

云南红碎茶色、香、味品质特征分析

Analysis of quality characteristics of Yunnan broken black tea by color, fragrance and taste

张杨波¹ 刘仲华^{1,2} 饶甜甜¹ 李 适¹ 欧行畅¹

ZHANG Yang-bo¹ LIU Zhong-hua^{1,2} RAO Tian-tian¹ LI Shi¹ OU Xing-chang¹

安会敏¹ 熊一帆¹ 李文雄³ 蒋鸿健³ 黄建安^{1,2}

AN Hui-min¹ XIONG Yi-fan¹ LI Wen-xiong³ JIANG Hong-jian³ HUANG Jian-an^{1,2}

(1. 湖南农业大学茶学教育部重点实验室, 湖南 长沙 410128; 2. 国家植物功能成分利用工程技术研究中心[湖南农业大学], 湖南 长沙 410128; 3. 云南省临沧市发展生物办公室, 云南 临沧 677000)

(1. Key Laboratory of Tea Science of Ministry of Education, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2. National Research Center of Engineering Technology for Utilization of Functional Ingredients from Botanicals [Hunan Agricultural University], Changsha, Hunan 410128, China;

3. The Development Biology Office of Lincang, Lincang, Yunnan 677000, China)

摘要:从感官审评、色差值、香气成分、理化成分等方面对收集到的 14 个云南红碎茶进行分析。结果表明, 14 个样品茶汤以红亮为主, 色差值 L^* 、 a^* 、 b^* 分别为 $-22.50 \sim -12.28$, $9.09 \sim 23.80$, $62.09 \sim 164.40$, TF、TF-3G、TF-3'G、TFDG 含量分别为 $0.146\% \sim 0.209\%$, $0.108\% \sim 0.225\%$, $0.041\% \sim 0.109\%$, $0.056\% \sim 0.177\%$; 香气以纯正为主, GC-MS 检测到的主要香气成分为苯甲醛 ($1.291\% \sim 11.747\%$)、氧化芳樟醇 I ($1.705\% \sim 6.394\%$)、氧化芳樟醇 II ($4.950\% \sim 14.094\%$)、芳樟醇 ($10.070\% \sim 45.471\%$)、水杨酸甲酯 ($7.255\% \sim 28.142\%$); 滋味以浓强为主, 水浸出物、多酚、游离氨基酸含量分别为 $30.511\% \sim 36.422\%$, $10.198\% \sim 17.280\%$, $3.022\% \sim 4.443\%$, 生物碱、儿茶素组分、氨基酸组分、糖组分含量也是构成茶汤滋味品质的重要组成。通过相关性分析可知, 茶叶的理化成分在一定程度上能反映出感官品质特征, 两者之间存在一定相关性, 理化成分组成及含量在一定程度上能反映出感官品质特征。

关键词:云南红碎茶; 品质; 理化成分; 挥发性成分

Abstract: In order to explore the color, fragrance and taste quality of Yunnan broken black tea, it provides a reference of the

quality characteristics of domestic broken black tea in this study. This study collected 14 Yunnan broken black tea and analyzed the quality from sensory evaluation, color difference, aroma components, and physical and chemical ingredients. The results showed that the 14 sample tea soups were mainly red and bright, and the color differences L^* , a^* , and b^* were -22.50 to -12.28 , $9.09 \sim 23.80$, $62.09 \sim 164.40$, respectively. The amounts of TF, TF-3G, TF-3'G and TFDG were $0.146\% \sim 0.209\%$, $0.108\% \sim 0.225\%$, $0.041\% \sim 0.109\%$, $0.056\% \sim 0.177\%$; respectively. The aroma was pure, and the main aroma component detected by GC-MS was benzaldehyde ($1.291\% \sim 11.747\%$), linalool oxide I ($1.705\% \sim 6.394\%$), linalool oxide II ($4.950\% \sim 14.094\%$), linalool ($10.070\% \sim 45.471\%$), and methyl salicylate ($7.255\% \sim 28.142\%$). The taste is mainly strong, the amounts of water extract, polyphenols, and free amino acids are $30.511\% \sim 36.422\%$, $10.198\% \sim 17.280\%$, $3.022\% \sim 4.443\%$, respectively. The alkaloids and the components of catechin, amino acid and sugar are also important components of the taste quality of tea soup. The sensory quality of Yunnan broken black tea is closely related to the color difference, volatile components, and physical and chemical components. It also shows that the components of tea can reflect the sensory quality characteristics to a certain extent by correlation analysis, and there is a certain correlation between the components and sensory quality. The composition and content of components can reflect the sensory quality characteristics to a certain extent. The level of material content may be related to the origin and processing technology and other factors, which provides a reference for the study of the quality character-

