

传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的品质分析

徐亚文, 牛 森, 刘 娜, 韩利艳, 黄燕兰, 王雪蕾, 杨 翔, 李家华

Quality Analysis of Traditional and Wild Yunnan Congou Black Tea

XU Yawen, NIU Miao, LIU Na, HAN Liyan, HUANG Yanlan, WANG Xuelei, YANG Xiang, and LI Jiahua

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022060151>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

不同工艺不同品种坦洋工夫红茶品质的比较

Comparison of Quality of Different Technology and Varieties of Panyong congou Black Tea

食品工业科技. 2018, 39(19): 27-33,39 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.19.005>

重庆工夫红茶加工过程中生化成分及香气组分变化

Change of Biochemical and Aroma Components during Processing of Chongqing Congou

食品工业科技. 2019, 40(13): 166-171 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.13.027>

揉捻温度对工夫红茶滋味品质的影响

Effect of rolling temperature on the quality of congou black tea

食品工业科技. 2017(07): 90-95 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2017.07.009>

长江中下游产区红茶品质分析

Analysis of Quality Components in Black Tea from Middle and Lower Reaches of Yangtze River

食品工业科技. 2018, 39(23): 247-254 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2018.23.043>

红茶加工过程中纤维素酶和主要品质成分的动态变化

Dynamic Changes of Cellulase and Main Quality Components in Processing of Black Tea

食品工业科技. 2020, 41(6): 66-70 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020.06.011>

光质萎凋对不同茶树品种红茶品质的影响

Effect of Withering Light-wave Bands on Different Varieties Black Tea Quality

食品工业科技. 2021, 42(10): 15-21 <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070278>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

徐亚文, 牛淼, 刘娜, 等. 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的品质分析 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(6): 335–344. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060151

XU Yawen, NIU Miao, LIU Na, et al. Quality Analysis of Traditional and Wild Yunnan Congou Black Tea[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(6): 335–344. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060151

· 分析检测 ·

传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫 红茶的品质分析

徐亚文, 牛 淼, 刘 娜, 韩利艳, 黄燕兰, 王雪蕾, 杨 翔, 李家华*
(云南农业大学茶学院, 云南昆明 650201)

摘 要: 为了解传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶品质特点的差异, 本文收集了 5 个传统滇红工夫红茶和 5 个野生滇红工夫红茶, 对其感官品质和生化品质成分进行了分析。感官审评表明, 供试样品的外形、汤色、叶底均符合滇红工夫红茶的特征, 即干茶色泽乌黑油润, 茶汤红艳或橙红明亮, 叶底嫩匀, 但传统滇红滋味浓强, 而野生滇红滋味醇和鲜爽。传统滇红工夫红茶的水浸出物、总儿茶素、咖啡碱含量分别为 41.07%、18.53 和 14.60 mg/g, 明显高于野生滇红的 38.42%、10.58 和 9.54 mg/g; 而游离氨基酸平均含量 (3.92%) 低于野生滇红 (5.01%); 二者茶多酚平均含量分别为 16.61%、16.56%, 无明显差异; 茶黄素、茶红素和茶褐素的平均含量分别为 0.64%、6.75%、10.93% 和 0.61%、2.70%、11.80%, 其中茶红素含量差异明显; 槲皮素、芦丁、山柰酚、杨梅素的平均含量分别为 0.09、0.67、0.01、0.07 mg/g 和 0.14、0.27、0.16、0.15 mg/g, 差异明显。以 19 个生化成分含量为指标, 进行了主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 和聚类分析 (Clustering analysis, CA), 均能将传统滇红工夫红茶和野生滇红工夫红茶明显地分为两类, 说明二者的生化成分含量具有明显差异。综合来看, 传统滇红的水浸出物、儿茶素类、咖啡碱及黄酮醇类含量高, 导致其滋味浓强; 而野生滇红的游离氨基酸含量高, 是其滋味鲜醇的原因。

关键词: 红茶, 滇红工夫红茶, 感官品质, 生化成分

中图分类号: S571.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2023)06-0335-10

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060151



本文网刊:

Quality Analysis of Traditional and Wild Yunnan Congou Black Tea

XU Yawen, NIU Miao, LIU Na, HAN Liyan, HUANG Yanlan, WANG Xuelei, YANG Xiang, LI Jiahua*

(College of Tea Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: To reveal the difference of quality between traditional and wild Yunnan Congou black tea, five traditional and wild Yunnan Congou black tea were collected, respectively. Sensory qualities and biochemical components were compared. Sensory evaluation results showed that the shape, infusion color and infused leaves of the samples collected in this paper conform to the characteristics of Yunnan Congou black tea, that was, color of the dry tea leaves were dark with oily gloss, the infusion were red or orange red and bright, and the infused leaves were tender and uniformity. However, traditional Yunnan Congou black tea had a strong taste, while the wild Yunnan Congou black tea had a mellow and fresh taste. The contents of water extract, total catechins and caffeine in traditional Yunnan Congou black tea were 41.07%, 18.53 and 14.60 mg/g, respectively, which were significantly higher than those of wild Yunnan Congou black tea with 38.42%, 10.58 and 9.54 mg/g, respectively. While the average content of free amino acid in traditional Yunnan Congou black tea (3.92%) was lower than that of wild Yunnan Congou black tea (5.01%). The average contents of tea polyphenols were 16.61% and 16.56%, respectively, with no significant difference. The average contents of theaflavin, thearubigins and theabrownin in traditional Yunnan Congou black tea were 0.64%, 6.75%, 10.93%, and 0.61%, 2.70%, 11.80% in wild Yunnan Congou black tea respectively, among them, the content of thearubigins were significantly different. The average contents of

收稿日期: 2022-06-17

基金项目: 财政部和农业农村部: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-19)。

作者简介: 徐亚文 (1998-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶生物化学, E-mail: 1191951373@qq.com。

* 通信作者: 李家华 (1970-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 茶叶生物化学与品质化学, E-mail: 1136475074@qq.com。

quercetin, rutin, kaempferol and myricetin were 0.09, 0.67, 0.01 and 0.07 mg/g in traditional Yunnan Congou black tea, while 0.14, 0.27, 0.16 and 0.15 mg/g in wild Yunnan Congou black tea, respectively, which showed significant differences. Principal component analysis (PCA) and clustering analysis (CA) based on contents of 19 biochemical components showed that traditional and wild Yunnan Congou black tea divided into two clusters, indicating that contents of biochemical component between these two type black tea were significantly different. In general, the contents of water extract, catechins, caffeine and flavonols in traditional Yunnan Congou black tea were higher, which resulting the strong taste. However, the content of free amino acids in wild Yunnan Congou black tea were higher, resulting in fresh and mellow taste.

