

云南双江 4 个山头晒青茶品质比较分析

王欣雨¹, 吴 婷¹, 鲁 倩¹, 周红杰¹, 马玉青², 李亚莉^{1*}, 杨莹燕^{1*}

(1. 云南农业大学茶学院, 昆明 650201; 2. 云南省农业科学院, 茶叶研究所, 昆明 650205)

摘 要: **目的** 探究云南双江 4 个山头(冰岛、小户赛、坝糯、荒山)春、夏、秋季晒青茶品质特征差异。**方法** 利用高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)测定儿茶素含量, 茚三酮比色法测定氨基酸含量, 紫外分光光度法测定咖啡碱含量等, 并结合感官评价对 4 个山头茶叶品质差异进行比较分析。**结果** 4 个山头同一季节、同一山头不同季节茶叶品质差异显著。冰岛三季的总儿茶素含量整体较高, 其中春茶儿茶素总量最高, 为 21.39 mg/g。荒山秋茶儿茶素总量含量最低, 为 16.00 mg/g。冰岛三季水浸出物、茶多酚、氨基酸和咖啡碱整体都处于较高水平, 均值分别为 44.97%、29.45%、3.57%和 3.88%。内含成分差异使得不同的山头茶感官品质明显不同, 冰岛的晒青茶甜醇回甘; 小户赛的晒青茶浓强回甘; 坝糯的晒青茶浓厚强烈, 微涩; 荒山的晒青茶醇厚, 微涩。**结论** 冰岛是制作晒青茶的优质产区。除冰岛整体表现优异外, 其余 3 个山头的样品表现也较为优异, 说明双江县生产的晒青茶是加工普洱茶的优质原料。

关键词: 云南双江; 晒青茶; 感官品质; 内含成分; 感官品质

Comparative quality analysis of sun-dried tea from 4 hills in Shuangjiang, Yunnan

WANG Xin-Yu¹, WU Ting¹, LU Qian¹, ZHOU Hong-Jie¹, MA Yu-Qing²,
LI Ya-Li^{1*}, YANG Ying-Yan^{1*}

(1. College of Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Province Academy of Agricultural Sciences Institute of Tea, Kunming 650205, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the differences in the quality characteristics of sun-dried tea in spring, summer and autumn from 4 hills in Shuangjiang, Yunnan (Bingdao, Xiaohusai, Banuo and Huangshan). **Methods** The content of catechin, amino acids and caffeine was determined by high performance liquid chromatography (HPLC), ninhydrin colorimetry, and ultraviolet spectrophotometry, respectively. Combined with sensory evaluation, the differences in tea quality between the 4 hills were compared and analyzed. **Results** Significant differences in the tea quality were found among the 4 hills in the same season and in different seasons on the same hill. The total catechin content of the 3 seasons in Bingdao was high overall, with the highest total catechin content of 21.39 mg/g in spring tea and the lowest total catechin content of 16.00 mg/g in autumn tea from the Huangshan. Water extracts, tea

基金项目: 云岭产业技术领军人才项目([2014]1782)

Fund: Supported by the Yunling Industrial Technology Leading Talents Project ([2014]1782)

*通信作者: 李亚莉, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶加工与茶文化。E-mail: 595778901@qq.com

杨莹燕, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为茶叶加工与茶文化。E-mail: 27518923@qq.com

*Corresponding author: LI Ya-Li, Ph.D, Professor, Yunnan Agricultural University, Fengyuan Road, Panlong District, Kunming 650201, China. E-mail: 595778901@qq.com

YANG Ying-Yan, Ph.D, Senior Engineer, Yunnan Agricultural University, Fengyuan Road, Panlong District, Kunming 650201, China. E-mail: 27518923@qq.com

polyphenols, amino acids and caffeine were higher overall in all 3 seasons in Bingdao, with mean values of 44.97%, 29.45%, 3.57% and 3.88%, respectively. The differences in the inner components made the sensory quality of the different hilltop tea obviously different, with the sun-dried tea from Bingdao being sweet and mellow and sweet; the sun-dried tea from Xiaohusai being strong and sweet; the sun-dried tea from Banuo being strong and strong and slightly astringent; and the sun-dried tea from Bingdao being mellow and slightly astringent. **Conclusion** Bingdao is a high quality production area for sun-dried tea. In addition to the overall excellent performance of Bingdao, the samples from the other 3 hills also performs relatively well, indicating that the sun-dried tea produced in Shuangjiang County is a high-quality raw materials for processing Pu'er tea.

