

# 不同类型沱茶品质与特征性成分分析

常睿<sup>1,2</sup>, 陈善敏<sup>1,2</sup>, 罗红玉<sup>1,2</sup>, 张丽<sup>3</sup>, 张莹<sup>1,2</sup>, 王杰<sup>1,2</sup>, 钟应富<sup>1,2\*</sup>

[1. 重庆市农业科学院茶叶研究所, 永川 402160; 2. 重庆市茶叶工程技术研究中心, 永川 402160;  
3. 大闽食品(漳州)有限公司, 漳州 363000]

**摘要:** **目的** 探究不同类型沱茶的品质和特征性成分。**方法** 采用高效液相色谱法、Lab 颜色模型和感官审评等方法, 比较分析供试沱茶的主要品质成分、干茶色泽和感官品质, 结合多元统计学方法明确不同沱茶的特征化学物质组成。**结果** 云岭沱茶的感官审评综合得分高于其他沱茶, 其汤色亮度和叶底嫩度优于其他沱茶, 下关沱茶以儿茶素、表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯含量较高, 而茶黄素含量较低为特征, 山城沱茶以茶红素含量较高, 而水浸出物、咖啡碱、没食子酸含量较低为特征, 云岭沱茶以茶黄素、茶多酚、表没食子儿茶素没食子酸酯、表没食子儿茶素、没食子酸、咖啡碱含量较高, 而茶红素、茶褐素、儿茶素含量较低为特征, 与沱茶感官审评得分呈显著正相关的生化成分有茶多酚、咖啡碱、没食子酸、茶黄素、表没食子儿茶素、表没食子儿茶素没食子酸酯。**结论** 不同类型沱茶生化成分的含量与组成特征差异较大。

**关键词:** 沱茶; 感官品质; 颜色模型; 主成分分析; 相关性分析

## Quality and characteristic components of different types of Tuo tea

CHANG Rui<sup>1,2</sup>, CHEN Shan-Min<sup>1,2</sup>, LUO Hong-Yu<sup>1,2</sup>, ZHANG Li<sup>3</sup>, ZHANG Ying<sup>1,2</sup>,  
WANG Jie<sup>1,2</sup>, ZHONG Ying-Fu<sup>1,2\*</sup>

[1. *Tea Research Institute of Chongqing Academy of Agricultural Science, Yongchuan 402160, China;*  
2. *Chongqing Engineering Technology Research Center for Tea, Yongchuan 402160, China;*  
3. *Damin Foodstuff (Zhangzhou) Co., Ltd., Zhangzhou 363000, China*]

**ABSTRACT: Objective** To explore the quality and characteristic components of different types of Tuo tea. **Methods** The main quality components, dry tea color and sensory quality of Tuo tea were compared and analyzed with high performance liquid chromatography, Lab color model and sensory evaluation, and the characteristic chemical composition of different Tuo tea were determined by multivariate statistical method. **Results** Comprehensive sensory evaluation score of Yunling Tuo tea was higher than other Tuo teas, and its soup color brightness and leaf bottom tenderness were better than other Tuo teas, Xiaguan Tuo tea was characterized by higher content of catechin, epicatechin and epicatechingallate and lower theaflavin content, Shancheng Tuo tea was

**基金项目:** 重庆市农业科学院市级财政专项基础科研项目(NKY-2022AC013)、重庆市技术创新与应用发展专项重点项目(cstc2019jscx-dxwtBX0030)、重庆市农业科学院市级财政专项重大产业技术创新项目(NKY-2022AB026)、重庆市自然科学基金项目(cstc2019jcyj-msxmX0621)

**Fund:** Supported by the Chongqing Academy of Agricultural Sciences Municipal Finance Special Basic Research Project (NKY-2022AC013), the Chongqing Municipal Technology Innovation and Application Development Special Key Project (cstc2019jscx-dxwtBX0030), the Chongqing Academy of Agricultural Sciences Municipal Finance Special Major Industrial Technology Innovation (NKY-2022AB026), and the Chongqing Natural Science Foundation Project (cstc2019jcyj-msxmX0621)