Key words: black tea; Yunnan Congou black tea; sensory quality; biochemical components

红茶属全发酵茶,是世界上产销量最多的茶类,占全球贸易量的 78% 左右^[1]。滇红茶是云南红茶的统称,包括云南生产的传统工夫红茶、红碎茶以及创新工夫红茶等,原产地在临沧市凤庆县,是我国首个以大叶种为原料制成的红茶^[2],因其香高味甜、浓强鲜爽的品质特点,被誉为中国最具影响力的茶叶产品之一^[3-4]。传统滇红工夫红茶是以云南大叶种(*Camellia sinensis* var. *assamica*)茶树鲜叶为原料,经萎凋、揉捻、发酵和干燥等滇红工夫红茶的加工工艺制成的红茶;野生滇红工夫红茶是指用大理茶种(*Camellia taliensis*)茶树、以及栽培型云南大叶种和大理茶种两者自然杂交后代(过渡型)的鲜叶为原料,以滇红工夫红茶的加工工艺而制成^[5]。

我国红茶的生产历史悠久,对红茶加工工艺^[6-9]、生化成分及功效^[10-15]等方面的研究成果已有诸多报道,但针对传统滇红工夫红茶和野生滇红工夫红茶的感官品质、主要生化品质成分相关的研究尚未见报道。基于此,项目组遴选位于滇红工夫红茶主产区凤庆县与云县的 5 家茶厂所生产的滇红工夫红茶代表性产品为供试样(传统与野生滇红工夫红茶各 1 份),共计 10 份。采用感官审评、茶叶生化成分的常规测定方法和高效液相色谱法(High performance Liquid Chromatography, HPLC),对传统滇红工夫红茶和野生滇红工夫红茶的感官品质特点进行了对比分析研究,通过测定传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的主要生化品质成分含量,并对其进行相关性分析、主成分分析及聚类分析,探究传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶感官品质、主要生化

品质成分含量间的差异,为广大茶行业从业人员合理开发及宣传野生滇红工夫红茶,消费者正确认识野生滇红工夫红茶提供一定科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

滇红工夫红茶 均来自于滇红工夫红茶的主产区云南省凤庆县与云县,所有供试样品的加工均按照 T/CTSS 38-2021《滇红工夫红茶》:鲜叶→萎凋→揉捻→发酵→干燥的初制工艺流程制成;供试样品均分别由云南大叶种和大理茶种 2 个单一品种制成,且所有滇红工夫红茶成品等级相似,供试样品详细信息可见表 1;儿茶素(catechin, C)(≥98%)、儿茶素没食子酸酯(catechin gallate, CG)(≥98%)、表儿茶素(epicatechin, EC)(≥98%)、表儿茶素没食子酸酯(epicatechin 3-O-gallate, ECG)(≥98%)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)(≥98%)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin 3-O-gallate, EGCG)(≥98%)、没食子儿茶素(gallocatechin, GC)(≥98%)、没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechingallate, GCG)(≥98%)、槲皮素(Quercetin, Qu)(≥99%)、山柰酚(Kaempferol, Kf)(≥99%)、杨梅素(Myricetin, My)(≥98%)、芦丁(Rutin, Rt)(≥99%)、咖啡碱(Caffeine, CAF)(≥99%) 均为标准品,上海源叶生物科技有限公司;乙腈、甲醇 均为色谱纯,霍尼韦尔(上海)贸易有限公司;磷酸、福林酚、茛三酮、正丁醇、乙酸乙酯、95%乙醇 均为分析纯,天津市大茂化学试剂厂;珍茗金龙纯净水 昆明珍茗食品有限责任公司。

表 1 供试材料样品信息

Table 1 Information of test material sample

茶样编号	茶样名称	茶样名称缩写	产地	来源	品种	生产日期
1	布朗毛峰	BLMF	云南云县	云县布朗古树茶厂	凤庆大叶种群体种	2021年4月
2	为上茗品毛峰	WSMPMF	云南凤庆	凤庆县为上茗品茶业有限公司	凤庆大叶种群体种	2021年4月
3	老茗堂毛峰	LMTMF	云南凤庆	凤庆县老茗堂茶行	凤庆大叶种群体种	2021年4月
4	三宁毛峰	SNMF	云南凤庆	凤庆县三宁茶业有限责任公司	凤庆大叶种群体种	2021年4月
5	凤达毛峰	FDMF	云南凤庆	凤庆县凤达茶叶销售店	凤庆大叶种群体种	2021年4月
6	布朗野生红	BLYS	云南云县	云县布朗古树茶厂	大理茶种	2021年4月
7	为上茗品野生红	WSMPYS	云南凤庆	凤庆县为上茗品茶业有限公司	大理茶种	2021年4月
8	老茗堂野生红	LMTYS	云南凤庆	凤庆县老茗堂茶行	大理茶种	2021年4月
9	三宁野生红	SNYS	云南凤庆	凤庆县三宁茶业有限责任公司	大理茶种	2021年4月
10	凤达野生红	FDYS	云南凤庆	凤庆县凤达茶叶销售店	大理茶种	2021年4月

1200 型高效液相色谱仪 美国 Agilent 公司; X-5 型紫外可见分光光度计 上海元析仪器有限公司; DK-98 II 型电热恒温水浴锅、SHZ-D(Ⅲ)型循环水式真空泵 巩义市予华仪器有限责任公司; DH-G-9140 型电热恒温鼓风干燥箱 上海中友仪器设备有限公司; SC-3614 型低速离心机 科大创新股份有限公司中佳分公司; HC-3514 型高速离心机 安徽中科中佳科学仪器有限公司; HD-2500 型多管漩涡混合仪 杭州佑宁仪器有限公司; Smart-Q30 型超纯水机 上海和泰仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 感官审评 参照 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》,由 5 名专业人员对样品的外形、汤色、香气、滋味和叶底进行感官审评,打分并给出评语。

1.2.2 6 个常规生化品质成分的测定 茶叶供试样制备: GB/T 8303-2013《茶 磨碎试样的制备及其干物质含量测定》;水浸出物含量: 参考 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》采用恒重法;茶多酚总量: 参考 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》采用福林酚法;游离氨基酸总量: 参考 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量的测定》采用茚三酮显色法;茶色素(茶黄素、茶红素、茶褐素)含量: 系统分析法^[16]。

1.2.3 咖啡碱、儿茶素组分及黄酮醇类化合物的 HPLC 测定 采用高效液相色谱法^[17-18]测定上述 3 类物质,并根据峰面积进行定量分析。混合标准品溶液的配制: 精确称取 8 个儿茶素标准品、4 个黄酮醇类化合物标准品和咖啡碱标准品各 10 mg,分别加入甲醇溶液定容至 10 mL,即单个标准品的浓度为

1 mg/mL,用 0.45 μm 滤膜过滤。分别取 1 mL 各浓度为 1 mg/mL 的各标准品到容量为 20 mL 的离心管中,再用甲醇定容,保存于-80 ℃ 冰箱内备用。茶样预处理: 将供试茶样用粉碎机磨碎后,过筛;称取过筛后的样品 0.1000 g 放入离心管内,加入 10 mL 70% 甲醇溶液,放入 4 ℃ 冰箱内保存 24 h。取出后,离心 10 min,设置离心机转速为 4500 r/min;用 0.45 μm 滤膜过滤后,装入 5 μL 进样瓶,待测;每个供试茶样均进行 3 次重复实验。高效液相色谱检测条件: 色谱柱 Agilent Poroshell 120 EC-C₁₈(4.6×100 mm, 2.7 μm);流动相 A 为 0.261% 磷酸-5% 乙腈,流动相 B 为 80% 甲醇;线性梯度程序: B 相从 0%(0 min)~100%(18 min);100%(18 min)~100%(24 min);100%(24 min)~0%(25 min),25 min 程序停止,总运行时间为 25 min。流速为 0.8 mL/min,检测波长分别为 280、360 nm,柱温为 40 ℃,进样量为 5 μL,平衡时间为 6 min。