基金项目:农业部现代农业产业技术体系(编号:CARS-23); 2018 年湖南省研究生科研创新项目(编号:CX2018B420)

作者简介:张杨波, 女, 湖南农业大学在读硕士研究生。

通信作者:刘仲华(1965—), 男, 湖南农业大学教授, 博士。

E-mail: arkin-liu@163.com

收稿日期:2019-03-21

istics of domestic broken black tea.

Keywords: Yunnan broken black tea; quality; physical and chemical components; volatile components

红茶,“红汤红叶”具有多种生理活性功能^[1-3],如调节免疫系统^[4]、抗肥胖^[5-6]等,深受国际友人的喜爱。如何提高红碎茶品质,增强其在国际市场上的竞争力成为中国红碎茶发展面临的挑战^[7-9]。

独特的地理环境、优越的气候条件、优良的茶树品种,使得云南茶叶受到广大民众的喜爱。基于云南大叶种的强烈可塑性和丰富的内含物质,制成的红碎茶身骨重实,汤色红艳明亮,香气馥郁,滋味呈现出浓、强、鲜、爽等特点^[7,10-11],使得其独具特色^[12-13]。近年来,部分学者对红碎茶品质进行了研究,韩海华等^[10]分析比较了云南红碎茶的品质特征,认为云南红碎茶整体品质较好;乔小燕等^[14]对不同等级 CTC 红碎茶的生化成分进行了分析,证明茶多酚、咖啡碱、茶红素含量是调节不同等级红碎茶品质特征的主要原因;杨盛美等^[15]发现芳樟醇、(E)-2-乙醛、苯乙醛等是构成云南红碎茶香气特征的主要物质。以上研究仅针对红碎茶某一个特征品质进行分析,未能提供关于红碎茶色、香、味品质特征分析。试验通过收集云南 2017 年春季 14 个红碎茶样,按照相关国家标准对其进行感官审评、色差和挥发性成分、理化成分分析测定,从色、香、味等方面探讨云南红碎茶品质特征,以期为红碎茶品质特征研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

红碎茶:云南临沧各茶叶龙头企业。按照提供信息,对 14 个茶样进行编号;

Tag.TM 氨基酸分析色谱柱:美国 Waters 公司;

ECOSIL-C18 色谱柱:日本 LUBEX 公司;

手动 SPME 进样器,65 μm PDME/DVB 固相微萃取头,50/30 μm DVB/CAR/PDMS 固相微萃取头:美国 Supelco 公司。

1.1.2 试验仪器

高效液相色谱仪:e2695 型,美国 Waters 公司;

高效液相色谱仪:LC-20AT 型,日本岛津公司;

紫外分光光度计:UV2550,日本岛津公司;

电子分析天平:AE240 型,瑞士 Mettler 公司;

气相色谱—质谱联用仪:7890B/7000C 型,美国 Agilent 公司;

测色色差仪:SMY-2000 系列,北京盛名扬科技开发有限责任公司。

1.1.3 试验试剂

磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、茚三酮、氯化亚锡、福林

酚、三氟乙酸、碳酸钠:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

N,N-二甲基甲酰胺、乙酸、甲醇、乙腈:色谱纯,国药集团化学试剂有限公司;

AccQ.Tag 洗脱液、氨基酸衍生试剂包:美国 Waters 公司;

18 种氨基酸标样:英国 BDH 公司;

茶黄素标准品(99%)、茶碱标准品(99%)、可可碱标准品(95%)、没食子酸标准品(90.34%)、儿茶素标准品(纯度 99%):美国 Sigma 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 茶叶感官品质审评方法 按照 GB/T 23776—2018 茶叶感官审评方法,由 7 名专业审评人员分别对 14 份红碎茶茶样的外形、汤色、香气、滋味和叶底进行感官审评。