\*通信作者: 钟应富, 研究员, 主要研究方向为茶叶加工工艺与机械化、茶叶新产品开发研究。E-mail: cqtea1999@163.com

\*Corresponding author: ZHONG Ying-Fu, Professor, Tea Research Institute of Chongqing Academy of Agricultural Science, No.2, Guishan Road, Yongchuan 402160, China. E-mail: cqtea1999@163.com

characterized by higher thearubigin content and lower content of water extract, caffeine and gallic acid, Yunling Tuo tea was characterized by higher content of theaflavin, tea polyphenols, epigallocatechin gallate, epigallocatechin, gallic acid, and caffeine, and lower content of thearubigin, theabrownin, and catechin, the biochemical components that were significantly positively correlated with sensory evaluation were tea polyphenols, caffeine, gallic acid, theaflavin, epigallocatechin and epigallocatechin gallate. **Conclusion** There are great differences in the biochemical components content and composition characteristics between different Tuo teas.

**KEY WORDS:** Tuo tea; sensory quality; color model; principal component analysis; correlation analysis

## 0 引言

沱茶起源于明代,由唐宋时期的团饼茶演变而来,属紧压茶,因外形似碗,紧实成沱,且早期在四川宜宾地区的沱江一带畅销而得名<sup>[1]</sup>。沱茶不仅具有外形圆正、色泽暗褐油润、滋味浓厚耐冲泡、汤色橙黄明亮、香气馥郁等品质特征,还具有减肥降脂、抗氧化、降血压、调节胃肠道等生理保健功效<sup>[2-4]</sup>,曾主销云南、西藏、四川等地,深受边疆少数民族同胞的喜爱,在民族团结和文化交流方面作出了积极贡献,现如今在西南地区仍具有广大消费群体。独特的原料拼配和紧压技术造就了沱茶特有的品质特征,但又因产地、自然环境、茶树品种和制作工艺等因素影响,不同类别沱茶各具特色,如云南下关沱茶是以云南大叶种晒青毛茶为原料蒸压制成<sup>[5]</sup>;重庆沱茶是以晒青、炒青和烘青毛茶为原料,经搭配、筛分、整形、拼堆、称料、蒸压成型、干燥等工序制成;云岭沱茶主要采用重庆本地夏秋季烘晒结合毛茶原料,与炒青绿茶按比例拼配后,经传统沱茶压制与烘焙工艺制成<sup>[6]</sup>。与具有成熟消费市场的其他茶类相比,急需转型升级的沱茶产品品质缺乏稳定性,品质形成机制还有待深入探索和研究。目前其研究仍局限在加工工艺创新和拼配方案探索,生化成分的含量和组成对沱茶的化学品质和风味特征有决定性影响,因此,通过感官审评和理化检测分析沱茶的品质特征,筛选其特征性成分,对于提升沱茶市场消费和持续发展具有重要意义。

聂学滢等<sup>[7]</sup>采用消费者喜好标度和最适标度对 14 个市售和自制沱茶样品进行审评,发现不同沱茶样品之间风味差距明显,消费者喜爱熟板栗香突出、烟味无或弱、滋味浓强的沱茶产品;罗红玉等<sup>[8]</sup>对比不同干燥方式的

沱茶原料茶在常温贮藏 1 年过程中的品质变化规律,发现晒青毛茶经 80℃烘干处理的茶样茶多酚含量低、酚氨比值低、可溶性糖含量高,具有较好的贮藏性能。但是目前关于沱茶的相关研究仍然较少,因此本研究以重庆地区主销的云岭沱茶、山城沱茶、下关沱茶为研究对象,采用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)等检测其主要生化成分,并通过主成分分析法(principal component analysis, PCA)和相关性分析筛选引起不同沱茶产生差异及影响感官审评结果的主要物质,以期明确不同类别沱茶的特征品质,为沱茶加工工艺和品质提升提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

供试样品来源于重庆地区主销沱茶样品,详见表 1,同一公司的样品采集前均贮藏于该公司恒温恒湿条件的仓库(实测环境温度为 4~8℃,湿度为 40%~50%),采集后均贮藏于实验室 4℃冰箱,以保证贮藏环境的一致性。