1.3 数据处理

以上所有数据均为 3 次平行实验的平均值,使用 Excel 2021 对数据进行标准化处理,利用 SPSS 26.0 进行单因素方差分析;采用 Chiplot.Online 进行相关性热图分析,Metabo Analyst 5.0 进行主成分分析,TBtools 进行聚类热图分析。

2 结果与分析

2.1 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的感官品质分析

10 个传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶供试样的感官品质分析结果见表 2 与图 1。由表 2 可知,10 个供试样中,除老茗堂毛峰、三宁野生红和凤

表 2 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的感官品质评价结果(分)
Table 2 Sensory quality evaluation results of traditional and wild Yunnan Congou black tea (scores)

茶样编号	茶样名称	评分因子(权重)										
		外形(25%)	得分	汤色(10%)	得分	香气(25%)	得分	滋味(30%)	得分	叶底(10%)	得分	总分
1	布朗毛峰	紧结、乌黑尚润、金毫稍显、较匀整、净度较好	93	橙红明亮	92	甜香尚浓、持久	91	醇厚鲜爽	93	嫩软、略有芽、红亮	92	92.3
2	为上茗品毛峰	紧结、乌黑尚润、金毫稍显、较匀整、净度较好	93	红艳明亮	92	甜香浓郁、略带青气	89	浓强、稍苦涩	88	嫩软、略有芽、红亮	91	90.2
3	老茗堂毛峰	紧结、乌黑尚润、金毫稍显、较匀整、尚净	91	红艳明亮	91	甜香浓郁、持久	91	浓强、带焦味	86	嫩软、略有芽、红亮	92	89.6
4	三宁毛峰	紧实、乌黑尚润、金毫稍显、较匀整、尚净	90	红艳明亮	90	甜香尚浓、持久	91	浓强、稍酸	88	嫩软、略有芽、红亮	90	89.65
5	凤达毛峰	紧实、乌黑尚润、金毫稍显、较匀整、尚净	90	红艳明亮	92	甜香浓郁、略带熟香	92	浓强、稍酸	89	嫩软、略有芽、红亮	91	90.5
6	布朗野生红	紧实、乌黑油润、较匀整、净度较好	90	橙红明亮	92	甜香浓郁、带花果香	93	醇厚鲜爽	92	嫩软、红亮	91	91.65
7	为上茗品野生红	紧实、乌黑油润、较匀整、尚净	89	橙红明亮	91	甜香浓郁、带蜜香	93	醇厚鲜爽	93	嫩软、红亮	90	91.5
8	老茗堂野生红	紧结、棕褐尚润、尚匀整、尚净	90	橙红明亮	92	甜香浓郁、持久	92	醇厚鲜爽	92	嫩软、红亮	91	91.4
9	三宁野生红	紧结、乌黑油润、尚匀整、尚净	90	橙红明亮	90	甜香浓郁、略带高火味	91	尚醇、略带酸味	88	嫩软、红亮	90	89.65
10	凤达野生红	紧结、棕褐油润、较匀整、尚净	90	橙红明亮	90	甜香浓郁、持久	91	尚醇、略带酸苦	87	嫩软、红亮	90	89.35

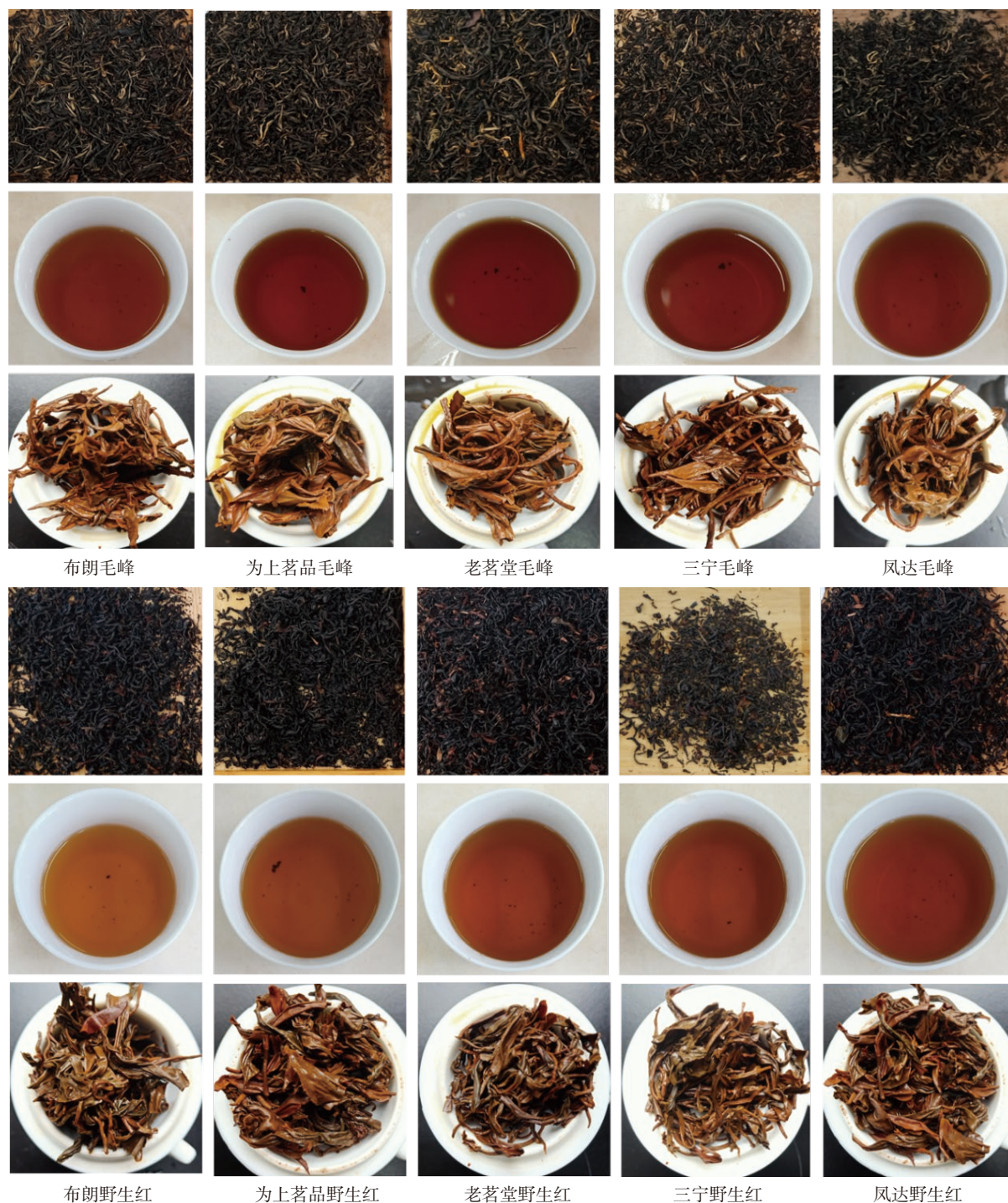


图1 传统滇红工夫红茶和野生滇红工夫红茶的外形、汤色和叶底

Fig.1 Shape, infusion color and foliage fundus of traditional and wild Yunnan Congou black tea