1.2.2 理化检测

(1) 茶汤色差:参考文献^[16]。

(2) 水分:按 GB/T 8304—2013 执行。

(3) 水浸出物:按 GB/T 8305—2013 执行。

(4) 游离氨基酸:按 GB/T 8314—2013 执行。

(5) 多酚:按 GB/T 8313—2008 执行。

(6) 儿茶素生物碱、茶黄素、氨基酸组分、糖组分:采用高效液相色谱法^[17]。

(7) 香气成分分析:采用 HS-SPME-GC-MS 分析^[18]。

1.3 数据处理

所有数据统计及计算均使用 Microsoft Excel 2016、SPSS 23.0 分析,采用 Origin 8.5 软件绘制图形。

2 结果与讨论

2.1 红碎茶感官审评结果分析

按 GB/T 23776—2018 对红碎茶的汤色、香气、滋味和叶底进行评分。由表 1 可知,1~3 号红碎茶汤色得分整体最高(>90 分),1~14 号茶汤整体呈现出由较红亮、红亮带艳向深红尚亮转变,颜色逐步加深,可能是加工过程中部分茶黄素类物质含量减少,茶黄素进一步氧化产生茶红素、茶褐素,使得汤色加深。香气整体表现出花香、纯正的特点,云南大叶种内含物质极为丰富,在加工过程中这些物质发生化学变化形成醇类、酮类、醛类等物质,对香气审评起到积极作用。滋味由浓尚鲜逐渐转变为浓强,而鲜爽度有所降低,这与部分样品多酚类物质含量较高、游离氨基酸含量较少有关。综合感官评分与多酚、游离氨基酸含量结果分析可知,1、3 号红碎茶整体品质最佳,其次是 6、11、12 以及 8 号茶样,7、10、13、14 号茶样滋味评分较低,其中 14 号茶样出现青味,可能是由发酵不足导致的。品种、地域以及加工工艺的不同使得 14 个红碎茶的品质存在一定差异。

表 1 不同等级云南红碎茶感官审评结果

Table1 Results of the sensory review of Yunnan red broken tea

样品	外形 (20%)	汤色 (10%)	香气 (30%)	滋味 (30%)	叶底 (10%)	总分
1	95	94	92	93	94	93.3
2	87	90	78	83	90	83.7
3	91	92	92	92	93	91.9
4	82	91	87	85	88	85.9
5	80	91	78	77	88	80.4
6	91	93	91	90	92	91.0
7	82	80	80	74	83	78.9
8	87	93	90	86	92	88.7
9	79	89	89	80	88	84.2
10	71	80	80	76	85	77.5
11	88	92	89	88	92	89.1
12	86	92	91	86	94	88.9
13	82	80	80	74	83	78.9
14	84	86	80	73	88	80.1

2.2 红碎茶色泽品质特征

2.2.1 色差分析 由图 1 可知,红绿色度 a^* 、黄蓝色度 b^* 均为正值,与文献[19]所得结论一致。茶汤明亮度 L^* 范围为 $-22.5 \sim -12.8$,其中以 1、3 号红碎茶数值较高,茶汤明亮度好; a^* 以 8、12 号数值较高,茶汤红色程度偏深;同样,两个茶样的 b^* 值也较高,其汤色呈现出较高的黄橙度。 L^* 值越高,茶汤明亮度也好,与感官评价整体呈现出正相关; a^* 值、 b^* 值越高,茶汤红色程度加深,呈现红艳的状态。 L^* 、 a^* 和 b^* 三者协同作用,感官审评发现 14 个红碎茶汤色为红亮,得分较高。

2.2.2 茶黄素对汤色的影响 茶黄素含量的高低对茶汤色泽起决定性作用^[20-21]。样品经 HPLC 检测得到 4 种茶黄素,包括茶黄素(TF)、茶黄素-3-没食子酸酯(TF-3G)、茶黄素-3'-没食子酸酯(TF-3'G)和茶黄素双没