KEY WORDS: Yunnan Shuangjiang; sun-dried tea; sensory quality; intrinsic composition; sensory quality

0 引言

普洱茶是中国传统名茶，众多的研究表明普洱茶具有抗菌、抗氧化、降血脂等多种保健功效^[1-5]，近年来在国内外市场占有率逐年提升。随着普洱茶产业繁荣发展，普洱茶主要品质化学成分的研究成为了近年来茶学领域的热点。晒青茶作为普洱茶加工的原料，其品质对所制普洱茶品质至关重要^[6-7]。云南双江县是制作晒青茶的重要产区之一，地处临沧市东南部，年降水量 1000~1200 mm，平均气温 20.2℃，是北回归线上的一颗“绿色明珠”。双江县是最早有人工栽培茶树的地方之一，有文字记载的时间为明朝成化年间(1485 年前后)。地道的冰岛老寨茶，香甜气韵皆占，饱满醇厚，味酽气足，集香、柔、细、甜、韵、劲扬于一身，为云南普洱茶的极品。双江县的勐库野生古茶树群是目前全世界发现的海拔最高、密度最大的大理茶种(*Camellia taliensis*)群落。其生长群落地处双江县大雪山中上部，分布面积约 1.2 万多亩，海拔高度为 2200~2750 m。勐库野生古茶树属于野生型野生茶，在进化形态上比普洱茶种原始^[8]。

即使是采用相同的加工工艺，但由于海拔、温湿度、土壤、水分等差异，不同区域的茶叶品质通常呈现不同品质特征，吕海鹏等^[9]研究表明，西双版纳、普洱和临沧的茶多酚和没食子酸含量水平无明显差异，茶色素、游离氨基酸和黄酮总量水平差异无明显规律，但从感官审评结果来看，普洱市的样品具有较好的色、香、味品质。浦绍柳等^[10]针对云南不同茶区(勐海、勐腊和双江)的名山古树茶品质进行了比较研究，认为内含化学成分的不同导致了 3 个茶区的古树茶在品质上的差异，不同茶区古树茶滋味存在较大差异。现如今，人们追求名山茶，冰岛等山的茶叶广受追捧，价高难求，其余山头则名气和价格都远低于冰岛等名山。同时，市场普遍认为春茶的品质最优，秋茶次之，夏茶最次，夏秋茶的利用率显著低于春茶，价格也明显低于春茶。这一市场现象引起了广泛关注，但相对于此，目前针对双江县的不同山头茶叶的品质特征差异仍缺乏理论支撑。

因此，为深入了解双江县不同山头晒青茶品质差异，本研究选择云南双江 4 个山头(冰岛、小户赛、坝糯、荒山)的春、夏、秋三个季节的晒青茶，通过高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)、茚三酮比色法等测定晒青茶的生化成分，结合感官评价，探究双江不同山头不同季节晒青茶的理化成分与品质特征之间的差异，旨在明确云南大叶种茶树晒青毛茶与山头和季节的关系，为晒青茶的加工提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

2017 年 3 月~4 月、5 月~6 月、9 月~10 月，以相同标准采摘双江冰岛、小户赛、坝糯和荒山 4 个山头的茶树鲜叶一芽二叶，茶样编号及取样地点见表 1。通过相同的工艺(鲜叶鲜叶→摊凉→杀青→揉捻→晒干)加工制作。

表 1 茶样编号及取样地点 Table 1 Tea sample number and sampling location				
茶样编号	山名	海拔/m	年降水量/mm	年平均温度/℃
BD01、BD02、BD03	冰岛	1519	1705.00	17.1
XHS01、XHS02、XHS03	小户赛	1800	1750.00	20.0
BN01、BN02、BN03	坝糯	1840	1750.00	19.0
HS01、HS02、HS03	荒山	2035	1400.00	13.0

注: 01、02、03 分别代表春、夏、秋季的晒青茶。

无水乙醇[分析纯，重庆川东化工(集团)有限公司]；香荚兰素(分析纯，天津市光复精细化工研究所)；磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、硫酸亚铁、酒石酸亚铁、甲醇(分析纯，天津市风船化学试剂科技有限公司)；茚三酮(分析纯，上海三爱思试剂有限公司)；氯化亚锡(分析纯，天津市化学试剂三厂)；磷酸(分析纯，汕头市西陇化工厂有限公司)；乙腈(色

谱纯, 德国默克股份两合公司); 儿茶素单体化合物标品[色谱纯, 梯希爱(上海)化成工业发展有限公司]; 咖啡因标准物质(色谱纯, 海岸鸿蒙标准物质技术有限责任公司)。

1.2 仪器与设备

Smart-Q30 实验室纯水系统(上海和泰仪器有限公司); 1260 型高速液相色谱系统(美国安捷伦科技公司); FW100 型高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); 755B 紫外可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司); AR1140 电子天平[0.0001 g, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司]; DGG-9620A 电热恒温鼓风干燥箱(上海齐欣科学仪器有限公司); HH-S28s 数显恒温水浴锅(金坛市大地自动化仪器厂)。

1.3 方 法

1.3.1 检测方法

水浸出物、咖啡碱、游离氨基酸含量分别参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》、GB/T 8312—2013《茶 咖啡碱测定》、GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸总量的测定》测定; 参照 GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》测定茶多酚含量, 儿茶素组分采用 HPLC 进行测定。

1.3.2 感官审评

参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》规定,

采用评语与评分相结合的方式评定不同晒青茶茶叶品质。

1.4 数据处理

实验经 3 次测定取平均值, 采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据归类、分析和计算, 数据采用 Graph Pad Prism 9 和 SPSS 20.0 软件进行绘图及差异性分析。