达野生红三个茶样滋味略带焦味或略带酸苦味外,其余茶样的感官品质均较优,总分以布朗毛峰、布朗野生红、为上茗品野生红和老茗堂野生的较高,分别为 92.3、91.65、91.5 和 91.4 分,得分较高的 4 个茶样中野生红茶有 3 个,其他供试样的分值为 89.3~90.5 分。由图 1 可知,传统滇红工夫红茶的外形色泽乌黑油润或尚润,汤色红艳或橙红明亮,滋味浓强,叶底嫩匀、红亮;野生滇红工夫红茶的外形色泽乌黑油润,汤色橙红明亮,滋味醇厚鲜爽,叶底嫩匀、红亮稍

带青。总体上,传统滇红工夫红茶的汤色红艳度优于野生滇红工夫红茶,这与传统滇红工夫红茶的茶红素含量高于野生滇红工夫红茶有关;反之,滋味鲜爽度野生滇红工夫红茶强于传统滇红工夫红茶,这与野生滇红工夫红茶的氨基酸含量高于传统滇红工夫红茶有关(表 3)。

2.2 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶主要品质成分的含量

2.2.1 6 个常规生化品质成分的测定分析 传统滇

表 3 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶 6 个生化品质成分的含量
Table 3 Contents of six biochemical components in traditional and wild Yunnan Congou black tea

供试茶样		主要品质成分含量(%)					
		水浸出物	茶多酚	游离氨基酸	茶黄素	茶红素	茶褐素
传统滇红工夫红茶	布朗毛峰	39.52±0.88 ^{bc}	14.05±1.29 ^e	3.61±0.33 ^e	0.69±0.01 ^b	4.08±0.56 ^{cd}	12.58±0.04 ^{ab}
	为上茗品毛峰	39.63±0.72 ^{bc}	14.42±1.49 ^{de}	2.68±0.1 ^f	0.66±0.01 ^{bc}	4.62±0.76 ^c	10.73±0.13 ^d
	老茗堂毛峰	43.14±2.36 ^a	17.31±1.98 ^{bc}	4.33±0.24 ^d	0.49±0.02 ^f	9.24±0.65 ^a	10.82±0.23 ^d
	三宁毛峰	39.89±1.32 ^{bc}	19.79±1.13 ^a	3.57±0.29 ^e	0.44±0.08 ^f	8.33±0.4 ^{ab}	10.06±0.32 ^e
	凤达毛峰	43.18±0.27 ^a	17.41±0.89 ^{bc}	5.42±0.49 ^b	0.94±0.02 ^a	7.48±0.3 ^b	10.48±0.03 ^d
	平均值	41.07	16.61	3.92	0.64	6.75	10.93
野生滇红工夫红茶	布朗野生红	38.49±0.63 ^c	14.7±0.35 ^{de}	4.58±0.28 ^{cd}	0.62±0.01 ^{cd}	2.83±0.31 ^e	11.57±0.16 ^c
	为上茗品毛峰野生红	35.64±0.82 ^d	14.56±0.74 ^{de}	4.09±0.25 ^d	0.67±0.04 ^{bc}	3.35±0.45 ^{de}	10.80±0.12 ^d
	老茗堂野生红	40.62±0.59 ^b	18.64±0.11 ^{ab}	4.86±0.26 ^c	0.56±0.01 ^e	2.46±0.65 ^e	12.80±0.06 ^a
	三宁野生红	37.93±0.11 ^c	16.37±0.39 ^{cd}	5.34±0.21 ^b	0.64±0.03 ^{bc}	2.40±0.79 ^e	11.48±0.34 ^c
	凤达野生红	39.42±0.64 ^{bc}	18.54±0.68 ^{ab}	6.18±0.2 ^a	0.57±0.01 ^{de}	2.46±0.34 ^e	12.33±0.24 ^b
	平均值	38.42	16.56	5.01	0.61	2.70	11.80

注: 不同小写字母表示不同茶样间的差异显著($P<0.05$); 表4同。

红工夫红茶与野生滇红工夫红茶 6 个常规生化品质成分含量由表 3 可知, 10 个供试样的水浸出物含量范围为 35.64%~43.18%, 均达到了滇红工夫红茶团体标准(T/CTSS 38-2021)对茶叶水浸出物含量的要求; 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶水浸出物含量存在明显差异, 前者的水浸出物含量(41.07%)的均值总体高于后者(38.42%)。茶多酚的平均含量分别为 16.61% 和 16.56%, 含量一致。茶黄素的平均含量分别是 0.64% 和 0.61%, 差异不明显。茶红素的平均含量分别为 6.75% 和 2.70%, 二者差异明显, 这一点也可验证图 1 所示的感官品质评价中, 传统滇红工夫红茶的汤色红艳度优于野生滇红工夫红茶。茶褐素的平均含量分别是 10.93% 和 11.80%, 二者差异不明显, 但是均处于红茶中建议的茶褐素含量 4.0%~9.0% 的高位水平^[19], 这可能是供试样在加工过程中发酵程度没有掌握好所致。游离氨基酸的平均含量分别为 3.92% 和 5.01%, 二者差异明显, 总体上, 野生滇红工夫红茶的游离氨基酸含量均高于传统滇红工夫红茶的含量。

2.2.2 高效液相色谱法对 13 个生化品质成分的测定分析 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶 10 个供试样中咖啡碱、儿茶素类及黄酮醇类化合物, 共计 13 个生化品质成分, 各生化品质成分含量见表 4。传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶咖啡碱的平均含量分别为 14.60 和 9.54 mg/g, 二者差异明显。总儿茶素的平均含量分别为 18.53 和 10.58 mg/g, 差异明显, 且二者之间各单体儿茶素的含量差异也较大。传统滇红工夫红茶槲皮素、芦丁、山柰酚及杨梅素的平均含量分别为 0.09、0.67、0.01、0.07 mg/g, 野生滇红工夫红茶槲皮素、芦丁、山柰酚及杨梅素的平均含量分别为 0.14、0.27、0.16、0.15 mg/g, 二者之间差异明显; 其中, 野生滇红工夫红茶的槲皮素、山柰酚及杨梅素含量均高于传统滇红工夫红茶, 而芦丁含