咖啡碱、没食子酸、儿茶素(catechin, C)、表儿茶素(epicatechin, EC)、没食子儿茶素(gallocatechin, GC)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechingallate, ECG)、没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechingallate, GCG)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)标准品(纯度≥98%,美国 Sigma 公司);甲醇、冰乙酸(色谱纯)、福林酚、亚硝酸钠、三氯化铝、芦丁、水合茚三酮、谷氨酸、硫酸、萘酮、葡萄糖、乙酸乙酯、正丁醇、草酸(分析纯)(重庆铂锶钛科技有限公司)。

表 1 沱茶样品信息  
Table 1 Sample information of Tuo tea

样品名称	茶树品种	原料工艺	生产公司	生产时间
云岭沱茶	蜀永 3 号	烘晒结合夏秋毛茶、炒青	重庆云岭茶业科技有限责任公司	2020 年 9 月
下关沱茶	云南大叶种	晒青	云南下关沱茶(集团)股份有限公司	2020 年 10 月
山城沱茶	四川中小叶群体种	晒青、炒青和烘青	重庆益丰茶叶有限公司	2020 年 12 月

## 1.2 仪器与设备

Agilent-1200 型高效液相色谱仪、Hypersil BDS C<sub>18</sub> 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm)(中国安捷伦科技有限公司); Multiskan GO 酶标仪(中国赛默飞世尔科技有限公司); TU1901 紫外-可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司); CR410 便携式色差计(中国柯尼卡美能达投资有限公司); 3-30K 冷冻离心机(德国 Sigma 公司)。

## 1.3 实验方法

水浸出物含量测定参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》; 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》中的福林酚法; 黄酮含量测定采用 AlCl<sub>3</sub> 比色法<sup>[9]</sup>; 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》中的茚三酮比色法; 可溶性糖含量测定采用蒽酮比色法<sup>[10]</sup>; 茶色素类含量测定采用系统分析法<sup>[11]</sup>; 感官审评方法依据 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》进行; 干茶色泽采用便携式色差计测定, 三点测定, 每点重复 3 次, 衍生指标计算方法参照 CHEN 等<sup>[12]</sup>和李运奎等<sup>[13]</sup>的研究方法。

没食子酸、咖啡碱、儿茶素组分采用 HPLC 检测, 色谱柱: Hypersil BDS C<sub>18</sub> 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相 A: 甲醇, 流动相 B: 2%冰乙酸; 进样量: 10 μL; 流速: 0.8 mL/min; 柱温: 30°C; 检测波长: 278 nm。采用梯度洗脱程序<sup>[14-15]</sup>。

## 1.4 数据处理

每组实验重复 3 次, 数据取平均值。采用 Origin 2019 绘制图形, IBM SPSS Statistics 26 对数据进行单因素方差分析(Duncan 法)、PCA 和相关性分析。图表中不同字母表

示差异显著( $P<0.05$ ), 相同字母表示差异不显著( $P>0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 感官品质及干茶色泽分析

由表 2 可知, 不同类型沱茶的外形基本无差异, 云岭沱茶的感官审评综合得分高于其他沱茶, 其汤色亮度及叶底嫩度均优于其他沱茶, 下关沱茶的香气得分最高, 山城沱茶的滋味得分最高。不同类型沱茶的香气各具特色, 云岭沱茶呈现栗香、熟香, 下关沱茶呈现陈香, 而山城沱茶略有粗老味。有研究表明, 原料是决定沱茶滋味形成的物质基础, 由云南大叶种加工而成的下关沱茶滋味浓度较优, 而由大叶种和中小叶种混合加工而成的沱茶较单一原料, 滋味浓度和醇度会有不同程度的协调和改善<sup>[16]</sup>, 这与本研究结果一致。

在 Lab 颜色模型中,  $L^*$  代表明亮度,  $a^*$  代表红绿度,  $b^*$  代表黄蓝度<sup>[13]</sup>。由表 3 可知, 云岭沱茶的干茶亮度显著高于其他沱茶; 下关沱茶的  $a^*$  显著高于其他沱茶, 山城沱茶次之, 最低的是云岭沱茶( $P<0.05$ ); 山城沱茶的  $b^*$  显著高于下关沱茶, 表明山城沱茶干茶的黄度显著高于下关沱茶。同时, 在三维颜色坐标系基础上衍生出的系列指标中,  $b/a$  代表色相,  $Sab$  代表色彩饱和度,  $Cab$  代表色调彩度, 反映色素浓度,  $Hab$  代表色相角, 反映颜色的总体倾向<sup>[16]</sup>。由表 3 可知, 云岭沱茶的色相值显著高于其他沱茶, 干茶颜色饱和度由高到低为山城沱茶>下关沱茶>云岭沱茶( $P<0.05$ ), 山城沱茶的色调彩度显著高于其他沱茶, 当  $0^\circ<Hab<90^\circ$  时表示由红色到橘红, 再逐渐转变成黄色的过程, 3 种沱茶色相角范围为  $78.92^\circ\sim 88.76^\circ$ , 说明 3 种沱茶干茶色泽黄色程度均较高, 由高到低为云岭沱茶>山城沱茶>下关沱茶。