2 结果与分析

2.1 感官审评结果

由表 2 可知, 冰岛三季茶叶样品得分均优于其余山头同季节晒青茶得分, 说明冰岛茶品质优异; 不同山头春季茶品质明显优于同山头的夏秋茶, 这一结果与市场导向一致。冰岛晒青茶外形表现不佳, 但汤色和滋味表现较好, 整体呈现香气馥郁、滋味甜醇、回甘较好, 但秋茶香气欠纯、滋味微涩; 小户赛整体来看叶底表现不佳, 但汤色和滋味表现较好, 春茶表现较佳, 香气馥郁、滋味甜醇, 但夏秋茶香气呈现清香, 且滋味带涩, 得分相对较低; 坝糯的汤色和滋味表现较优, 外形整体得分较低, 春夏茶香气馥郁, 春茶滋味带涩, 秋茶香气不佳, 有杂味; 荒山三季晒青茶品质差异较大, 但荒山春茶的 5 项指标表现较好, 夏茶优于秋茶, 香气浓郁、滋味浓厚, 综合表现较优。

表 2 感官审评结果
Table 2 Sensory evaluation results

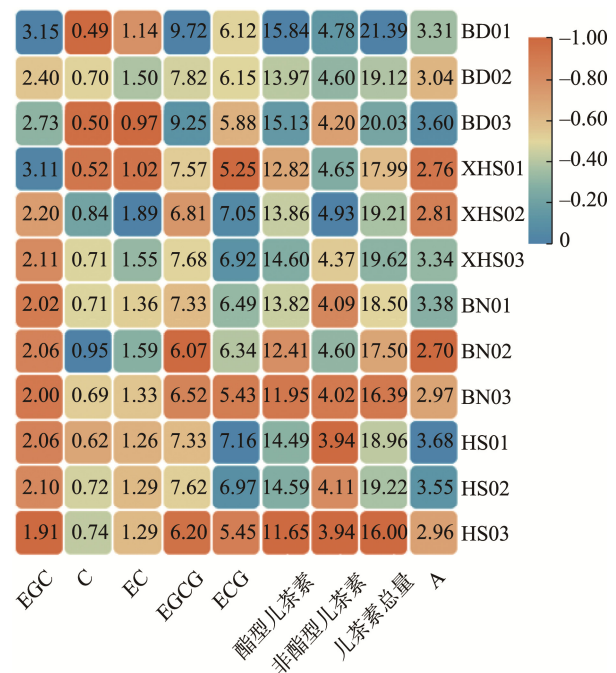
名称	外形, 评分(25%)	汤色, 评分(10%)	香气, 评分(25%)	滋味, 评分(30%)	叶底, 评分(10%)	综合评分
BD01	条索紧实、色泽黄绿带毫、有朴片, 88	黄亮, 93	馥郁、带花香, 90	甜醇回甘、水含香, 93	黄绿柔软, 92	91.0
BD02	条索粗松、色泽黄褐, 85	黄亮, 92	清香馥郁持久, 89	甜醇, 88	黄绿带红梗, 88	87.5
BD03	条索紧细、色泽墨绿、显毫, 88	黄亮, 91	清香浓郁持久、欠纯, 92	浓厚回甘、微涩, 90	黄绿柔软, 90	90.3
XHS01	条索肥硕、色泽墨绿显毫、匀整, 90	黄亮, 90	馥郁、带花香, 89	甜醇回甘, 90	黄绿匀整、有红梗, 88	89.5
XHS02	条索尚紧结、色泽墨绿、有朴片, 86	黄亮, 90	清香较持久, 87	浓强回甘、微涩, 88	黄绿柔软带梗, 88	87.5
XHS03	条索粗松、色泽黄绿、有朴片, 85	黄亮, 91	清香浓郁持久高扬, 90	浓强回甘、涩, 89	黄绿带红梗, 86	88.4
BN01	条索肥硕、色泽墨绿带毫、有朴片, 87	黄绿明亮, 91	馥郁, 88	浓厚回甘、微涩, 90	黄绿、匀、柔嫩、带梗, 90	88.9
BN02	条索尚紧结欠匀、色泽墨绿、带梗朴, 85	黄亮, 88	清香馥郁, 87	浓强、微涩, 87	黄绿柔软带红梗, 87	86.7
BN03	条索粗松、色泽墨绿、梗较多, 84	黄亮, 91	香高欠纯、有杂味, 88	醇甜, 88	黄绿偏暗, 86	87.3
HS01	条索肥硕、色泽黄绿带毫、有朴片, 91	黄亮, 91	馥郁、有蜜香, 91	浓厚、微涩, 90	黄绿柔软、有红叶红梗, 88	90.4
HS02	条索尚紧结、色泽黄褐、带朴片, 85	黄亮, 88	浓郁持久, 88	醇厚回甘, 87	黄绿柔软有红梗, 86	87.2
HS03	条索粗松、色泽墨绿、带梗、朴片, 85	黄亮, 90	香气尚纯, 80	尚醇厚, 80	黄绿有红梗, 86	82.6

除荒山外,其余 3 个山头品质均呈现春茶品质优于秋茶,秋茶品质优于夏茶的现象,与前人的研究结果一致^[11],这可能是由于夏季茶树生长较快,土壤中营养成分有限,导致茶树中糖类等相关营养物质的形成和积累较少,品质不佳^[11-12]。荒山秋茶得分较低的主要原因是香气和滋味得分较低,夏茶得分高的原因可能是由于荒山海拔较高,降雨量少,有机物质积累较多,滋味与香气表现较佳,而秋季时,经过春夏两季采摘,秋季茶叶品质受到影响,茶叶香气和滋味表现欠佳。