量低于传统滇红工夫红茶。

2.3 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶生化品质成分的相关性分析

利用 Chiplot.online 软件将 10 个供试样的 19 个主要品质成分含量的测定结果进行 Pearson 相关性热图分析, 结果由图 2 可见。在 171 对生化成分中, 呈显著性正相关($P<0.05$)的分别是水浸出物与茶红素(0.680)、表儿茶素(0.684)、表儿茶素没食子酸酯(0.764), 总多酚与表没食子儿茶素没食子酸酯(0.646)、咖啡碱与茶红素(0.739)、没食子儿茶素(0.647), 表儿茶素与没食子儿茶素(0.663)、表儿茶素没食子酸酯与表没食子儿茶素没食子酸酯(0.725)和杨梅素与槲皮素(0.653)9 对生化成分; 而表儿茶素与茶红素(0.855)、咖啡碱与表儿茶素没食子酸酯(0.809)、芦丁与咖啡碱(0.798)、表儿茶素(0.826), 表没食子儿茶素没食子酸酯与没食子儿茶素没食子酸酯(0.829)、槲皮素(0.776)6 对生化成分之间是呈极显著正相关($P<0.01$), 此外, 表儿茶素与咖啡碱(0.896)、芦丁与茶红素(0.891)、表儿茶素没食子酸酯(0.881), 槲皮素与没食子儿茶素没食子酸酯(0.939)、表儿茶素没食子酸酯与茶红素(0.937)、表儿茶素(0.934)6 对生化成分之间也均呈极显著正相关($P<0.01$)。另外, 有 1 对生化成分呈显著性负相关($P<0.05$), 是茶红素与茶褐素(-0.699)。由各生化品质成分因子间的相关性可知, 各生化成分在反映品质特征信息时存在一定重叠, 适宜进行主成分分析。

2.4 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶生化品质成分的主成分分析

使用 Metabo Analyst 5.0 对 10 个供试样的 19 个主要品质成分含量进行主成分分析, 分析结果如图 3 所示。由图 3A 可知, PC1 贡献率为 39.6%, PC2 贡献率为 16.1%, PC3 贡献率为 14.3%, PC4 贡献率为 10%, PC5 贡献率为 4.9%, 5 个 PC 的累计方

表 4 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶 13 个生化品质成分的含量

Table 4 Contents of 13 biochemical components in traditional and wild Yunnan Congou black tea

供试茶样	主要品质成分含量(mg/g)														
	咖啡碱	儿茶素	儿茶素没食子酸酯	表儿茶素	表儿茶素没食子酸酯	表没食子儿茶素	表没食子儿茶素没食子酸酯	没食子儿茶素	总儿茶素	槲皮素	芦丁	山奈酚	杨梅素		
传统滇红工夫红茶	布朗毛峰	16.01±3.72 ^a	1.82±1.22 ^b	0.37±0.05 ^c	1.18±0.17 ^d	2.10±0.38 ^d	1.20±0.36 ^e	0.83±0.12 ^d	7.11±1.63 ^d	0.52±0.07 ^c	15.13	0.07±0.01 ^b	0.56±0.13 ^b	0.01±0.01 ^b	0.17±0.12 ^{abc}
	为上茗品毛峰	11.72±0.35 ^{cd}	0.40±0.05 ^c	0.38±0.04 ^c	1.24±0.09 ^{cd}	1.86±0.06 ^d	0.60±0.30 ^f	0.64±0.04 ^d	9.62±0.39 ^b	0.48±0.03 ^c	15.22	0.03±0.01 ^b	0.56±0.01 ^b	0.01±0.01 ^b	0.03±0.01 ^{de}
	老茗堂毛峰	16.22±0.41 ^a	1.74±0.01 ^b	0.58±0.04 ^c	1.90±0.03 ^a	5.10±0.04 ^a	2.36±0.06 ^c	0.72±0.01 ^d	8.18±0.18 ^c	0.70±0.02 ^b	21.28	0.13±0.01 ^{ab}	1.02±0.01 ^a	0.01±0.01 ^b	0.02±0.02 ^{de}
	三宁毛峰	14.71±0.24 ^{ab}	3.87±0.09 ^a	0.48±0.01 ^d	1.73±0.05 ^b	3.65±0.10 ^c	2.14±0.25 ^c	1.53±0.04 ^b	11.09±0.09 ^a	0.61±0.02 ^{bc}	25.10	0.10±0.01 ^{ab}	0.58±0.01 ^b	0.01±0.01 ^b	0.01±0.01 ^c
	凤达毛峰	14.33±0.27 ^{ab}	1.91±0.05 ^b	0.43±0.01 ^{de}	1.81±0.01 ^{ab}	4.64±0.08 ^b	1.71±0.02 ^d	1.24±0.01 ^c	3.64±0.03 ^f	0.54±0.02 ^c	15.92	0.10±0.01 ^{ab}	0.63±0.01 ^b	0.02±0.01 ^b	0.13±0.1 ^{bcd}
野生滇红工夫红茶	平均值	14.60									18.53	0.09	0.67	0.01	0.07
	布朗野生红	8.54±0.47 ^{ef}	0.48±0.02 ^c	0.75±0.06 ^b	0.30±0.04 ^g	0.48±0.01 ^f	0.37±0.02 ^f	0.57±0.02 ^d	1.28±0.07 ^g	0.46±0.01 ^c	4.69	0.05±0.02 ^b	0.18±0.01 ^d	0.01±0.02 ^b	0.12±0.03 ^{cde}
	为上茗品毛峰野生红	10.34±0.02 ^{de}	0.87±0.03 ^c	0.41±0.02 ^c	0.77±0.12 ^e	1.04±0.05 ^e	0±0 ^g	0.76±0.31 ^d	1.38±0.12 ^g	0.60±0.16 ^{bc}	5.83	0.22±0.02 ^{ab}	0.42±0.06 ^c	0.79±0.58 ^a	0.26±0.08 ^a
	老茗堂野生红	8.59±0.09 ^{ef}	0.27±0.01 ^c	1.04±0.05 ^a	0.55±0.07 ^f	0.47±0.02 ^f	0.57±0.04 ^f	1.21±0.07 ^e	5.79±0.13 ^e	0.50±0.01 ^c	10.40	0.01±0.01 ^b	0.22±0.01 ^d	0.01±0.02 ^b	0.09±0.01 ^{cde}
	三宁野生红	7.08±0.27 ^f	2.25±0.16 ^b	0.36±0.01 ^c	0.47±0.03 ^f	1.11±0.15 ^e	2.81±0.31 ^b	0.86±0.07 ^d	1.35±0.07 ^g	0.31±0.04 ^d	9.52	0±0 ^b	0.25±0.01 ^d	0±0 ^b	0.05±0.01 ^{de}
凤达野生红	13.15±0.36 ^{bc}	1.01±0.06 ^c	0.60±0.01 ^c	1.36±0.05 ^c	1.88±0.21 ^d	4.09±0.2 ^a	2.95±0.37 ^a	9.44±0.47 ^b	1.14±0.17 ^a	22.47	0.42±0.55 ^a	0.26±0.01 ^d	0±0 ^b	0.23±0.02 ^{ab}	
平均值	9.54										10.58	0.14	0.27	0.16	0.15

