻、干燥等工艺，借助高温快速钝化酶活性，能够有效抑制多酚类物质氧化，从而最大限度地保留鲜叶中的天然内含物质[1]。绿茶的茶多酚、茶氨酸及咖啡碱等特征性功效成分含量远高于其他发酵茶类，使绿茶具有独特的风味特征与保健价值[2]。同时，茶多酚、游离氨基酸、水浸出物、咖啡碱等主要成分的含量差异，是决定绿茶品质特征的关键因素[3]。据中国茶叶流通协会发布的《2025 年度中国茶叶产销形势分析报告》，2025 年我国绿茶产量约为 214.89 万吨，长期都是我国第一大茶类。除了产量第一位外，还形成了西湖龙井、黄山毛峰、六安瓜片等名优绿茶，名优绿茶的发展不仅对我国茶叶产业作用突出，也是乡村振兴的重要支柱之一。随着茶叶品质化学研究的不断深入，当前对于名优绿茶的品质评价已从单一成分的定量检测，逐步向“感官特征-化学组分-等级标识”的系统关联解析方向深化，建立等级划分的量化化学基础已成为茶叶品质科学领域的核心研究方向之一[4]。

云南是我国茶树种质资源最丰富的省份，但既往品质研究与资源鉴定多聚焦于大叶种茶树资源与普洱茶、滇红等大宗茶类，针对省内中小叶种地方群体种绿茶的系统品质研究较为匮乏，地方历史名茶的品质化学解析尤为不足[5]。大关翠华贡茶产自云南省昭通市大关县翠华镇翠屏山区域，该茶以昭通本地特有的中小叶种苔茶群体品种为核心原料，苔茶类群体种在邻近贵州石阡产区已有儿茶素组分与品质特性的相关研究[6]，但云南本地苔茶资源的系统品质数据相对有限。相较于云南广泛种植的大叶种茶树，大关翠华茶鲜叶游离氨基酸含量更高，所制绿茶的鲜爽度与回甘特性更为突出[7]。得益于大关县优异的的山地生态环境，大关翠华贡茶的外形扁平匀整、色泽黄绿油润、香气清香馥郁、滋味甘醇可口，拥有五百余年历史，是云南知名历史名茶[2,8]。翠华贡茶作为大关县茶产业的核心品牌，凭借稳定出众的品质，一直深受广大消费者的认可，其产业发展对于当地乡村振兴具有重要意义。

近年来，针对我国名优绿茶品质形成机制的研究主要集中于西湖龙井、碧螺春、黄山毛峰等优势产区，研究内容涉及滋味品质形成、生化组成特征及品质评价等方面[9]，并建立了较为完善的品质评价体系。现有研究表明，茶叶等级差异本质上是原料嫩度与加工工艺共同作用下，内含呈味物质的组成与比例发生改变的结果，游离氨基酸、儿茶素组分、酚氨比等指标与茶叶等级及感官品质存在高度关联，可作为等级评价的重要量化参考[10]。目前翠华贡茶的产品等级划分仍以传统感官审评为主，尚未建立配套的生化评价体系，不同等级产品的呈味物质组成规律尚不清晰，其“鲜爽回甘”的典型风味特征缺乏系统的化学机制阐释，感官品质差异与主要滋味成分之间的定量对应关系仍有待解析，这在一定程度上限制了其品质标准化评价及品牌建设。因此，本研究以大关翠华贡茶 5 个代表性等级(金耳环、扁形茶、特一级、特三级和一级)为研究对象，在感官审评基础上，系统测定水浸出物、茶多酚、游离氨基酸、咖啡碱及儿茶素组成等关键品质指标，分析不同等级翠华贡茶的品质特征及主要滋味物质差异，进一步探讨其感官品质与主要化学成分之间的关系。本研究旨在进一步探讨大关翠华贡茶的品质化学特征，为其品质评价及相关研究提供参考，明确其等级差异的物质基础，为其品质评价体系构建、等级划分标准化及产品品质提升提供理论支撑，同时丰富云南中小叶种地方特色绿茶的品质化学数据库，为同类历史名茶的品质研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

大关翠华贡扁形茶、金耳环特一级、金耳环特三级、金耳环一级、金耳环二级茶样均购自云南翠贡茶业有限公司，为大关翠华贡茶目前市场销售的主要产品类型及等级，能够代表其主要商品等级。所有茶样均采用绿茶基本加工工艺(杀青、做形、干燥)加工制成，其中扁形茶与金耳环茶采用不同的做形工艺，其余加工工艺一致。