2.2 双江 4 个山头生化成分分析

2.2.1 4 个山头儿茶素组分含量分析

茶叶中的儿茶素组分包括儿茶素(catechin, C)、表儿茶素(epicatechin, EC)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、没食子儿茶素(gallocatechin, GC)、没食子酸儿茶素没食子酸酯(gallocatechin gallate, GCG)等^[13]。本研究采用 HPLC 测定茶叶中酯型儿茶素(EGCG、ECG)和非酯型儿茶素(EGC、C、EC)的含量,结果见图 1。冰岛三季的总儿茶素含量整体较高,其中春茶儿茶素总量最高,为 21.39 mg/g,荒山秋茶儿茶素总含量最低,为 16.00 mg/g。



注:图中 A 表示酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值,标尺上从 0.00~1.00 对应颜色由蓝色到橙色,颜色越偏向橙色,表示儿茶素含量越高,颜色越偏向蓝色,表示儿茶素含量越低。

图 1 4 个山头不同季节儿茶素组分热图

Fig.1 Heat map of catechin in different seasons on 4 hills

各样品的酯型儿茶素含量高于非酯型儿茶素。酯型儿茶素是苦涩味和收敛性的主要物质^[14],其中冰岛春茶含量最高(15.45%),荒山秋茶含量最低,这与感官审评结果相结合发现,冰岛春茶滋味甜醇回甘,荒山秋茶滋味尚醇厚,说明酯型儿茶素单一组分的含量高低不能决定茶叶滋味特征。非酯型儿茶素先苦后甘,收敛性较弱^[15]。小户赛、坝糯和荒山的夏季非酯型儿茶素含量高于春季,这与黄芳芳等^[16]的研究结果一致。酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值是衡量绿茶滋味的重要标准之一,在一定范围内比值越低,苦涩味越淡^[17],坝糯夏茶比值最低,滋味呈现浓强微涩,荒山春茶比值最高,滋味呈现浓厚微涩,说明酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值可能对茶汤滋味的厚度和强度具有一定影响。

酯型儿茶素组分中,EGCG 含量最高,非酯型儿茶素组分中 EGC 含量最高,C 含量较低,这与前人的研究结果一致^[18]。荒山的 EGC 含量夏季高于春季,与 XU 等^[19]研究结果一致。高含量的 ECG 可能是形成茶叶口感浓厚和强烈的重要因素,结合感官审评结果,小户赛夏茶、小户赛秋茶、坝糯夏茶的滋味呈现出浓强,其 ECG 含量较高,但 HS01 的 ECG 含量最高,但其滋味呈现浓厚而非浓强,说明 ECG 可能不是茶汤呈现强烈的唯一因素^[20]。小户赛秋茶的茶汤涩味明显,但 EGCG 含量并非最高,说明儿茶素虽然是苦涩味的主要来源之一,但其对涩味的贡献可能弱于苦味^[21]。不同山头的地理位置不同,其光照强度和光质存在区别,而光照强度和光质会对儿茶素的合成造成影响,遮阴条件下儿茶素的合成会受到抑制^[22],这可能是不同山头不同季节儿茶素含量出现差异的主要原因。

2.2.2 4 个山头其他生化成分分析

水浸出物、茶多酚、咖啡碱、氨基酸等主要生化成分的含量对茶叶感官品质影响较大^[23-25],水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱及黄酮可以解释晒青茶滋味品质 99.10% 的变化^[26]。由表 3 可知,双江县 4 个山头春、夏、秋茶的生化指标表现出不同程度的差异。

茶叶中水浸出物的质量分数在一定程度上反映了内成分的多寡,茶汤厚薄的浓淡,其含量与茶叶品质呈正相关关系^[27]。何青元等^[28]研究表明,水浸出物含量的高低直接影响普洱茶的品质,并与普洱茶的汤色、浓度、滋味密切相关。冰岛三季水浸出物含量的总值高于其余 3 个山头,说明冰岛的晒青茶可溶性物质丰富,茶汤滋味浓厚,与感官审评结果一致。冰岛和荒山秋茶的水浸出物含量高于春夏茶,坝糯三季水浸出物差异最为明显。本研究结果显示,12 个茶样的水浸出物均高于晒青茶(大叶种)团体标准 T/YNTCA 001—2021《晒青茶(大叶种)》规定的 35%,说明 4 个山头晒青茶品质较优。

表 3 双江 4 个山头春、夏、秋晒青茶生化成分
Table 3 Biochemical components in sun-dried tea in spring, summer and autumn from 4 hills in Shuangjiang