表 2 3 种沱茶的感官品质比较( $n=3$ )  
Table 2 Comparison of the sensory qualities of 3 kinds of Tuo teas ( $n=3$ )

样品名称	外形/20%		汤色/10%		香气/30%		滋味/35%		叶底/5%		总分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
云岭沱茶	松紧适度	90	橙黄尚亮	88	栗香、熟香	85	醇和欠浓	86	嫩匀	88	86.8
下关沱茶	松紧适度	90	橙黄略浑	84	陈香	86	浓醇较涩	86	匀齐	86	86.6
山城沱茶	松紧适度	90	橙黄欠亮	86	略有粗老味	83	醇厚较涩	88	匀齐	84	86.5

表 3 3 种沱茶的干茶色泽比较( $n=9$ )  
Table 3 Comparison of the colors of 3 kinds of Tuo teas ( $n=9$ )

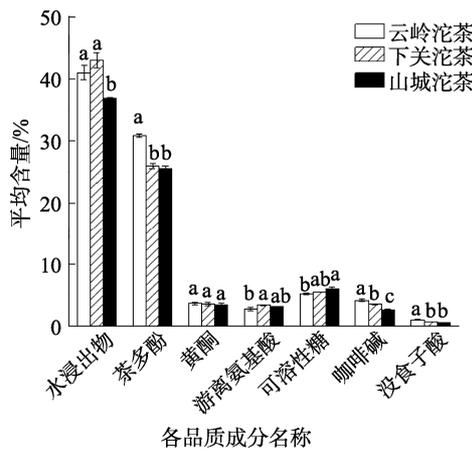
样品名称	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$b/a$	$Sab$	$Cab$	$Hab$
云岭沱茶	30.42±1.66 <sup>a</sup>	0.15±0.09 <sup>c</sup>	7.15±0.44 <sup>ab</sup>	46.30±0.34 <sup>a</sup>	0.24±0.00 <sup>c</sup>	7.15±0.44 <sup>b</sup>	88.76±0.82 <sup>a</sup>
下关沱茶	27.84±0.51 <sup>b</sup>	1.35±0.08 <sup>a</sup>	6.88±0.25 <sup>b</sup>	5.11±0.23 <sup>b</sup>	0.25±0.01 <sup>b</sup>	7.01±0.26 <sup>b</sup>	78.92±0.48 <sup>c</sup>
山城沱茶	28.11±0.46 <sup>b</sup>	1.20±0.12 <sup>b</sup>	7.45±0.31 <sup>a</sup>	6.23±0.81 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>	7.54±0.29 <sup>a</sup>	80.88±1.22 <sup>b</sup>

注:  $Hab$  单位为 $^\circ$ ; 不同小写字母表示组间差异显著,  $P<0.05$ , 相同小写字母表示组间差异不显著,  $P>0.05$ 。