食子酸酯(TFDG)^[22-23],其含量分别为:0.146%~0.209%,0.108%~0.225%,0.041%~0.109%,0.056%~0.177%,4 种单体含量会影响茶汤色泽,含量越高,茶汤呈现出红亮的特点。在一定范围内,茶黄素总量含量越高,红碎茶品质越好。从图 2 可知,TFDG 以 11 号红碎茶含量较高;对比 1 号和 11 号样品可知,茶黄素总量越高,汤色品质越好。总体来说,随着茶黄素降低,茶汤色泽加深,是由于加工过程中部分茶黄素发生氧化形成了茶红素、茶褐素;同时,茶黄素降解还会使得茶汤滋味变差。

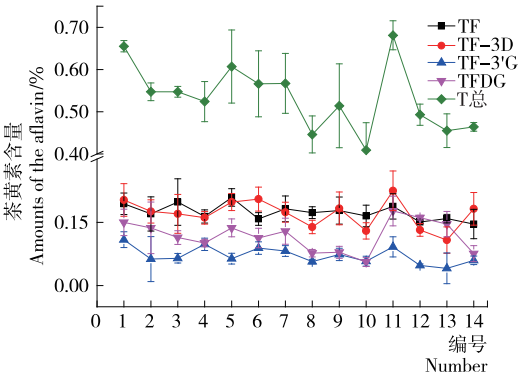


图 2 云南红碎茶茶黄素成分分析
Figure 2 Analysis of theaflavin components of Yunnan broken black tea

2.3 红碎茶香气品质特征

通过对样品的各色谱峰进行分析,共鉴定出 41 种挥发性成分,包括醛类 11 种、醇类 14 种、酮类 6 种、酯类 2 种、其他 3 种。由表 2 可知,1 号红碎茶香气成分最多,为 35 种;5 号、10 号红碎茶仅检测出 22 种香气成分。14 个茶样主体香气成分相同,主要是苯甲醛(1.291%~11.747%),D-柠檬烯(0.318%~1.726%),氧化芳樟醇 I (1.705%~6.394%),氧化芳樟醇 II (4.950%~14.094%),芳樟醇(10.070%~45.471%),苯乙醇(0.946%~3.166%),水杨酸甲酯(7.255%~28.142%),藏红花醇(0.521%~1.930%)。

从研究结果看,醇类、醛类、酮类化合物是构成 14 个茶样香气特征的主要物质,与文献[11]报道一致。醇类化合物相对含量较高使得茶叶中香气较好,以编号为 1、3、8 号红碎茶芳樟醇含量高,分别为 45.471%,41.273%,44.460%;3 个茶样对应的水杨酸甲酯含量分别为 17.710%,17.891%,20.073%,较高含量的芳樟醇和水杨酸甲酯对红碎茶香气评价产生积极影响。由于藏红花醛具有木香、辛香,5 号样品含量较高,使得整个香气成分不协调,说明香气物质的组成与含量高会影响感官审评。

2.4 红碎茶滋味品质特征

2.4.1 水浸出物、多酚及游离氨基酸含量 经检测,14 个茶样的水浸出物含量在 30.511%~36.422%。由图 3 可

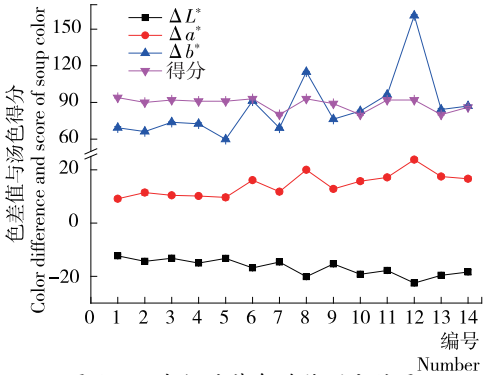


图 1 云南红碎茶色差值测定结果
Figure 1 Results of Yunnan broken black tea color

表 2 云南红碎茶挥发性成分分析[†]
Table 2 Analysis of volatile components of Yunnan broken black tea %