编号	水浸出物/%	茶多酚/%	氨基酸/%	咖啡碱/%	酚氨比
BD01	42.99±0.11 ^b	28.71±0.06 ^a	2.95±0.00 ^c	3.85±0.01 ^b	9.75±0.04
BD02	45.14±0.20 ^a	28.83±0.03 ^b	3.85±0.01 ^a	3.81±0.00 ^a	7.49±0.01
BD03	46.78±0.74 ^a	30.82±0.09 ^b	3.90±0.00 ^c	3.98±0.01 ^b	7.91±0.04
XHS01	45.86±0.61 ^a	26.70±0.03 ^c	4.05±0.01 ^a	4.23±0.00 ^a	6.59±0.03
XHS02	41.21±0.18 ^c	27.61±0.07 ^c	2.85±0.02 ^c	2.83±0.00 ^d	9.68±0.09
XHS03	45.03±0.15 ^b	31.31±0.09 ^a	2.59±0.00 ^d	3.37±0.00 ^d	12.08±0.03
BN01	39.71±0.15 ^d	25.35±0.03 ^d	3.10±0.02 ^b	3.46±0.04 ^c	8.17±0.05
BN02	41.32±0.10 ^c	25.64±0.23 ^d	2.30±0.00 ^d	3.09±0.03 ^c	11.16±0.14
BN03	32.05±0.10 ^d	23.41±0.18 ^d	5.18±0.01 ^a	3.51±0.01 ^c	4.52±0.03
HS01	41.82±0.13 ^c	27.83±0.06 ^b	2.44±0.00 ^d	3.44±0.00 ^c	11.39±0.01
HS02	41.76±0.05 ^b	30.30±0.09 ^a	3.07±0.00 ^b	3.66±0.01 ^b	9.88±0.02
HS03	43.35±0.06 ^c	28.29±0.09 ^c	4.95±0.00 ^b	4.02±0.00 ^a	5.72±0.02

注: 不同小写字母表示组间存在显著性差异, $P<0.05$ 。

咖啡碱是茶叶中主要的嘌呤碱^[29], 茶叶苦味的主要来源之一。金阳等^[30]认为, 茶叶中咖啡碱含量越高, 茶叶品质越好。晒青毛茶的咖啡碱含量一般在 3.12%~4.23%之间。但咖啡碱高低与茶叶苦味并不呈正相关关系, 因此并非咖啡碱含量越高茶叶就越苦, 这还与其他呈味物质的含量有关^[27]。部分研究认为, 咖啡碱是茶汤苦味的重要驱动因子, 其次是 EGCG, 茶汤苦味强度主要由儿茶素决定^[31-32]。小户赛春茶咖啡碱含量最高, 儿茶素含量中等, 故其滋味表现为甜醇回甘。各山头三季晒青茶中, 小户赛和荒山的春、夏、秋茶的咖啡碱含量差异较大, 可能与不同山头的种植环境差异有关。

茶多酚是普洱茶主要的呈味物质, 其中儿茶素含量约占多酚类物质的 70%^[33], 具有较强的苦味, 是茶叶苦涩味、回甘和生津的主要来源。在一定范围内, 茶多酚与普洱茶品质的成正相关^[34-36]。本研究结果显示, 冰岛秋茶、荒山夏茶和小户赛秋茶的茶多酚含量较高, 与审评结果中滋味评分相对应。4 个山头夏季茶多酚含量均高于春茶, 这是因为随着夏季气温升高, 光照增强, 茶树体内的碳素代谢增强, 因此茶多酚含量较高^[37]。

氨基酸是鲜味的主体成分^[38-39]。冰岛、坝糯、荒山秋茶的氨基酸含量高于同山头的春夏茶。茶多酚与氨基酸的比例称为酚氨比, 与单一指标相比, 酚氨比可以更综合判断鲜叶品质属性和成茶品质优劣^[40]。酚氨比低, 茶汤滋味醇厚^[41]。同时茶汤的回甘生津度, 主要取决于酚氨比, 对云南大叶种而言, 酚氨比小于 10 时, 比值越大, 茶汤的回

甘生津越好^[42]。小户赛三季晒青茶酚氨比的平均值为 9.45, 是 4 个山头中最高的。其中小户赛秋茶、荒山春茶和坝糯夏茶较高, 坝糯秋茶最低, 其余山头的酚氨比差异不大, 均在 5.72~9.88 之间, 说明 4 个山头三个季节的晒青茶的茶汤整体品质较好。

2.3 滋味评分与生化成分相关性分析

由表 4 的相关性分析结果可知, 不同内含成分与晒青茶滋味得分之间存在不同程度的相关性。滋味得分与 EGC、EGCG 含量呈显著正相关($P<0.05$), 说明 EGC 和 EGCG 对滋味的影响较大。晒青茶的品质指标与滋味品质之间具有一定的相关性, 说明理化指标对晒青茶的感官品质有一定的影响, 但部分指标之间呈现一定的负相关, 因此也表明并非各物质含量越高, 茶叶品质就越好。

总体来看, 4 个山头茶叶内含物质, 冰岛、荒山的茶多酚含量处于较高水平, 平均值分别为 29.45%和 28.81%, 坝糯的茶多酚含量整体较低, 平均值分别为 24.80%; 氨基酸方面, 冰岛的氨基酸处于较高水平, 平均值分别为 3.57%, 小户赛的氨基酸总体较低; 咖啡碱含量方面, 冰岛和荒山 3 个季节咖啡碱含量处于较高水平, 平均值分别为 3.88%和 3.71%, 坝糯的咖啡碱含量处于较低水平。冰岛 3 季茶样水浸出物(平均值为 44.94%)、咖啡碱、氨基酸、茶多酚整体含量最高, 说明冰岛茶区的茶叶内含物质更为丰富, 适宜加工晒青茶。