儿茶素、表儿茶素(epicatechin, EC)、没食子儿茶素(gallocatechin, GC)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、儿茶素没食子酸酯(catechin-3-gallate, CG)、没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechin-3-gallate, GCG)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin-3-gallate, ECG)、表没食子儿茶素

没食子酸酯(epigallocatechin-3-gallate, EGCG)、花旗松素、杨梅素、槲皮素、芦丁、山柰酚、木犀草素、鞣花酸、没食子酸(gallic acid, GA)、茶碱、咖啡碱(色谱纯, 成都曼思特生物科技有限公司); 甲醇、乙腈(色谱纯, 北京迈瑞达科技有限公司); 磷酸(分析纯, 天津市致远化学试剂有限公司); 福林酚、碳酸钠(分析纯, 北京索莱宝科技有限公司); 蒽酮(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司); 磷酸二氢钾(分析纯, 上海源叶生物科技有限公司); 葡萄糖(分析纯, 广东汕头西陇科学股份有限公司); 茚三酮(分析纯, 广州科檬生物科技有限公司); *L*-谷氨酸(分析纯, 上海埃博商贸有限公司); 盐酸、硫酸(分析纯, 重庆市川东化工有限公司)。

1.2　仪器与设备

MOC-120H 快速水分测定仪(日本岛津公司); 1200 型高效液相色谱、TSKgel ODS-80TM 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm)(美国安捷伦有限公司); K6600-A 全波长酶标仪(北京凯奥科技发展有限公司); CT15RE 型离心机(日立公司); SW-CJ-1B 型超净工作台(苏州安泰空气技术有限公司); JM-80 电热恒温水浴锅(上海丹阳包装机械); 101A-2 型电热鼓风恒温干燥箱(上海市崇明实验仪器厂); 756CRT 型紫外可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司); DW-86L626 型医用低温保存箱(青岛海尔生物医疗股份有限公司); YS6060 型色差仪(深圳市三恩时科技有限公司)。

1.3　实验方法

1.3.1　茶叶感官审评

5 个大关翠华贡茶的感官品质依据 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》, 由专业评茶员评定茶样感官品质, 并使用色差仪检测分析 a^*、b^*、L^*参数。

1.3.2　茶叶生化成分

本研究通过快速水分测定仪测定含水量, 通过恒重法测定水浸出物含量, 通过茚三酮显色法测定游离氨基酸含量, 通过福林酚比色法测定茶多酚含量。同时, 使用高效液相色谱法[11], 定量检测大关翠华贡茶中儿茶素类物质、咖啡碱和黄酮类物质含量。

1.4　数据处理

所有数据均重复测定 3 次, 结果以平均值±标准偏差表示。原始数据使用 Microsoft Excel 2021 进行录入与整理; 采用 IBM SPSS Statistics 30.0 软件完成全部统计分析: 先通过单因素方差分析检验不同等级茶样各指标的组间整体差异, 再采用 Duncan 多重比较法进行组间两两比较, 以小写字母标记组间统计学差异, 显著性水平设定为 $P<0.05$; 数据可视化及所有图表均由 TBtools II v2.06 软件绘制完成。

2　结果与分析

2.1　不同等级翠华贡茶感官品质比较

5 个茶样的感官审评结果见表 1 及图 1。感官审评能够综合反映茶叶的外形、汤色、香气、滋味和叶底品质, 是评价茶叶品质最直观的方法[12]。金耳环特一级总分最高(92.88 分), 金耳环特三级次之(92.80 分), 扁形茶最低(90.68 分)。金耳环特一级外形银绿匀整、显毫细嫩, 汤色嫩黄绿明亮, 香气嫩香显著, 滋味鲜爽浓醇。金耳环特三级外形银绿匀整、尚显毫, 汤色浅黄绿明亮, 香气嫩香显著, 滋味鲜爽浓厚、回甘绵长。扁形茶外形绿黄匀整, 汤色浅黄明亮, 香气豆香显著, 滋味苦厚浓醇。

茶汤色差参数(表 2)显示, 5 个茶样的 L^*差异较小(极差 0.3), 表明茶汤均具有较好的明亮度, 与感官审评中“明亮”的描述一致。a^*均为负数, b^*均为正数, 汤色均在黄绿色范围内。扁形茶 b^*最高(11.03), 与其“浅黄”汤色对应; 金耳环特一级与特三级 a^*较高、b^*较低, 汤色分别呈现“嫩黄绿明亮”和“浅黄绿明亮”; 金耳环一级与二级 a^*绝对值较大、b^*中等, 呈现“嫩黄绿明亮”。色差参数与感官审评结果高度吻合。