成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
己醛	—	—	—	—	—	—	—	0.381	—	—	—	0.787	0.246	—
庚醛	0.458	—	—	—	—	—	—	0.678	—	—	0.494	3.865	—	—
(E)-2-己烯醛	1.495	0.553	0.259	9.337	—	4.444	—	1.165	2.984	2.251	8.874	1.409	1.135	2.213
苯甲醛	4.275	6.254	3.488	5.246	1.544	3.314	1.291	1.761	2.781	5.873	4.881	3.568	11.747	3.741
1-辛烯-3-醇	—	—	0.168	0.244	—	—	—	—	—	0.523	—	—	—	—
甲基庚烯酮	0.363	0.323	0.093	0.355	—	—	—	0.251	—	—	1.092	0.269	—	0.329
β -蒎烯	2.693	1.404	1.447	—	1.840	1.927	1.011	1.442	—	1.535	2.084	0.413	0.063	—
D-柠檬烯	1.046	0.653	0.607	0.464	0.834	0.501	0.412	0.758	0.417	1.058	0.783	0.543	1.726	0.318
苯甲醇	2.101	1.312	1.065	1.825	—	1.394	0.884	1.320	1.021	1.253	—	2.349	—	1.133
(E)-3,7-二甲基-1,3,6-辛三烯	0.446	0.410	—	—	0.257	0.285	—	—	0.198	0.386	—	0.102	—	—
苯乙醛	7.047	2.097	3.724	2.597	—	5.954	1.181	6.147	1.788	2.152	6.014	8.177	3.822	2.044
1-乙基-1H-吡咯-2-甲醛	7.025	2.517	4.637	3.116	3.163	4.180	1.682	—	2.206	3.251	5.845	8.397	2.205	2.068
氧化芳樟醇 I	4.727	2.306	4.995	3.404	4.464	2.956	1.705	5.502	2.315	5.729	2.936	6.394	3.311	2.985
3-乙基-2,5-二甲基吡嗪	0.221	—	—	—	—	0.138	—	—	—	—	1.603	—	6.686	—
氧化芳樟醇 II	10.100	4.950	13.138	7.884	8.457	5.614	9.400	14.094	5.325	13.108	5.688	6.264	6.506	6.506
芳樟醇	45.471	15.583	41.273	20.934	25.526	20.823	10.070	44.460	13.602	32.854	25.098	3.189	15.904	16.085
脱氢芳樟醇	3.832	—	2.153	—	—	2.061	—	2.129	—	—	2.367	0.352	—	—
苯乙醇	3.166	1.555	2.105	1.740	1.556	2.103	1.254	1.950	0.946	1.819	1.996	3.147	2.229	1.333
氧化芳樟醇 III	—	—	1.146	1.079	—	—	0.334	0.281	0.629	1.092	—	1.878	0.279	0.869
氧化芳樟醇 IV	1.518	0.840	—	—	0.977	0.874	0.939	1.481	—	—	1.129	—	0.983	—
α -松油醇	0.777	0.432	0.673	0.351	0.654	0.628	0.552	0.621	0.296	0.679	—	0.978	0.465	0.370
水杨酸甲酯	17.710	9.393	17.891	10.405	12.484	8.220	7.484	20.073	7.255	17.305	10.471	28.142	9.565	9.251
牻牛儿苗醛	1.383	1.114	1.205	0.797	1.651	0.928	0.621	1.231	0.521	1.090	1.059	1.930	1.168	0.680
癸醛	1.292	—	—	0.543	—	—	—	0.824	0.406	0.508	—	1.029	0.704	0.866
β -环柠檬醛	—	0.870	0.903	0.758	1.258	0.853	0.535	1.049	0.475	0.856	1.148	1.640	0.988	0.587
橙花醇	0.629	—	0.478	—	—	0.415	—	0.466	—	—	0.441	0.687	—	—
香叶醇	10.259	1.441	6.568	—	2.467	8.073	1.244	5.267	1.401	1.215	7.122	10.155	1.738	1.980
柠檬醛	0.433	0.179	—	—	0.678	0.374	0.306	0.312	—	—	0.293	0.415	0.220	—
2-苯基巴豆醛	0.723	0.235	—	0.171	0.262	0.737	—	1.044	—	0.244	0.653	1.366	0.288	—
茶香螺烷	—	—	—	0.242	—	—	—	—	—	0.607	—	—	0.002	0.368
1,2-二氢-1,1,6-三甲基萜	0.237	—	—	—	—	0.102	—	—	—	—	0.149	0.210	0.100	—
β -大马酮	0.203	—	—	—	—	0.141	—	0.189	—	—	0.139	—	0.152	0.240
α -紫罗酮	0.411	0.371	0.275	0.213	0.610	0.389	0.340	0.316	0.162	0.337	0.419	0.433	0.434	0.191
香叶基丙酮	0.276	0.297	0.273	0.171	0.530	0.325	0.278	0.300	0.128	0.234	0.129	0.391	0.303	0.185
4-(2,6,6-三甲基环己-1,3-二烯基)-丁-3-烯-2-酮	0.081	—	—	—	—	0.077	—	—	—	—	0.212	—	0.069	—
β -紫罗酮	1.744	1.494	—	0.917	2.325	1.601	1.601	1.695	0.641	1.173	1.624	2.299	1.947	0.908
二氢猕猴桃内酯	0.131	0.280	—	0.141	0.179	0.088	0.231	—	—	—	0.118	0.156	0.285	—
橙花叔醇	0.195	—	0.242	—	—	0.101	—	0.256	—	—	0.137	0.272	0.123	—
十六烷	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.394	—	—	0.401	—
雪松醇	—	0.115	—	—	0.305	—	—	—	—	—	—	—	0.106	—
咖啡因	0.106	—	—	—	—	0.265	0.111	0.219	—	—	0.111	0.110	0.301	—