表 4 生化成分含量与不同山头及不同季节晒青茶滋味得分之间的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between biochemical component content and taste scores of sun-dried tea from different hills and seasons										
成分	咖啡碱	茶多酚	氨基酸	水浸出物	EGC	C	EC	EGCG	ECG	滋味得分
咖啡碱	1	0.203	0.574	0.4	0.542	-0.716**	-0.820**	0.403	-0.681*	-0.053
茶多酚		1	-0.274	0.756**	0.216	-0.29	-0.129	0.553	0.356	0.030
氨基酸			1	-0.252	0.024	-0.256	-0.369	-0.148	-0.825**	-0.442
水浸出物				1	0.493	-0.331	-0.246	0.476	0.049	0.071
EGC					1	-0.739**	-0.555	0.752**	-0.37	0.601*
C						1	0.835**	-0.794**	0.344	-0.528
EC							1	-0.54	0.533	-0.242
EGCG								1	0.017	0.688*
ECG									1	0.221
滋味得分										1

注: * $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。

3 结 论

本研究对 4 个山头三季节晒青茶的理化成分和感官审评结果进行检测分析发现, 滋味多表现为浓厚、浓醇、甜醇回甘, 12 个茶样整体表现较好。云南茶树种植区域众多, 地理环境复杂, 不同山头的晒青茶各具特点, 双江县 4 个山头品质存在一定差异, 感官审评结果差异较大。在冰岛、小户赛、坝糯和荒山春夏秋三季 12 个茶样中发现, 除荒山外, 其余 3 个山头春茶品质显著高于夏秋茶, 说明春茶是加工晒青茶的优质原料。但春茶的内含物质含量并未显著高于夏秋茶, 说明茶叶品质不仅由茶叶单一内含物质的含量决定, 还要取决于各内含物质之间的协同作用^[43]。如 EGCG 和咖啡碱的混合液滋味强度比两者中的任一这高, 但却比两者相加的苦味值低, 同时对其涩味有减弱的作用。因此, 内含物质含量不是决定茶叶品质的唯一因素。冰岛三季茶样整体内含成分含量优于其余山头, 三季晒青茶的水浸出物、茶多酚、氨基酸、咖啡碱和酯型儿茶素平均值高于其余山头, 说明冰岛是制作晒青茶的优质产区。除冰岛整体表现优异外, 其余 3 个山头的样品表现也较为优异, 说明双江县适宜茶树种植, 其生产的晒青茶是加工普洱茶的优质原料。造成茶叶品质差异的原因还需要进一步进行探究, 后期还可结合晒青茶香气特征进行分析, 从而为提高双江县晒青茶的品质提供参考和科学依据。

参考文献

[1] WANG Y, CHUNG FF, LEE SM, *et al.* Inhibition of attachment of oral bacteria to immortalized human gingival fibroblasts (HGF-1) by tea extracts and tea components [J]. BMC Res Notes, 2013, 6(1): 1-5.
[2] ZHENG YY, ZENG X, CHEN TT, *et al.* Chemical profile, antioxidative, and gut microbiota modulatory properties of ganpu tea: A derivative of

Pu-erh tea [J]. Nutrients, 2020, 12(1): 224-243.
[3] JENSEN G, BEAMAN J, HE Y, *et al.* Reduction of body fat and improved lipid profile associated with daily consumption of a Puer tea extract in a hyperlipidemic population: A randomized placebo-controlled trial [J]. Clin Interv Aging, 2016, 11: 367-376.
[4] SHUAI NY, PENG CY, NIU HL, *et al.* Recent techniques for the authentication of the geographical origin of tea leaves from camellia sinensis: A review [J]. Food Chem, 2022, 374: 131713.
[5] REN YY, HOU Y, GRANATO D, *et al.* Metabolomics, sensory evaluation, and enzymatic hydrolysis reveal the effect of storage on the critical astringency-active components of crude Pu-erh tea [J]. J Food Compos Anal, 2022, 107: 104387.
[6] WANG C, LI J, WU XJ, *et al.* Pu-erh tea unique aroma: Volatile components, evaluation methods and metabolic mechanism of key odor-active compounds [J]. Trends Food Sci Technol, 2022, 124: 25-37.
[7] WANG SN, QIU Y, GAN RY, *et al.* Chemical constituents and biological properties of Pu-erh tea [J]. Food Res Int, 2021, 154: 110899.
[8] 张俊, 王平盛, 陈红伟, 等. 云南双江勐库野生古茶树群落[J]. 茶叶, 2003, (4): 220-221.
ZHANG J, WANG PS, CHEN HW, *et al.* Wild ancient tea tree communities in Mengku, Shuangjiang, Yunnan [J]. Tea, 2003, (4): 220-221.
[9] 吕海鹏, 张悦, 杨停, 等. 不同产地普洱茶主要化学成分含量的差异分析[J]. 食品工业科技, 2016, 37(8): 59-64.
LV HP, ZHANG Y, YANG T, *et al.* Comparative study on the content levels of the major chemical constituents of Pu-erh tea among different producing areas [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(8): 59-68.
[10] 浦绍柳, 范承胜, 伍岗, 等. 云南不同茶区的名山古树茶品质比较研究[J]. 西南农业学报, 2019, 32(3): 484-488.
PU SL, FAN CS, WU G, *et al.* Comparative study on ancient tree tea quality of famous mountain in different tea areas in Yunnan [J]. Southwest China J Agric Sci, 2019, 32(3): 484-488.