2.2　不同等级翠华贡茶生化成分比较

5 个茶样的含水量、水浸出物、游离氨基酸及茶多酚含量见表 3。含水量在 2.86%~4.30%之间, 平均为 3.51%, 金耳环特三级最低(2.86%), 金耳环特一级最高(4.30%)。成品绿茶中适宜的含水量是保持其色泽绿润和香气持久的基础条件[13]。水浸出物含量以金耳环二级最高(49.37%), 金

表 1　感官审评结果

Table 1　Results of sensory evaluation

试样名称	外形(25%)	汤色(10%)	香气(25%)	滋味(30%)	叶底(10%)	总分/分
扁形茶	绿黄匀整(90.00)	浅黄明亮(91.00)	豆香显著(91.50)	苦厚浓醇(90.00)	黄绿匀整(92.00)	90.68
金耳环特一级	银绿匀整 显毫细嫩(93.67)	嫩黄绿明亮 (93.67)	嫩香显著 (93.00)	鲜爽浓醇(92.50)	嫩绿匀整(91.00)	92.88
金耳环特三级	银绿匀整 尚显毫(89.33)	浅黄绿明亮 (93.67)	嫩香显著 (95.00)	鲜爽浓厚 回甘绵长(93.50)	嫩绿匀整(93.00)	92.80
金耳环一级	墨绿匀整(90.67)	嫩黄绿明亮 (92.33)	嫩香显著(92.50)	鲜爽浓烈(91.00)	青绿匀整(90.00)	91.33
金耳环二级	墨绿匀整(88.67)	嫩黄绿明亮 (93.67)	嫩香显著(92.50)	鲜爽浓厚(91.00)	青绿匀整(91.00)	91.06

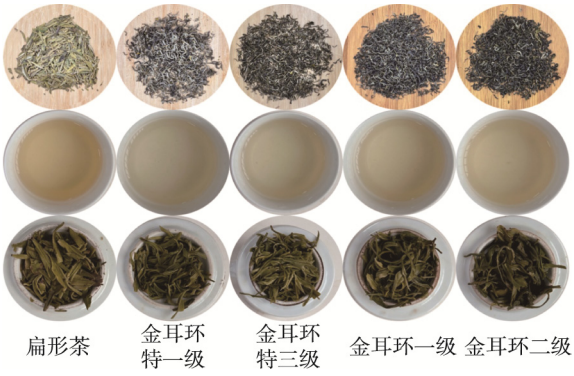


图 1 感官审评图
Fig.1 Chart of sensory evaluation

表 2 茶汤的颜色参数
Table 2 Color parameters of the tea infusion

试样名称	L^*	a^*	b^*
扁形茶	94.64^{a}	–1.67^{b}	11.03^{a}
金耳环特一级	94.93^{a}	–1.23^{a}	6.77^{c}
金耳环特三级	94.89^{a}	–1.27^{a}	6.97^{c}
金耳环一级	94.63^{a}	–1.59^{ab}	9.15^{b}
金耳环二级	94.92^{a}	–1.69^{b}	8.75^{b}

注: 同列不同小写字母表示组间具有显著性差异(P<0.05), 下同。

耳环特三级最低(42.67%)。水浸出物含量与绿茶感官总分呈显著正相关, 是区分绿茶等级的重要指标[14]。水浸出物含量越高, 表明茶叶中可溶性物质越丰富, 茶汤口感更醇厚[15]。茶多酚、氨基酸和咖啡碱等生化成分的含量与比例是决定绿茶感官品质的物质基础[16]。

游离氨基酸含量组间差异显著(P<0.05), 扁形茶含量最高(2.34%), 金耳环二级最低(1.33%), 金耳环系列中游离氨基酸含量随等级降低呈下降趋势: 特一级(2.02%)>特三级(1.74%)>一级(1.64%)>二级(1.33%)。这种等级差异可能归因于原料嫩度的差异—茶树嫩叶新陈代谢更活跃, 氨基酸合成与积累更充分[17]。游离氨基酸是绿茶鲜爽味的主要贡献物质[18], 其含量高低直接影响茶汤的鲜爽度[19]。除此之外, 茶氨酸作为绿茶中含量最丰富的游离氨基酸, 还具有抗疲劳、缓解焦虑、改善睡眠等多种生理功能[20]。