[†] —表示未检测出。

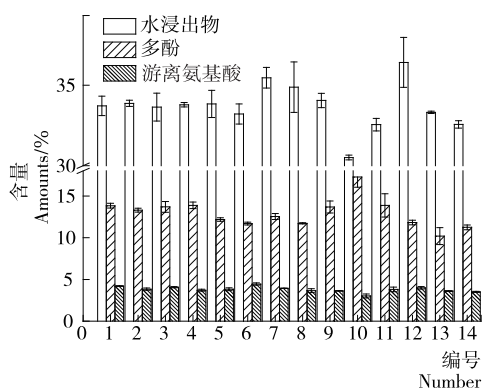


图3 云南红碎茶水浸出物、多酚、游离氨基酸含量

Figure 3 The content of water extract, polyphenol, free amino acid of Yunnan broken black tea

知,1~4号红碎茶水浸出物含量均为33.000%左右;6~10号红碎茶水浸出物含量差异较大,地域差异与加工工艺会影响水浸出物含量;13、14号茶样水浸出物含量较其他红碎茶偏低,内含物质相对其他差异少。水浸出物含量在一定程度上影响感官审评结果^[24-25]。红碎茶的多酚含量随着叶片颗粒变小总体呈下降趋势。10号多酚含量最高(17.280%),使得茶汤滋味呈现出浓强的特点,低含量的游离氨基酸使得鲜爽度较差。14个茶样的游离氨基酸含量在3.022%~4.443%,6号含量最高(4.443%),其含量与感官审评呈现正相关。因此,水浸出物、多酚、游离氨基酸含量在一定程度上可以反映14个红碎茶滋味品质特征。

2.4.2 儿茶素生物碱组分含量 由图4、5可知,14个茶样可可碱、没食子酸酯、咖啡碱含量分别在0.100%~0.536%,0.244%~0.431%,2.012%~3.507%,随着茶叶颗粒变小,三者含量整体呈下降趋势。EGC、ECG的含量较高,分别为0.956%~2.874%,0.227%~1.501%,EGC以1、6、11号较高,ECG以6、10号含量较高;EGCG、GCG在加工过程中发生了反应,整体含量较低。儿茶素经聚合、转化使其含量变化,影响茶汤滋味。

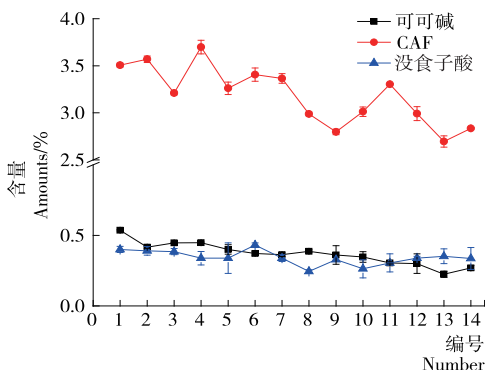


图4 云南红碎茶生物碱及没食子酸含量分析

Figure 4 Analysis of amounts of alkaloid components and gallic acid of Yunnan broken black tea