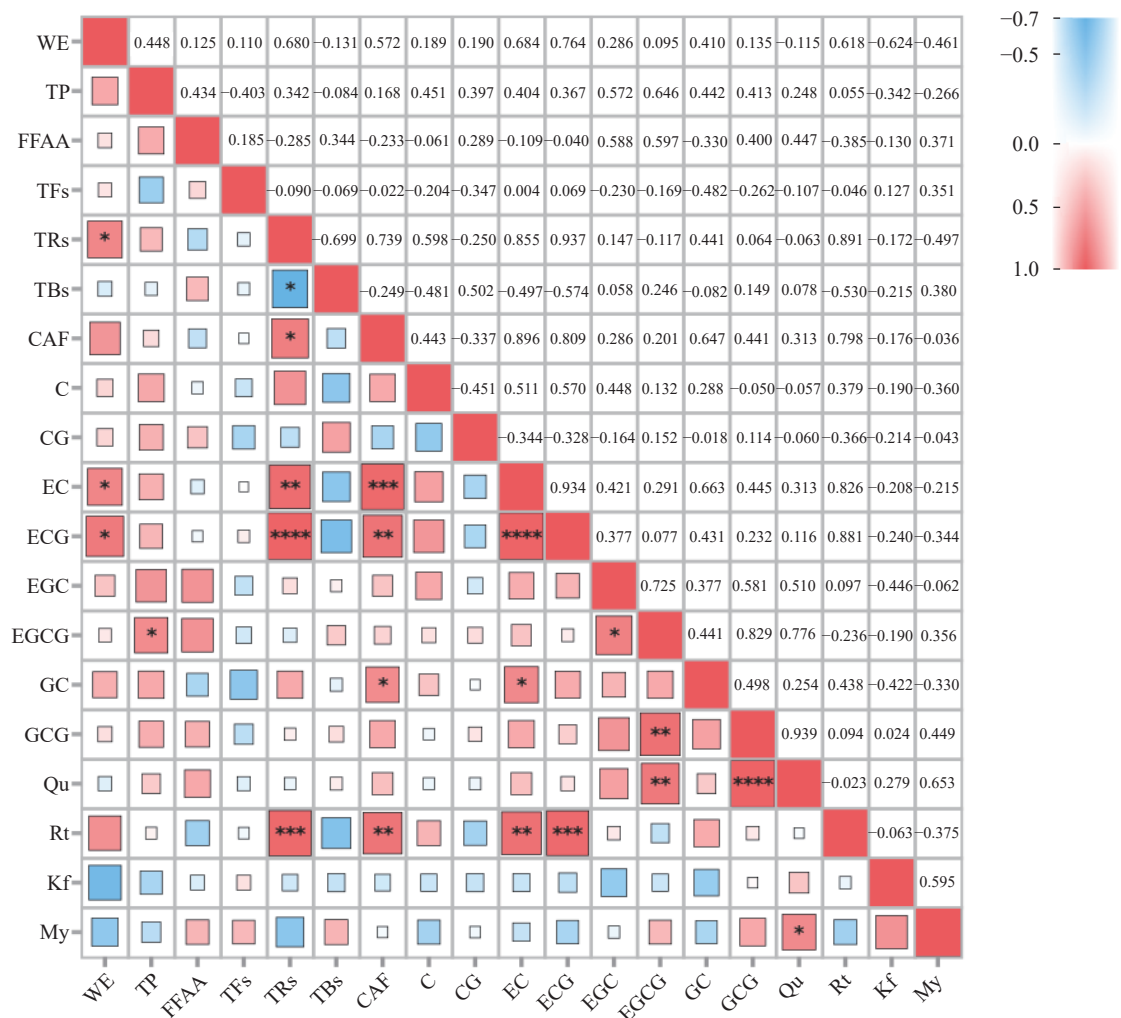


图 2 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶生化品质成分的相关性热图

Fig.2 Correlation heatmap of biochemical quality components of traditional and wild Yunnan Congou black tea

注: 图中英文字母为各生化品质成分的英文缩写, 从上至下或从左至右依次为: WE: 水浸出物; TP: 茶多酚; FFAA: 游离氨基酸; TFs: 茶黄素; TRs: 茶红素; TBs: 茶褐素; CAF: 咖啡碱; C: 儿茶素; CG: 儿茶素没食子酸酯; EC: 表儿茶素; ECG: 表儿茶素没食子酸酯; EGC: 表没食子儿茶素; EGCG: 表没食子儿茶素没食子酸酯; GC: 没食子儿茶素; GCG: 没食子儿茶素没食子酸酯; Qu: 槲皮素; Rt: 芦丁; Kf: 山柰酚; My: 杨梅素; *为显著性相关($P<0.05$); **($P<0.01$); ***($P<0.001$); ****($P<0.0001$)为极显著性相关。

差贡献率达到 84.9%,能够解释传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶在品质中的大部分信息。若样点在 PCA 得分图横坐标上的距离越远,则表明样品组间的差异越大;样点在纵坐标上的距离越大,则说明样品组内存在的差异明显。通过图 3B 可以发现,传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的 30 个样点分散在得分图不同的位置,并且 2 个位置的横坐标轴相隔距离远,组间距离大,由此说明传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶之间的生化成分含量差异明显。同时,野生滇红工夫红茶的 15 个样点在得分图纵坐标上距离相对较远,这表明相较于传统滇红工夫红茶而言,野生滇红工夫红茶组内样品差异更为明显。

2.5 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶主要品质成分的聚类热图分析

将 10 个供试样的 19 个主要品质成分含量进行标准化、归一化处理后,利用 TBtools 软件绘制聚类

热图,见图 4。10 个供试样可聚为 2 个大类,布朗野生红茶、为上茗品野生红茶、老茗堂野生红茶、三宁野生红茶和凤达野生红茶聚为一类,上述 5 个供试样的水浸出物、茶黄素、茶红素、咖啡碱、表儿茶素、表儿茶素没食子酸酯和芦丁 7 类成分的含量相对较低;布朗毛峰、为上茗品毛峰、老茗堂毛峰、三宁毛峰与凤达毛峰聚为另一类;其中,布朗毛峰与为上茗品毛峰聚为一个亚类,这 2 个供试样的大部分成分含量均相对较低;其余 3 个供试样聚为一个亚类,该 3 个供试样的茶褐素、表儿茶素与表儿茶素没食子酸酯 3 个成分的含量相对较高,而茶褐素与杨梅素的含量最低。同时可以得出 10 个供试样的 19 个主要品质成分含量的聚类结果与样品自然分组的结果是一致的,实验根据鲜叶品种的不同将 10 个供试样分为传统与野生 2 个组,聚类热图根据所检测的品质成分含量,将 10 个供试样分为了 2 个大类,说明二者的品质成分含量存在明显的特征性与差异性。