茶多酚含量组间差异显著(P<0.05), 扁形茶含量最高(32.52%), 金耳环一级含量最低(21.09%)。茶多酚是绿茶涩味和浓强度的主要来源[21], 同时, 茶多酚在抗氧化、抗肿瘤、抗辐射、抗动脉粥样硬化等方面均显示出良好的生物活性[22]。扁形茶茶多酚含量最高, 但与特一级、特三级和一级茶样相比差异不显著; 二级茶样的茶多酚含量显著低于其他茶样(P<0.05)。在感官上体现为“苦厚浓醇”的滋味特征; 金耳环一级茶多酚含量最低, 滋味强度相对较弱。

茶多酚与游离氨基酸的比值(酚氨比)是造成绿茶品质差异的主要影响因素[12]。研究表明, 酚氨比与茶汤滋味的浓度、鲜度和醇度存在高度关联, 相关系数分别达–0.925、–0.719 和–0.928[23]。5 个茶样的酚氨比计算结果如下: 扁形茶 13.90, 金耳环特一级 14.47, 金耳环特三级 16.94, 金耳环一级 12.86, 金耳环二级 19.58。当酚氨比低于 10 时, 茶汤鲜爽感占主导; 高于 20 时, 苦涩感显著增强[24]。

表 3 翠华贡茶生化成分结果
Table 3 Biochemical composition results of Cuihua tribute tea

样品	含水量/%	水浸出物/%	游离氨基酸/%	茶多酚/%
扁形茶	3.88	47.67±1.02^{ab}	2.34±0.21^{a}	32.52±0.72^{a}
金耳环特一级	4.30	46.26±0.94^{ab}	2.02±0.17^{ab}	29.23±0.70^{a}
金耳环特三级	2.86	42.67±2.79^{b}	1.74±0.17^{b}	29.47±0.61^{a}
金耳环一级	3.25	47.05±2.05^{ab}	1.64±0.16^{bc}	21.09±0.82^{c}
金耳环二级	3.25	49.37±1.26^{a}	1.33±0.18^{c}	26.04±0.50^{b}

2.3 翠华贡茶儿茶素、咖啡碱含量

儿茶素类是绿茶风味与功能的核心物质, 本次检测共覆盖 8 种主要儿茶素单体, 分为非酯型儿茶素(儿茶素、EC、EGC、GC)与酯型儿茶素(CG、ECG、EGCG、GCG)大类(图 2)。酯型儿茶素是绿茶苦涩味的主要来源, 而非酯型儿茶素则呈现鲜爽与回甘[3]。非酯型儿茶素(儿茶素、EC、EGC、GC)总量组间差异显著(P<0.05), 扁形茶含量显著最高(55.93 mg/g), 金耳环一级含量显著最低(30.01 mg/g)。其中 EGC 含量差异最为显著, 扁形茶(40.80 mg/g)是金耳环一级(13.46 mg/g)的 3.03 倍, 差异达显著水平(P<0.05)。EGC 是绿茶中对茶汤滋味鲜爽度贡献最高的儿茶素单体, 其感官阈值低于其他非酯型儿茶素, 并能与咖啡碱、茶氨酸等形成氢键络合物, 减弱酯型儿茶素的苦涩感[25]。扁形茶 EGC 含量显著高于其他茶样(P<0.05), 为其茶汤的鲜爽度提供了良好基础; 金耳环一级 EGC 含量最低, 鲜爽度相对不足。金耳环特一级 GC 含量(15.18 mg/g)显著高于其他样品(P<0.05), GC 是 EGC 的差向异构体, 呈味特性与 EGC 高度相似[23], 可有效弥补其 EGC 含量的不足。

酯型儿茶素(CG、ECG、EGCG、GCG)总量在各茶样间无显著差异, 但酯型儿茶素占总儿茶素的比例存在明显差异: 金耳环一级显著最高(44.00%), 扁形茶显著最低(31.78%)。酯型儿茶素占比越高, 茶汤的苦涩味与收敛性越强[26]。在酯型儿茶素中, EGCG 的苦味阈值(0.5 mmol/L)低于 ECG (0.8 mmol/L), 前者对苦味的贡献更大[27]。金耳环一级酯型儿茶素占比最高, 但其茶多酚总量最低, 因此整体苦涩感并不突出; 而扁形茶虽然酯型儿茶素占比最低, 但其非酯型儿茶素总量极高(尤其是 EGC), 加之茶多酚总量最高, 仍呈现明显的苦厚特征。