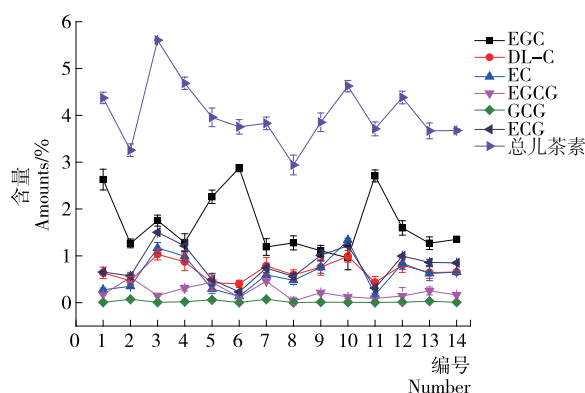


图5 云南红碎茶儿茶素组分分析

Figure 5 Analysis of catechin components of Yunnan broken black tea

2.4.3 氨基酸组分含量 有研究^[26]表明,氨基酸含量越高,茶汤滋味越好。为探明14个茶叶样中不同氨基酸含量,采用高效液相色谱法对不同氨基酸进行测定。由表3可知,14个红碎茶检测出氨基酸组分总量为0.943%~2.227%,低于游离氨基酸总量(3.023%~4.443%),共检测出18种氨基酸组分,较文献^[27]的17种氨基酸多1种。茶氨酸是茶叶中的特有氨基酸^[21],含量相对较高,为0.477%~1.443%,其中以6号茶样含量最高,为1.443%;氨基酸组分总量与茶氨酸含量变化趋势一致。丝氨酸、苯丙氨酸呈现出甜味,使得茶汤呈现甜味,以1号品质最佳。14个红碎茶其他氨基酸组分含量较低,以检测到的亮氨酸含量为最低。

2.4.4 糖组分对滋味的影响 由图6可知,14个红碎茶的麦芽糖含量较其他3种糖高,麦芽糖含量为0.816%~1.354%;果糖、葡萄糖、蔗糖的含量分别为0.331%~0.621%,0.247%~0.659%,0.209%~0.833%,以14号茶样的含量最高,分别为0.621%,0.625%,0.833%。糖类物质的存在会使得茶汤滋味更为甜醇,其含量的高低会影响感官滋味评价。

2.5 理化成分与感官品质相关性分析

由表4可知,茶叶的理化成分在一定程度上会影响感官品质。游离氨基酸对外形呈现出极显著相关,对汤色、滋味、叶底、综合评分呈现出显著相关;可可碱对汤色、滋味、叶底均表现出显著相关,对香气、综合评分表现出极显著相关;咖啡因对滋味、叶底也表现出显著相关,对外形香气、综合评分表现出极显著相关;TFs对外形表现出显著相关;总糖对外形、香气、综合评分呈现出显著负相关。说明茶叶的理化成分在一定程度上能反映出感官品质特征,两者之间存在一定的相关性。