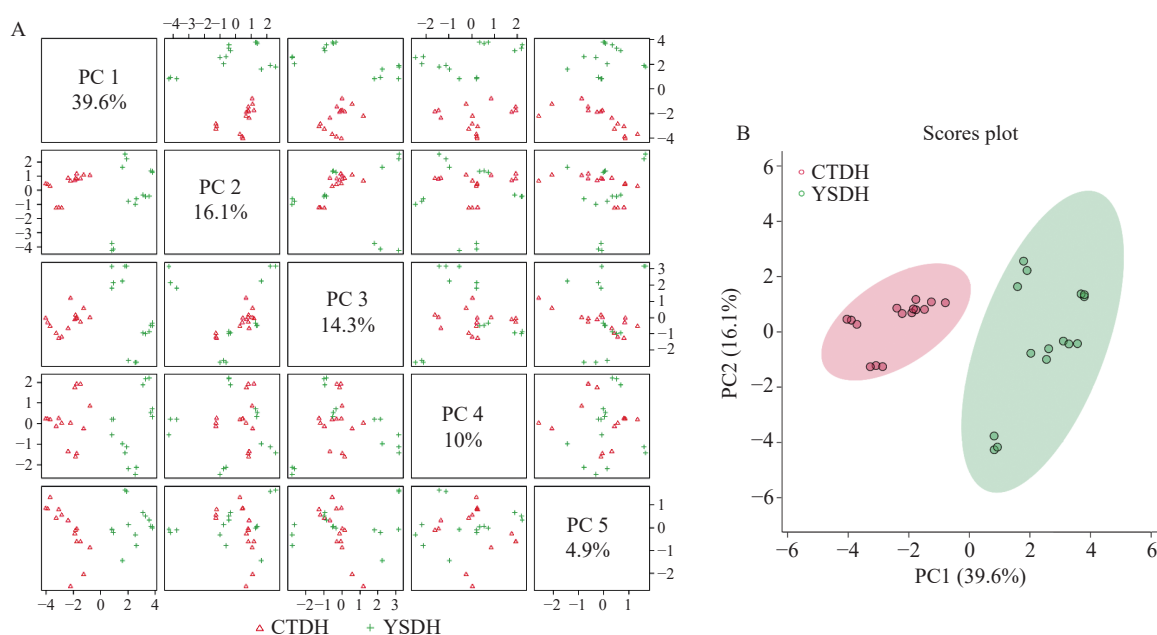


图3 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶生化品质成分的 PCA 图

Fig.3 PCA plot of biochemical quality components of traditional and wild Yunnan Congou black tea

注: 图中 CTDH 为传统滇红工夫红茶; YSDH 为野生滇红工夫红茶。

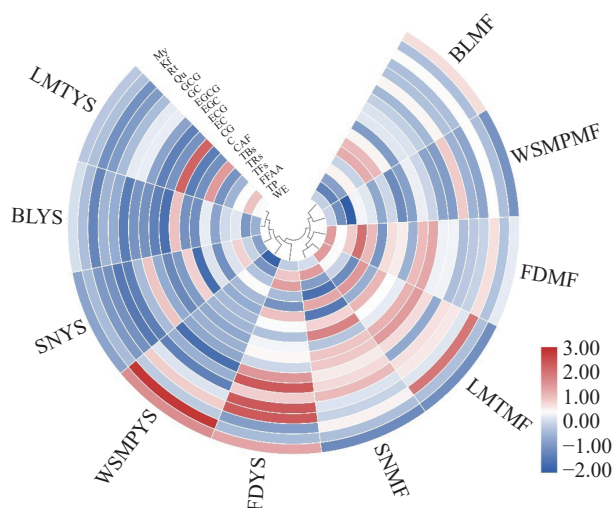


图4 传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶生化品质成分的聚类热图

Fig.4 Clustering heatmap of biochemical quality components of traditional and wild Yunnan Congou black tea

3 讨论与结论

滇红工夫红茶的独特品质是色、香、味、形的综合反映,不同茶树品种间生化成分的差异与其含量的高低对滇红工夫红茶的感官品质有着很大的影响^[20-22]。有相关研究表明^[23-24],茶黄素与茶红素之和与茶褐素的比值可有效代表茶黄素和茶红素在叶内的贡献表征,其是茶汤滋味鲜爽醇和,汤色红艳明亮的物质基础。在本研究中,传统滇红工夫红茶的该比值为 0.38~0.90,野生滇红工夫红茶的该比值为 0.24~0.37,这与国内主产区工夫红茶中滇红茶的所测比值(0.39)相符^[24],同时该比值也与感官审评中汤色的呈现结果一致。Scharbert 等^[25-27]通过滋味重组

和缺失试验证实了黄酮醇类化合物对茶汤涩味有贡献,咖啡碱对茶汤苦味及浓度有直接影响,同时还发现大叶种红茶滋味浓厚与其较高水平的黄酮醇类化合物有关。传统滇红工夫红茶因其水浸出物、儿茶素类、咖啡碱与黄酮醇类化合物含量较高,滋味浓厚且伴有苦味、涩味;而野生滇红工夫红茶的游离氨基酸含量高,其对鲜爽滋味有重要贡献。黄怀生等^[28]认为此种鲜爽醇和的口感,可作为工夫红茶的新型品质特点。由大理茶种制成的野生滇红工夫红茶,不仅滋味鲜爽醇和且香气浓郁持久、伴有花果香、蜜香,表现出较好的适制性。若充分利用上述品质特点开发新产品,能较好地满足消费者对滇红工夫红茶产品品类的需求,同时还能提高大理茶种的品种利用率,提升产品价值。

传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶在感官品质上,存在明显差异;在生化品质成分上,二者的水浸出物、茶红素、游离氨基酸、咖啡碱、儿茶素类和黄酮醇类化合物含量存在明显差异,而茶多酚、茶黄素和茶褐素含量差异不明显。基于 PCA 和聚类分析,可获得不同类群品质成分含量的异同,并将二者分为传统与野生两大类,与自然分组结果一致。本研究结果对明确传统滇红工夫红茶与野生滇红工夫红茶的品质特点,以及正确认识野生滇红工夫红茶的感官品质与生化品质成分提供了一定的理论基础和数据支撑。后续还可通过扩大样品范围和丰富样品容量,如不同等级、不同采摘季节等,同时完善香气品质成分的分析,以建立更加科学、合理的评价体系。

参考文献

- [1] LI S, LO C, PAN M, et al. Black tea: Chemical analysis and stability[J]. Food & Function, 2013, 4(1): 10-18.