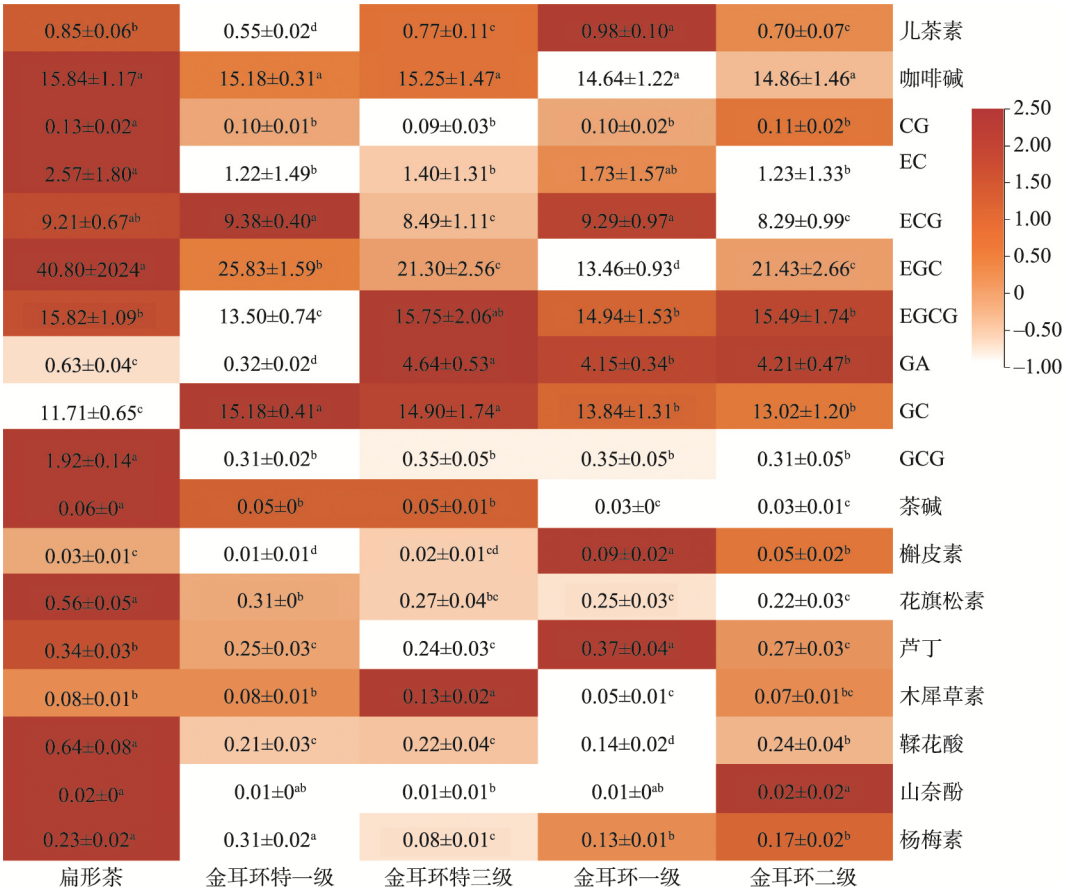
不同组间咖啡碱含量存在一定差异, 但差异未达到统计学显著水平(P>0.05), 扁形茶最高, 金耳环一级最低(14.64 mg/g)。咖啡碱是茶汤苦味的重要来源, 味觉阈值仅为 0.02%[28]。咖啡碱虽具有苦味, 但其与 EGCG 等酯型儿茶素形成氢键络合物后, 可降低苦涩味的感知强度, 同时

提升茶汤的醇和度[29]。但感官审评中，扁形茶苦味明显强于金耳环特一级与特三级，而三者咖啡碱含量差异不大，表明扁形茶的“苦厚”可能更多源于其他苦涩物质(如高含量EGCG、茶多酚)而非咖啡碱本身。咖啡碱与儿茶素之间的络合作用也会影响苦味的感知强度[25]。

黄酮类化合物是茶叶中一类重要的次生代谢产物，占干重的 2%~4%，对香气的层次、色泽的稳定性以及耐泡性都有较大影响[25]。黄酮醇糖苷类化合物味觉阈值极低，对茶汤的苦涩味贡献较大[30]。结合本研究品质分析的核心目的来看，花旗松素、鞣花酸、木犀草素、芦丁、槲皮素是造成不同等级翠华贡茶风味分异的核心黄酮类主成分，其含量差异与茶样的感官特征具有明确对应性。本研究所测 7 种黄酮类化合物(槲皮素、花旗松素、芦丁、木犀草素、鞣花酸、山奈酚、杨梅素)含量见图 2。