## 2.2 特征性成分分析

### 2.2.1 主要生化成分分析

水浸出物是茶叶水溶性物质的总和,其含量高低可综合反映茶汤滋味的厚薄、浓强程度<sup>[17]</sup>,由图1可知,山城沱茶的水浸出物含量显著低于其他沱茶,结合表1发现,山城沱茶的滋味得分却高于其他两种沱茶,这是因为滋味不仅取决于水溶性物质总和,也体现在各类呈味物质的组成和比例上,同时不同呈味物质之间还存在协同、拮抗、对比、变调等交互效应<sup>[18]</sup>。茶多酚对沱茶品质形成具有重要作用,是茶汤苦涩浓强滋味的主要贡献物质<sup>[19]</sup>,没食子酸可作为助味剂增强茶汤鲜味强度<sup>[20]</sup>,咖啡碱是茶叶中生物碱的主体,具有苦味且阈值很低,其与茶黄素以氢键缔合后形成的复合物具有鲜爽味<sup>[21]</sup>;云岭沱茶的茶多酚、没食子酸和咖啡碱含量均显著高于其他沱茶,这可能与原料生产季节有关,云岭沱茶原料中含有夏秋茶,由于夏季气温高、日照强、雨量充沛,多酚类物质含量高,苦涩味重<sup>[22]</sup>。不同沱茶的黄酮含量无显著差异,但黄酮因多含取代基助色因而显黄色<sup>[23]</sup>,可与茶色素共同综合影响茶汤色泽,是沱茶茶汤橙黄明亮的重要原因。



注:不同小写字母表示组间差异显著,  $P < 0.05$ ,下同。

图1 3种沱茶的主要品质成分含量比较( $n=3$ )

Fig.1 Comparison of the quality components of 3 kinds of Tuo teas ( $n=3$ )

### 2.2.2 茶色素组分

茶色素是茶叶中多酚类及其氧化衍生物的混合物,主要包括茶黄素、茶红素和茶褐素3类,参与干茶色泽的形成,也是组成茶汤黄、橙、棕的主体<sup>[24]</sup>。茶黄素是茶汤亮度、黄色程度、滋味强度和鲜爽度的重要因子<sup>[25]</sup>,茶红素是一类复杂不均的红褐色酚性化合物<sup>[26]</sup>,茶褐素是一类水溶性非透析性高聚合的褐色物质<sup>[27]</sup>,由图2可知,云岭沱茶的茶黄素含量显著高于其他两种沱茶,茶红素和茶褐素均显著低于其他两种沱茶,这可能是造成云岭沱茶干茶及茶汤色泽的黄色、明亮度较高的重要原因。

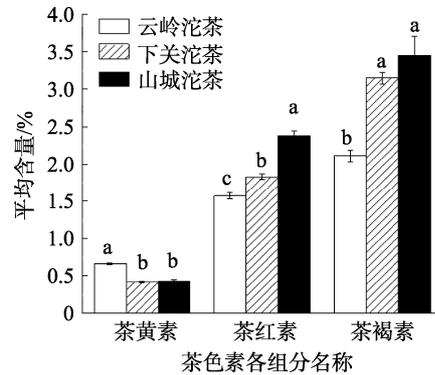


图2 3种沱茶的茶色素含量比较( $n=3$ )

Fig.2 Comparison of the tea pigments of 3 kinds of Tuo teas ( $n=3$ )

### 2.2.3 儿茶素组分

儿茶素属于黄烷醇类化合物,是茶多酚的主体物质,由于构型、聚合度等因素影响而表现出不同的呈味特性和阈值。ECG、GCG、EGCG属于酯型儿茶素,其呈味阈值高于非酯型儿茶素,因此表现出强收敛性和重苦涩味;C、GC、EC、EGC属于非酯型儿茶素,收敛性较弱,味醇和不苦涩,且回味爽口<sup>[28]</sup>。由图3可知,不同沱茶的儿茶素组分中,EGCG、EGC和ECG的含量较高,均在2%以上;C、GC、EC和GCG的含量较低,大部分不超过1%,其中GCG在下关沱茶中未检测出。云岭沱茶的EGC、EGCG含量显著高于其他沱茶,C含量显著低于其他沱茶;下关沱茶的C、EC、ECG含量显著高于其他沱茶;山城沱茶的EGCG含量显著低于其他沱茶;3种沱茶的酯型儿茶素含量均高于非酯型儿茶素,这也可能是造成不同类型沱茶茶汤的口感均存在一定涩味的重要原因。

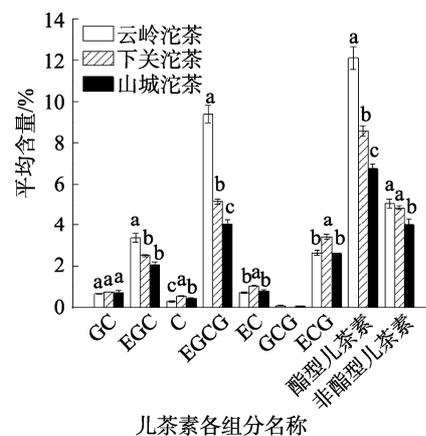


图3 3种沱茶的儿茶素组分含量比较( $n=3$ )