- [11] 李芬, 陈春林, 田玉萍, 等. 云南不同品种大叶种茶树生化成分季节变化特征分析[J]. 食品与生物技术学报, 2022, 41(3): 88–95.
LI F, CHEN CL, TIAN YP, *et al.* Characterization of seasonal changes in biochemical components of different varieties of large-leaf tea trees in Yunnan [J]. J Food and Biotechnol, 2022, 41(3): 88–95.
- [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.
LI QW. Study on catechin quality index of Rizhao green tea [J]. J Agric, 2014, 4(6): 64–66.
- [13] GUO F, GUO YF, WANG P, *et al.* Transcriptional profiling of catechins biosynthesis genes during tea plant leaf development [J]. Planta, 2017, 246(6): 1139–1152.
- [14] 宁静, 李健权, 刘本英, 等. 云南大叶种晒青茶发花前后主要风味成分的变化研究[J]. 茶叶科学, 2021, 41(2): 213–227.
NING J, LI JQ, LIU BY, *et al.* Study on the changes of the main flavor components of sun-dried tea of Yunnan large-leaf species before and after flowering [J]. Tea Sci, 2021, 41(2): 213–227.
- [15] 施兆鹏. 茶叶审评与检验[M]. 第四版. 北京: 中国农业出版社, 2010.
SHI ZP. Tea review and inspection [M]. 4th Edition. Beijing: China Agriculture Press, 2010.
- [16] 黄芳芳, 熊立瑰, 李莹, 等. 春夏季茶树儿茶素生物合成基因表达差异[J]. 食品科学, 2022, 43(4): 80–87.
HUANG FF, XIONG LG, LI Y, *et al.* Differential expression of catechin biosynthesis genes in spring and summer tea trees [J]. Food Sci, 2022, 43(4): 80–87.
- [17] 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.
- [18] WEI K, WANG L, ZHOU J, *et al.* Catechin contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents [J]. Food Chem, 2011, 125(1): 44–48.
- [19] XU WP, SONG QS, LI DX, *et al.* Discrimination of the production season of Chinese green tea by chemical analysis in combination with supervised pattern recognition [J]. J Agric Food Chem, 2012, 60(28): 7064–7070.
- [20] 马林龙, 罗正飞, 曹丹, 等. 临沧市普洱生茶滋味品质分析[J]. 茶叶通讯, 2021, 48(3): 462–468.
MA LL, LUO ZF, CAO D, *et al.* Analysis of taste quality of raw Pu'er tea in Lincang City [J]. J Tea Commun, 2021, 48(3): 462–468.
- [21] ROBICHAUD JL, NOBLE AC. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine [J]. J Sci Food Agric, 1990, 53(3): 343–353.
- [22] XU P, SU H, JIN R, *et al.* Shading effects on leaf color conversion and biosynthesis of the major secondary metabolites in the albino tea cultivar “Yujinxiang” [J]. J Agric Food Chem, 2020, 68(8): 2528–2538.
- [23] 李友勇, 方成刚, 孙雪梅, 等. 滇南古树晒青茶品质化学成分特征研究[J]. 西南农业学报, 2014, 27(5): 1874–1883.
LI YY, FANG CG, SUN XM, *et al.* Study on characteristics of quality chemical components of sun-dried tea of ancient tea plants in south Yunnan [J]. Southwest China J Agric Sci, 2014, 27(5): 1874–1883.
- [24] SONG CM, ZHANG YS, CHENG L, *et al.* Tea polyphenols ameliorates memory decline in aging model rats by inhibiting brain TLR4/NF- κ B inflammatory signaling pathway caused by intestinal flora dysbiosis [J]. Exp Gerontol, 2021, 151: 111476.
- [25] ZHAO CJ, LI CY, LIU SH, *et al.* The galloyl catechins contributing to main antioxidant capacity of tea made from *Camellia sinensis* in China [J]. Sci World J, 2014, 2014: 863984.
- [26] 苏丹, 李亚莉, 李思佳, 等. 晒青茶、普洱茶(生茶)紧压茶实物样研制及其品质特征分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(15): 6233–6239.
SU D, LI YL, LI SJ, *et al.* Development and quality characteristics analysis of the physical samples of sun-blue tea and Pu-erh tea (raw tea) compacted tea [J]. J Food Saf Qual, 2021, 12(15): 6233–6239.
- [27] 刘建军, 陈猛, 罗影, 等. 春季不同时期绿茶品质化学成分研究[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(16): 146–154.
LIU JJ, CHEN M, LUO Y, *et al.* Study on the chemical composition of green tea quality in different periods of spring [J]. Food Res Dev, 2022, 43(16): 146–154.
- [28] 何青元, 张亚萍, 王平盛. 云南普洱茶感官品质与内含成份关系研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(11): 38–41.
HE QY, ZHANG YP, WANG PS. Study on the relationship between sensory quality and content components of Yunnan Pu'er tea [J]. China Agric Sci Bull, 2009, 25(11): 38–41.
- [29] 陈孝权, 肖海军, 孙鲁云, 等. 云南主产茶区晒青毛茶品质成分研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(11): 5018–5022.
CHEN XQ, XIAO HJ, SUN LY, *et al.* Study on the quality components of sun-blue maocha in the main tea-producing regions of Yunnan [J]. Anhui Agric Sci, 2013, 41(11): 5018–5022.
- [30] 金阳, 刘亚峰, 赵玉香, 等. 茶叶中咖啡碱的研究进展及展望[J]. 中国茶叶加工, 2017, (Z2): 38–43.
JIN Y, LIU YF, ZHAO YX, *et al.* Research progress and prospects of caffeine in tea [J]. China Tea Process, 2017, (Z2): 38–43.
- [31] YU PQ, YEO ASL, LOW MY, *et al.* Identifying key non-volatile compounds in ready-to-drink green tea and their impact on taste profile [J]. Food Chem, 2014, 155: 9–16.
- [32] 张英娜. 绿茶茶汤主要儿茶素呈味特性研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
ZHANG YN. Study on the taste characteristics of the main catechins in green tea infusion [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2016.
- [33] LIU M, TIAN HL, WU JH, *et al.* Relationship between gene expression and the accumulation of catechin during spring and autumn in tea plants (*Camellia sinensis* L.) [J]. Hortic Res-England, 2015, 2(1): 1–8.
- [34] 张新富, 龚加顺, 周红杰, 等. 云南普洱茶中多酚类物质与品质的关系研究[J]. 食品科学, 2008, (4): 230–233.
ZHANG XF, GONG JS, ZHOU HJ, *et al.* Study on the relationship between polyphenols and quality in Yunnan Pu'er tea [J]. Food Sci, 2008, (4): 230–233.