其中扁形茶的花旗松素、鞣花酸含量在所有样品中显著高于其他样品(P<0.05)，二者与茶汤醇厚感以及香气丰富度相关，是扁形茶“浓厚醇爽、豆香显著”风味的重要物质支撑。金耳环特三级的木犀草素含量最高，对茶汤色泽稳定性与回甘质感具有正向作用，与其“回甘绵长”的感官特征相契合。芦丁与槲皮素在金耳环一级中含量显著最高，金耳环二级的山奈酚含量显著最高(P<0.05)。这类黄酮组分味觉阈值较低，但在一定程度上增加了低等级茶样的苦涩感，与其滋味协调性不足的特征相对应。各黄酮类组分在不同茶样间均存在显著差异(P<0.05)，这可能与其风味特征有一定关系，同时也为茶叶的保健功效提供了物质基础[31]。

为进一步揭示不同等级翠华贡茶品质成分的整体差异，以 EGCG、EGC、ECG、EC、GCG、GC、儿茶素、CG、茶多酚、游离氨基酸及咖啡碱含量为变量进行主成分分析(图 3)。结果表明，PC1 和 PC2 分别解释了 65.41%和 25.55%的总变异，累计解释率达到 90.96%，说明所选指标能够较好地反映不同等级翠华贡茶的品质差异。不同茶样在 PC1 和 PC2 平面上呈现出较好的聚类和分离趋势，其中扁形茶沿 PC1 负方向与其他组明显分离，表明其品质组成与其他等级存在较大差异；金耳环特一级和金耳环特三级分布区域存在一定重叠，说明二者化学组成较为接近；金耳环一级和金耳环二级主要分布于 PC1 正方向，虽然存在部分交叠，但总体能够形成相对独立的聚类。各组样品重复点聚集紧密，说明实验重复性良好，组内差异较小。上述结果表明，不同等级翠华贡茶在主要品质成分组成上存在明显差异，主成分分析能够有效区分不同等级茶样。



注：不同小写字母表示具有显著性差异(P<0.05)。

图 2　儿茶素、咖啡碱含量(mg/g)

Fig.2　Content of catechin and caffeine (mg/g)

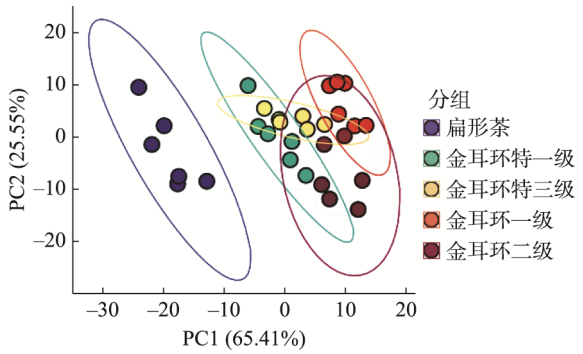


图 3 不同等级翠华贡茶主要品质成分的主成分分析

Fig.3 Principal component analysis of the key quality components in different grades of Cuihua tribute tea

3 讨论与结论

本研究对大关翠华贡茶 5 个不同等级茶样的生化成分与感官品质进行了系统分析。结果表明，茶叶内含物质的组成成分与含量差异是造成其感官品质差异的核心原因。水浸出物、游离氨基酸、茶多酚、儿茶素组分及黄酮类化合物在不同等级茶样间呈现规律性差异，并与感官审评结果存在良好的对应关系。

扁形茶多酚与游离氨基酸含量均最高，酚氨比 13.90，浓强度与鲜爽度基础充足，其非酯型儿茶素总量最高，酯型儿茶素占比仅 31.78%，鲜爽组分有效调和苦涩感，对应“浓厚醇爽、豆香显著”的特征。金耳环特一级游离氨基酸含量 2.02%，酚氨比 14.47，处于滋味协调最优区间，GC 含量为所有样品最高，补充鲜爽味贡献，配合适中的酯型儿茶素比例，对应“鲜爽浓醇、嫩香显著”的表现；金耳环特三级酚氨比 16.94，儿茶素组成协调，咖啡碱与酯型儿茶素的络合作用缓和入口苦涩、带来回甘，虽水浸出物含量最低，但物质比例均衡，仍呈现“鲜爽浓厚，回甘绵长”的优质风味。金耳环一级与二级随等级降低，游离氨基酸逐步下降，且茶多酚绝对含量偏低，茶汤内含物浓度不足，整体滋味强度相对较弱。综上所述，大关翠华贡茶各等级品质特征鲜明，整体品质优异，适合作为云南名优绿茶打造推广，本研究可为其品质评价与等级划分提供理论依据。

参考文献

[1] 宋玉函, 李响. 绿茶品质及安全性评价检测技术研究综述[J]. 食品工业, 2019, 40(12): 228–231.
Song Yuhan, Li Xiang. Research overview on quality and safety evaluation detection techniques of green tea [J]. The Food Industry, 2019, 40(12): 228–231.