Fig.3 Comparison of the catechins content of 3 kinds of Tuo teas ( $n=3$ )

## 2.3 主成分分析

由表4可知,PC1~PC5分别可解释全部成分变量信息的62.035%、26.796%、7.583%、2.607%、0.979%,累积贡



表5 3种沱茶生化成分与感官品质的相关性分析  
Table 5 Correlation analysis between biochemical components and sensory qualities of 3 kinds of Tuo teas

水浸出物	1	水浸出物	1	游离氨基酸	茶多酚	黄酮	游离氨基酸	可溶性糖	咖啡碱	没食子酸	茶黄素	茶红素	茶褐素	GC	EGC	C	EGCG	EC	EGC	感官审评总分	
水浸出物	1																				
茶多酚	0.239	1																			
黄酮	0.122	0.328	1																		
游离氨基酸	0.222	-0.832*	-0.022	1																	
可溶性糖	-0.620	-0.842*	-0.086	0.537	1																
咖啡碱	0.715	0.838*	0.376	-0.424	-0.930**	1															
没食子酸	0.534	0.932**	0.332	-0.594	-0.930**	0.967**	1														
茶黄素	0.147	0.994**	0.300	-0.876*	-0.792	0.781	0.897*	1													
茶红素	-0.776	-0.784	-0.364	0.393	0.894*	-0.976**	-0.910*	-0.722	1												
茶褐素	-0.399	-0.972**	-0.226	0.741	0.907*	-0.904*	-0.977**	-0.956**	0.848*	1											
GC	0.226	-0.510	-0.547	0.633	0.069	-0.208	-0.271	-0.545	0.279	0.354	1										
EGC	0.513	0.943**	0.364	-0.613	-0.912*	0.962**	0.998**	0.911*	-0.909*	-0.979**	-0.324	1									
C	0.298	-0.813*	-0.219	0.962**	0.412	-0.386	-0.564	-0.866*	0.350	0.701	0.763	-0.596	1								
EGCG	0.375	0.984**	0.368	-0.741	-0.865*	0.906*	0.972**	0.968**	-0.859*	-0.987**	-0.469	0.982**	-0.736	1							
EC	0.539	-0.585	-0.206	0.788	0.093	-0.116	-0.336	-0.664	0.036	0.478	0.661	-0.372	0.900**	-0.514	1						
EGC	0.723	-0.397	0.080	0.777	-0.062	0.146	-0.089	-0.492	-0.205	0.275	0.566	-0.119	0.832*	-0.285	0.931**	1					
感官审评总分	0.485	0.963**	0.357	-0.694	-0.906*	0.943**	0.973**	0.934**	-0.922**	-0.974**	-0.450	0.980**	-0.666	0.987**	-0.391	-0.169	1				

注: \*表示相关性显著,  $P < 0.05$ ; \*\*表示相关性极显著,  $P < 0.01$ 。

量较高, 而茶红素、茶褐素、C 含量较低为特征, 这些可作为反映不同类型沱茶品质特征的关键成分。供试沱茶是重庆地区目前销量规模较大、市场覆盖较广、品牌影响力较大的沱茶产品, 具有一定代表性, 但由于检测指标、样本类型和数量有限, 无法全面反映所有沱茶的品质特征, 后续研究可考虑扩大样本量和检测指标, 以期为沱茶品质评价提供更多的分析指标和数据。此外, 不同类型沱茶因产地、原料、加工工艺等不同, 其品质具有独特性, 这些因素对沱茶品质的影响及其机制还有待深入探讨。