- [35] BANDYOPADHYAY P, GHOSH AK, GHOSH C. Recent developments on polyphenol-protein interactions: Effects on tea and coffee taste, antioxidant properties and the digestive system [J]. Food Funct, 2012, 3(6): 592–605.
- [36] 夏丽飞, 梁名志, 王丽, 等. 勐海晒青茶品质化学研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(16): 239–244.
- XIA LF, LIANG MZ, WANG L, *et al.* Studying on the quality of Menghai's sunny dried tea [J]. China Agric Sci Bull, 2012, 28(16): 239–244.
- [37] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- WAN XC. Tea biochem [M]. 3th Edition. Beijing: China Agricultural Press, 2016.
- [38] YU Z, YANG Z. Understanding different regulatory mechanisms of proteinaceous and non-proteinaceous amino acid formation in tea (*Camellia sinensis*) provides new insights into the safe and effective alteration of tea flavor and function [J]. Crit Rev Food Sci, 2020, 60(5/8): 844–858.
- [39] 官兴丽, 肖海军, 梁俊涛, 等. 云南西双版纳 7 个产地大树茶(晒青毛茶)品质分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(28): 297–303.
- GUAN XL, XIAO HJ, LIANG JT, *et al.* Analysis of quality of big plant tea (crude green tea) of seven areas in Xishuangbanna of Yunnan [J]. China Agric Sci Bull, 2012, 28(28): 297–303.
- [40] 肖涵, 申亮, 杨婉秋, 云南普洱地区大叶种茶酚氨比研究[J]. 昆明学院学报, 2017, 39(3): 34–39.
- XIAO H, SHEN L, YANG WQ. Analysis of phenolic/amino acids in large-leaf species tea from Yunnan Pu'er area [J]. J Kunming Univ, 2017, 39(3): 34–39.
- [41] 刘义富, 王加真, 单敏, 等. 不同绿茶干茶化学成分含量比较分析[J]. 现代农业科技, 2021, (8): 206–210.
- LIU YF, WANG JZ, SHAN M, *et al.* Comparative analysis of chemical composition of different green tea dry teas [J]. Mod Agric Sci Technol, 2021, (8): 206–210.
- [42] 浦绍柳, 夏丽飞, 邓少春, 等. 不同月份云南大叶种晒青茶化学成分变化研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(6): 247–250.
- PU SL, XIA LF, DENG SC, *et al.* Research on the chemical composition change of Yunnan big leaf species sun-dry tea in different months [J]. China Agric Sci Bull, 2015, 31(6): 247–250.
- [43] 陈美丽, 唐德松, 龚淑英, 等. 绿茶滋味品质的定量分析及其相关性评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2014, 40(6): 670–678.
- CHEN ML, TANG DS, GONG SY, *et al.* Quantitative analysis and correlation evaluation on taste quality of green tea [J]. J Zhejiang Univ (Agric Life Sci), 2014, 40(6): 670–678.

(责任编辑: 郑丽于梦娇)

作者简介



王欣雨, 硕士研究生, 主要研究方向为制茶工程和质量控制。

E-mail: 1428549932@qq.com



李亚莉, 博士, 教授, 主要研究方向为茶叶加工与茶文化。

E-mail: 595778901@qq.com



杨莹燕, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为茶叶加工与茶文化。

E-mail: 27518923@qq.com