- [2] 王绍梅,宋文明,冷燕,等.花香型古树滇红茶挥发物质气相色谱分析[J].江苏农业学报,2021,37(4):1010-1015. [WANG S M, SONG W M, LENG Y, et al. Gas chromatography analysis of volatile matter from Yunnan black tea with flower fragrance made from old trees[J]. Jiangsu Journal of Agricultural Sciences, 2021, 37(4): 1010-1015.]
- [3] REN G, WANG Y, NING J, et al. Evaluation of Dianhong black tea quality using near-infrared hyperspectral imaging technology[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2021, 101(5): 2135-2142.
- [4] MA L, GAO M, ZHANG L, et al. Characterization of the key aroma-active compounds in high-grade Dianhong tea using GC-MS and GC-O combined with sensory-directed flavor analysis[J]. *Food Chemistry*, 2022, 378: 132058.
- [5] 宿迷菊,王盈峰,邹新武,等.浅析昌宁野生古树红茶的原料特性及品质特征[J].中国茶叶加工,2018(4):72-76. [SU M J, WANG Y F, ZOU X W, et al. Analysis on material features and quality characteristics of ancient trees black tea in Changning[J]. China Tea Processing, 2018(4): 72-76.]
- [6] 杨娟,王杰,李中林,等.重庆工夫红茶加工过程中生化成分及香气组分变化[J].食品工业科技,2019,40(13):166-171. [YANG J, WANG J, LI Z L, et al. Change of biochemical and aroma components during processing of Chongqing congou[J]. Science and Technology of Food Industry, 2019, 40(13): 166-171.]
- [7] 宫连瑾,薄佳慧,张天天,等.黄金茶红茶加工过程中香气成分及其相关酶活性的动态变化[J].食品与发酵工业,2022,48(6):204-209. [GONG L J, BO J H, ZHANG T T, et al. Dynamic changes of aroma components and related enzyme activities during Huangjinchá black tea processing[J]. Food and Fermentation Industries, 2022, 48(6): 204-209.]
- [8] 余鹏辉,陈盼,黄浩,等.保靖黄金茶1号工夫红茶加工工序对主要滋味物质形成的影响[J].食品科学,2020,41(10):185-191. [YU P H, CHEN P, HUANG H, et al. Influence of processing steps on the formation of main taste compounds in congou black tea made from the cultivar Baojing Huangjinchá[J]. Food Science, 2020, 41(10): 185-191.]
- [9] 周静芸,黄瑞,欧阳珂,等.不同叶位芽叶在工夫红茶加工过程中理化变化[J/OL].食品科学:1-11[2023-01-03].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20220321.1624.032.html>. [ZHOU J Y, HUANG R, OUYANG K, et al. Physicochemical changes of one bud and two leaves at different leaf positions during congou black tea processing[J/OL]. Food Science: 1-11[2023-01-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20220321.1624.032.html>.]
- [10] IMRAN A, BUTT M S, ARSHAD M S, et al. Exploring the potential of black tea based flavonoids against hyperlipidemia related disorders[J]. *Lipids Health Dis*, 2018, 17(1): 57.
- [11] 潘海波.茶黄素的UPLC分析及其对人卵巢癌细胞抑制作用和机制的研究[D].杭州:浙江大学,2018. [PAN H B. Analysis of thesflavins and the inhibitory effects and mechanisms of thesflavins on human ovarian carcinoma cells[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2018.]
- [12] 蒋慧颖,马玉仙,曾文治,等.茶黄素、茶红素与茶褐素对高脂饮食大鼠肠道菌群的影响[J].食品工业科技,2018,39(20): 274-279. [JIANG H Y, MA Y X, ZENG W Z, et al. Effects of theaflavins, thearubigins and theabrownine on intestinal flora in rats fed with high-fat diet[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(20): 274-279.]
- [13] 李山,吴周和,吴正奇,等.茶红素的理化特性及生物学活性研究进展[J].食品与发酵工业,2016,42(8):273-278. [LI S, WU Z H, WU Z Q, et al. The physicochemical properties and bioactivity of thearubigins[J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(8): 273-278.]
- [14] 彭云,李果,刘学艳,等.不同产地红茶香气品质的SPME/GC-MS分析[J].食品工业科技,2021,42(9):237-244. [PENG Y, LI G, LIU X Y, et al. SPME/GC-MS analysis of aroma quality of black tea from different producing areas[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(9): 237-244.]
- [15] WENJING L, WENJIAO L, SUYU L, et al. Potential prebiotic effects of nonabsorptive components of Keemun and Dianhong black tea: An *in vitro* study[J]. *Food Science and Human Wellness*, 2022, 11(3): 648-659.
- [16] 张正竹.茶叶生物化学实验教程[M].第1版.北京:中国农业出版社,2009:52-57. [ZHANG Z Z. Experimental course of tea biochemistry[M]. 1st Ed. Beijing: China Agriculture Press, 2009: 52-57.]
- [17] 李家华,赵明,张广辉,等.茶树新品种“紫娟”茶中杨梅素、槲皮素和山柰酚的HPLC分析[J].云南农业大学学报(自然科学),2012,27(2):235-240. [LI J H, ZHAO M, ZHANG G H, et al. HPLC analysis of myricetin, quercetin and kaempferol in fresh shoots of "Zijuan" tea, a new cultivar of *Camellia sinensis* var. *assamica*[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2012, 27(2): 235-240.]
- [18] NIAN B, CHEN L, YI C, 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.
- [19] 宛晓春.茶叶生物化学[M].第3版.北京:中国农业出版社,2018:36-39. [WAN X C. Tea biochemistry[M]. 3rd Ed. Beijing: China Agriculture Press, 2018: 36-39.]
- [20] ZHU J, WANG J, YUAN H, et al. Effects of fermentation temperature and time on the color attributes and tea pigments of yunnan congou black tea[J]. *Foods*, 2022, 11(13): 1845.
- [21] WANG H, SHEN S, WANG J, et al. Novel insight into the effect of fermentation time on quality of Yunnan congou black tea[J]. *LWT*, 2022, 155: 112939.
- [22] 杨娟,李中林,袁林颖,等.不同茶树品种夏季鲜叶工夫红茶适制性比较[J].食品安全质量检测学报,2019,10(13):4242-4248. [YANG J, LI Z L, YUAN L Y, et al. Comparison of the suitability of different tea varieties fresh leaves in summer for the production of congou black tea[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2019, 10(13): 4242-4248.]
- [23] 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):300-308. [HUA J J, YUAN H B, YAO Y F, et al. Effect of temperature on color and tea pigment content of fermented tea leaves[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2018, 34(12): 300-

308.]

[24] 刘盼盼, 郑鹏程, 龚自明, 等. 工夫红茶品质分析与综合评价[J]. *食品科学*, 2021, 42(12): 195–205. [LIU P P, ZHENG P C, GONG Z M, et al. Quality analysis and comprehensive evaluation of chinese congou black tea[J]. *Food Science*, 2021, 42(12): 195–205.]

[25] SCHARBERT S, HOFMANN T. Molecular definition of black tea taste by means of quantitative studies, taste reconstitution, and omission experiments[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53(13): 5377–5384.

[26] AI Z, ZHANG B, CHEN Y, et al. Impact of light irradiation on black tea quality during withering[J]. *Journal of Food Science*

and Technology, 2017, 54(5): 1212–1227.

[27] 宋楚君, 范方媛, 龚淑英, 等. 不同产地红茶的滋味特征及主要贡献物质[J]. *中国农业科学*, 2020, 53(2): 383–394. [SONG C J, FAN F Y, GONG S Y, et al. Taste characteristic and main contributing compounds of different origin black tea[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2020, 53(2): 383–394.]

[28] 黄怀生, 粟本文, 钟兴刚, 等. 湖南 3 种特色资源 (品种) 工夫红茶品质比较分析[J]. *茶叶通讯*, 2016, 43(4): 9–15. [HUANG H S, SU B W, ZHONG X G, et al. A comparative analysis of the quality of time black tea with several special resources (varieties) in hunan[J]. *Journal of Tea Communication*, 2016, 43(4): 9–15.]