[2] 佚名. 科技之光照亮希望田野[N]. 云南日报, 2024-06-21 (8).
Anonymous. The Light of Science and Technology Illuminates Hopeful Farmlands [N]. Yunnan Daily, 2024-06-21 (8).

[3] 桂安辉, 高士伟, 叶飞, 等. 不同产地扁形绿茶的品质成分差异分析[J]. 食品工业科技, 2020, 41(20): 218–223, 229.
Gui Anhui, Gao Shiwei, Ye Fei, et al. Differential analysis of quality components of flat green tea from different producing areas [J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(20): 218–223, 229.

[4] 刘奇, 欧阳建, 刘昌伟, 等. 茶叶品质评价技术研究进展[J]. 茶叶科学, 2022, 42(3): 316–330.
Liu Qi, Ouyang Jian, Liu Changwei, et al. Research progress of tea quality evaluation technology [J]. Journal of Tea Science, 2022, 42(3): 316–330.

[5] 宋维希, 刘本英, 矣兵, 等. 云南茶树优异种质资源的鉴定评价与筛选[J]. 茶叶科学, 2011, 31(1): 45–52.
Song Weixi, Liu Benying, Yi Bing, et al. Identification, evaluation and screening on elite and rare tea germplasms from Yunnan Province [J]. Journal of Tea Science, 2011, 31(1): 45–52.

[6] 林开勤, 魏杰, 汪安然, 等. 基于儿茶素组分的石阡苔茶茶树资源品质特性分析[J]. 贵茶, 2023(2): 28–33.
Lin Kaiqin, Wei Jie, Wang Anran, et al. Quality characteristics analysis for resources of *Camellia sinensis* of Shiqian Tai tea based on catechin components [J]. Journal of Guizhou Tea, 2023(2): 28–33.

[7] 鲁鱼. 大关县翠华镇产业发展探析[N]. 昭通日报, 2025-05-17 (3).
Lu Yu. An Analysis of Industrial Development in Cuihua Town, Daguan County [N]. Zhaotong Daily, 2025-05-17 (3).

[8] 王江川, 徐天禄, 吕才有. 大关县茶产业发展现状及对策[J]. 福建茶叶, 2025, 47(11): 37–40.
Wang Jiangchuan, Xu Tianlu, Lv Caiyou. Present situation and countermeasures of tea industry development in Daguan County [J]. Tea in Fujian, 2025, 47(11): 37–40.

[9] 江新凤, 张贱根, 王礼献, 等. 浮梁绿茶滋味特征性组分分析[J]. 食品研究与开发, 2026, 47(8): 176–183.
Jiang Xinfeng, Zhang Jiangen, Wang Lixian, et al. Analysis of characteristic taste components of Fuliang green tea [J]. Food Research and Development, 2026, 47(8): 176–183.

[10] 杨娟, 袁林颖, 王杰, 等. 永川秀芽活性成分及滋味特征分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(17): 283–290.
Yang Juan, Yuan Linying, Wang Jie, et al. Analysis of active ingredients and taste characteristics of Yongchuan xiuya [J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(17): 283–290.

[11] Nian Bo, Chen Lijiao, Yi Chao, et al. A high performance liquid chromatography method for simultaneous detection of 20 bioactive components in tea extracts [J]. Electrophoresis, 2019, 40(21): 2837–2844.

[12] 周巧仪, 曾伟霞, 张建中, 等. 客家炒青绿茶品质成分及香气特征分析[J]. 现代食品科技, 2023, 39(11): 242–252.
Zhou Qiaoyi, Zeng Weixia, Zhang Jianzhong, et al. Analysis of quality components and aroma characteristics of *Hakka* roasted green tea [J]. Modern Food Science & Technology, 2023, 39(11): 242–252.

[13] Dai Qianying, Liu Sitong, Jiang Yurong, et al. Recommended storage temperature for green tea based on sensory quality [J]. Journal of Food Science and Technology, 2019, 56(9): 4333–4348.

[14] 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 Wei, Peng Yingqi, Zhang Tuo, et al. Dynamic change of major taste substances during green tea processing and its impact on green tea quality [J]. Food Science, 2019, 40(11): 36–41.

[15] 陈栖梧. 陈年白茶感官审评现状浅析[J]. 中国茶叶, 2022, 44(2): 35–38.
Chen Qiwu. Analysis on the current situation of sensory evaluation of

aged white tea [J]. China Tea, 2022, 44(2): 35–38.