## 参考文献

- [1] 谭聪. 下关沱茶传统技艺传承研究[D]. 大理: 大理大学, 2017.  
TAN C. A research of traditional production techniques inheritance of XiaguanTuo tea [D]. Dali: Dali University, 2017.
- [2] LIU B, ZHANG J, SUN P, *et al.* Raw bowl tea (Tuo cha) polyphenol prevention of nonalcoholic fatty liver disease by regulating intestinal function in mice [J]. *Biomolecules*, 2019, 9(9): 435.
- [3] ZHENG WJ, WAN XC, BAO GH. Brick dark tea: A review of the manufacture, chemical constituents and bioconversion of the major chemical components during fermentation [J]. *Phytochem Rev*, 2015, 14(3): 499–523.
- [4] ZHAO X, WANG Q, LI G, *et al.* *In vitro* antioxidant, anti-mutagenic, anti-cancer and anti-angiogenic effects of Chinese bowl tea [J]. *J Funct Foods*, 2014, 7: 590–598.
- [5] 王睿, 赵欣. 下关生沱茶和熟沱茶成分分析和体外功能性效果比较研究[J]. *食品工业科技*, 2014, 35(6): 6.  
WANG R, ZHAO X. Comparative study on component analysis and *in vitro* functional effects of Xiaguan raw and ripe bowl tea [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(6): 6.
- [6] 钟应富, 李中林, 敬廷桃, 等. 重庆沱茶产业发展现状及对策探讨[J]. *南方农业*, 2017, 11(4): 68–69.  
ZHONG YF, LI ZL, JING TT, *et al.* Development status and countermeasures of Tuo cha industry in Chongqing [J]. *South China Agric*, 2017, 11(4): 68–69.
- [7] 聂学滢, 童华荣, 黄瑞. 基于消费者“刚好”评价尺度的重庆沱茶配方研发[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(13): 4249–4255.  
NIE XY, TONG HR, HUANG R. Chongqing Tuo tea formula development based on consumer “just about right” evaluation scale [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(13): 4249–4255.
- [8] 罗红玉, 王奕, 钟应富, 等. 干燥工艺对重庆沱茶原料茶贮藏品质的影响[J]. *南方农业*, 2018, 12(34): 6.  
LUO HY, WANG Y, ZHONG YF, *et al.* The effect of drying process on the storage quality of Chongqing Tuocha raw material tea [J]. *South China Agric*, 2018, 12(34): 6.
- [9] GURSOY N, SARIKURKCU C, CENGİZ M, *et al.* Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species [J]. *Food Chem Toxicol*, 2009, 47(9): 2381–2388.
- [10] BUYSSSE JAN, MERCKX R. An improved colorimetric method to quantify sugar content of plant tissue [J]. *J Exp Bot*, 1993, 44(10): 1627–1629.
- [11] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- HUANG YH. Tea experimental technology [M]. Beijing: China Agricultural Press, 1997.
- [12] CHEN Y, ZHANG M, FAN D, *et al.* Linear regression between CIE-lab color parameters and organic matter in soils of tea plantations [J]. *Eurasian Soil Sci*, 2018, 51(2): 199–203.
- [13] 李运奎, 韩富亮, 张予林, 等. 基于 CIELAB 色空间的葡萄酒颜色直观表征[J]. *农业机械学报*, 2017, 48(6): 296–301.  
LI YK, HAN FL, ZHANG YL, *et al.* Visualization for representation of red wine color based on CIELAB color space [J]. *Trans Chin Soc Agric Mach*, 2017, 48(6): 296–301.
- [14] YU J, LIU Y, ZHANG S, *et al.* Effect of brewing conditions on phytochemicals and sensory profiles of black tea infusions: A primary study on the effects of geraniol and  $\beta$ -ionone on taste perception of black tea infusions [J]. *Food Chem*, 2021, 354: 129504.
- [15] 王若娴, 黄翔翔, 李勤, 等. 不同类型白茶儿茶素、香气成分与感官品质比较[J]. *食品工业科技*, 2022, 43(5): 7.  
WANG RX, HUANG XX, LI Q, *et al.* Comparison of catechins, aroma components and sensory quality of different types of white tea [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2022, 43(5): 7.
- [16] 徐仲溪, 王坤波, 高代珍, 等. 原料差异对沱茶品质形成的影响[J]. *湖南农业大学学报: 自然科学版*, 2005, 31(2): 180–182.  
XU ZX, WANG KB, GAO DZ, *et al.* Effects of different raw material on Tuo cha quality [J]. *J Hunan Agric Univ (Nat Sci)*, 2005, 31(2): 180–182.
- [17] 喻洁瑶. 冲泡条件和特征性挥发物对祁门红茶品质的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2021.  
YU JY. Effect of brewing conditions and characteristic aroma compounds on the quality of keemun black tea [D]. Chongqing: Southwest University, 2021.
- [18] 张燕红. 典型酚酸类化合物的呈味特性及对绿茶茶汤苦涩味的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2019.  
ZHANG YH. The taste characteristics of typical phenolic acids and their effects on the bitterness and astringency of green tea infusion [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2019.
- [19] 宛晓春. 茶叶生物化学(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.  
WAN XC. Biochemistry of tea (3rd ed) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2003.
- [20] 刘飞, 王嘉, 黄藩, 等. 四川工夫红茶品质分析及风味轮的构建[J]. *西南农业学报*, 2021, 34(5): 7.  
LIU F, WANG J, HUANG F, *et al.* Quality analysis and flavor wheel establishment of Sichuan Congou black tea [J]. *Southwest China J Agric Sci*, 2021, 34(5): 7.
- [21] 舒娜. 六堡茶关键风味物质研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.  
SHU N. Rresearch on key flavor components of Liupaotea [D]. Chongqing: Southwest University, 2021.
- [22] 王辉. 夏秋绿茶滋味改善的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.  
WANG H. Study on taste improvement for green tea in summer and autumn [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2010.
- [23] 鲍晓华. 普洱茶贮藏年限的品质变化及种类差异研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.  
BAO XH. Study of quality change and species diversities in Pu'er tea during different storage time [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010.
- [24] 刘亚峰, 金阳, 赵玉香, 等. 茶色素生物活性及制备技术研究进展[J].

- 现代农业科技, 2016, (20): 264–265.  
LIU YF, JIN Y, ZHAO YX, *et al.* Research progress on biological activity and preparation technology of tea pigment [J]. Mod Agric Sci Technol, 2016, (20): 264–265.
- [25] 滑金杰, 袁海波, 姚月凤, 等. 温度对茶发酵叶色泽及茶色素含量的影响[J]. 农业工程学报, 2018, 34(12): 9.  
HUA JJ, YUAN HB, YAO YF, *et al.* Effect of temperature on color and tea pigment content of fermented tea leaves [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2018, 34(12): 9.
- [26] 陈文君, 许文臻, 向晶, 等. 不同发酵方式对青砖茶中茶色素含量的影响[J]. 湖北工业职业技术学院学报, 2020, 33(1): 38–41.  
CHEN WJ, XU WC, XIANG J, *et al.* Effects of different fermentation methods on tea pigments in green brick tea [J]. J Hubei Ind Polytech, 2020, 33(1): 38–41.
- [27] 常睿, 马梦君, 罗理勇, 等. 基于生化成分构建不同地区黑茶分类模型[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(11): 8.  
CHANG R, MA MJ, LUO LY, *et al.* Construction of a model for classifying dark teas from different areas based on biochemical components [J]. Food Ferment Ind, 2019, 45(11): 8.
- [28] 陈应娟, 齐桂年, 陈盛相, 等. 四川黑茶加工过程中感官品质和化学成分的变化[J]. 食品科学, 2012, 33(23): 55–59.  
CHEN YJ, QI GN, CHEN SX, *et al.* Changes in sensory quality and chemical composition of Sichuan brick tea during processing [J]. Food Sci, 2012, 33(23): 55–59.
- [29] 杜晋叶, 史畅, 马立娟, 等. 主成分分析研究白酒基酒香气成分[J]. 中国酿造, 2020, 39(7): 7.  
DU JY, SHI C, MA LJ, *et al.* Study on aroma components of Baijiu base liquor by principal component analysis [J]. China Brew, 2020, 39(7): 7.
- [30] 田宇倩. 基于感官评价和化学计量学的白茶风味品质研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2020.  
TIAN YQ. Study on flavor quality of white tea based on sensory evaluation and chemometrics [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2020.

(责任编辑: 郑丽 张晓寒)

## 作者简介



常睿, 硕士, 研究实习员, 主要研究方向为茶叶加工及茶资源综合开发研究。  
E-mail: cr94810@126.com



钟应富, 研究员, 主要研究方向为茶叶加工工艺与机械化、茶叶新产品开发研究。  
E-mail: cqtea1999@163.com