[16] 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 Yalan, Zhou Zhimei, Li Jin, et al. Quality analysis of Baoqing guiding green tea based on principal component and cluster analysis [J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(6): 269–277.

[17] 牟凤娟, 徐峥嵘. 不同茶树资源生化成分差异的初步研究[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(4): 685, 687.
Mou Fengjuan, Xu Zhengrong. Preliminary study on several biochemical components in the different tea resources [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2006, 34(4): 685, 687.

[18] Huang Yifeng, Dong Wentao, Sanaeifar A, et al. Development of simple identification models for four main catechins and caffeine in fresh green tea leaf based on visible and near-infrared spectroscopy [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2020, 173: 105388.

[19] 徐玉婕, 戴晓晶, 吴纪忠, 等. 白化和黄化茶树品种绿茶游离氨基酸、儿茶素类及咖啡碱差异分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2023, 31(5): 643–652.
Xu Yujie, Dai Xiaojing, Wu Jizhong, et al. Differences of free amino acids, catechins and caffeine between albino and etiolated tea varieties [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2023, 31(5): 643–652.

[20] 钟添宇, 毛子鋆, 吴斌, 等. 茶氨酸提制及生理功能研究与食品应用进展[J]. 食品科技, 2024, 49(10): 293–302.
Zhong Tianyu, Mao Zijun, Wu Bin, et al. Extraction and physiological function of theanine and progress in food application [J]. Food Science and Technology, 2024, 49(10): 293–302.

[21] 王海利, 黄海铃, 崔燕, 等. 不同品种绿茶的酚氨值与茶滋味相关性分析[J]. 食品工业科技, 2018, 39(16): 208–212.
Wang Haili, Huang Hailing, Cui Yan, et al. Correlation between the phenolic ammonia ratio and taste of different kinds of green tea [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(16): 208–212.

[22] 杨新, 陈莉, 卢红梅, 等. 茶多酚提取与纯化方法及其功能活性研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(5): 322–328, 332.
Yang Xin, Chen Li, Lu Hongmei, et al. Research progress on extraction and purification methods of tea polyphenols and its functional activities [J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(5): 322–328, 332.

[23] 张英娜, 嵇伟彬, 许勇泉, 等. 儿茶素呈味特性及其感官分析方法研究进展[J]. 茶叶科学, 2017, 37(1): 1–9.
Zhang Yingna, Ji Weibin, Xu Yongquan, et al. Rewiew on taste characteristic of catechins and its sensory analysis method [J]. Journal of Tea Science, 2017, 37(1): 1–9.

[24] 陈宗懋. 中国茶叶大辞典[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008: 716.
Chen Zongmao. China tea dictionary [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008: 716.

[25] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2003.
Wan Xiaochun. Tea biochemistry [M]. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2003.

[26] 徐文平, 李大祥, 张正竹, 等. 绿茶几种化学组分苦涩味非线性回归分析及在感官审评中的应用[J]. 茶叶科学, 2010, 30(5): 399–406.
Xu Wenping, Li Daxiang, Zhang Zhengzhu, et al. The nonlinear regression of bitterness and astringency of main compounds in green tea and the application in organoleptic tests [J]. Journal of Tea Science, 2010, 30(5): 399–406.

[27] Xu Yongquan, Zhang Yingna, Chen Jianxin, et al. Quantitative analyses of the bitterness and astringency of catechins from green tea [J]. Food Chemistry, 2018, 258: 16–24.

[28] 王云富, 崔彩芳, 孙兆岳, 等. 花旗松素的提取、检测及功能研究进展[J]. 江苏农业学报, 2024, 40(2): 376–384.
Wang Yunfu, Cui Caifang, Sun Zhaoyue, et al. Research progress on extraction, detection and function of taxifolin [J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2024, 40(2): 376–384.

[29] Ishizu T, Tsutsumi H, Sato T. Mechanism of creaming down based on chemical characterization of a complex of caffeine and tea catechins [J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 2016, 64(7): 676–686.

[30] 黄永桥, 高亮, 吴新文, 等. 绿茶中 21 种黄酮醇糖苷类化合物的鉴别及地理溯源[J]. 中国食品学报, 2024, 24(2): 315–326.
Huang Yongqiao, Gao Liang, Wu Xinwen, et al. Identification and geographical traceability of 21 flavonol glycosides in green tea [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2024, 24(2): 315–326.

[31] Lin Ning, Liu Xuyang, Zhu Wenfeng, et al. Ambient ultraviolet B signal modulates tea flavor characteristics *via* shifting a metabolic flux in flavonoid biosynthesis [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69(11): 3401–3414.

(责任编辑: 蔡世佳　安香玉)