3 结论

研究从感官审评、色差值、香气成分、理化成分等方面对收集到的14个云南红碎茶进行分析。结果表明,

表 3 云南红碎茶氨基酸组分分析

Table 3 Analysis of amino acid composition of Yunnan red broken tea

样品	Asp	Ser	Glu	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro	Theanine
1	0.178	0.170	0.061	0.003	0.067	0.099	0.028	0.029	0.036	1.290
2	0.112	0.109	0.059	0.002	0.035	0.035	0.052	0.025	0.021	0.776
3	0.114	0.138	0.063	0.002	0.041	0.052	0.023	0.026	0.031	0.963
4	0.101	0.084	0.048	0.001	0.029	0.066	0.016	0.021	0.022	0.805
5	0.088	0.088	0.046	0.001	0.024	0.043	0.014	0.021	0.017	0.629
6	0.153	0.126	0.054	0.003	0.081	0.099	0.023	0.023	0.031	1.443
7	0.132	0.101	0.049	0.001	0.027	0.049	0.015	0.022	0.023	0.665
8	0.116	0.113	0.054	0.003	0.039	0.037	0.019	0.021	0.030	0.872
9	0.097	0.075	0.054	0.001	0.026	0.059	0.013	0.019	0.018	0.747
10	0.110	0.098	0.051	0.001	0.025	0.018	0.014	0.019	0.015	0.477
11	0.129	0.077	0.047	0.003	0.062	0.079	0.016	0.016	0.017	1.254
12	0.082	0.109	0.044	0.002	0.032	0.042	0.020	0.022	0.025	0.775
13	0.097	0.134	0.066	0.002	0.038	0.051	0.018	0.033	0.029	0.761
14	0.083	0.062	0.044	0.002	0.028	0.059	0.012	0.017	0.017	0.686
样品	Cys2	Tyr	Val	Met	Lys	Ile	Leu	Phe	总和	
1	0.004	0.019	0.048	0.008	0.042	0.023	0.0005	0.049	2.154	
2	0.003	0.016	0.028	0.015	0.014	0.013	0.0003	0.028	1.346	
3	0.004	0.022	0.037	0.028	0.014	0.017	0.0005	0.050	1.626	
4	0.003	0.019	0.025	0.020	0.012	0.011	0.0003	0.033	1.316	
5	0.003	0.015	0.022	0.019	0.014	0.010	0.0002	0.026	1.080	
6	0.003	0.022	0.047	0.005	0.041	0.022	0.0005	0.049	2.227	
7	0.003	0.019	0.024	0.026	0.012	0.011	0.0003	0.033	1.213	
8	0.001	0.021	0.035	0.020	0.019	0.015	0.0004	0.045	1.460	
9	0.005	0.018	0.023	0.024	0.016	0.011	0.0003	0.032	1.237	
10	0.011	0.011	0.022	0.022	0.013	0.010	0.0002	0.026	0.943	
11	0.021	0.005	0.024	0.007	0.012	0.013	0.0003	0.038	1.821	
12	0.002	0.018	0.029	0.024	0.012	0.015	0.0004	0.042	1.297	
13	0.004	0.023	0.033	0.015	0.016	0.014	0.0003	0.039	1.372	
14	0.003	0.019	0.021	0.022	0.013	0.011	0.0003	0.032	1.132	

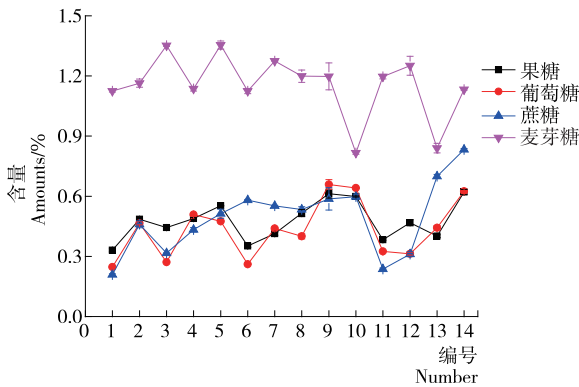


图 6 云南红碎茶糖组分成分分析

Figure 6 Analysis of sugar components of Yunnan broken black tea

14 个样品茶汤以红亮为主,色差值 L^* 、 a^* 、 b^* 分别为 $-22.50 \sim -12.28$, $9.09 \sim 23.80$, $62.09 \sim 164.40$, TF、TF-3G、TF-3'G、TFDG 含量分别为 $0.146\% \sim 0.209\%$, $0.108\% \sim 0.225\%$, $0.041\% \sim 0.109\%$, $0.056\% \sim 0.177\%$; 香气以纯正为主,GC-MS 检测到的主要香气成分为苯甲醛 ($1.291\% \sim 11.747\%$)、氧化芳樟醇 I ($1.705\% \sim 6.394\%$)、氧化芳樟醇 II ($4.950\% \sim 14.094\%$)、芳樟醇 ($10.070\% \sim 45.471\%$)、水杨酸甲酯 ($7.255\% \sim 28.142\%$); 滋味以浓强为主,水浸出物、多酚、游离氨基酸含量分别为 $30.511\% \sim 36.422\%$, $10.198\% \sim 17.280\%$, $3.022\% \sim 4.443\%$,生物碱、儿茶素组分、氨基酸组分、糖组分含量也是构成茶汤滋味品质的重要组成。通过相关性分析可知,茶叶的理化成分在一定程度上能反映出感

表 4 红碎茶常规成分与感官审评结果相关系数[†]

Table 4 Correlation coefficients between the conventional ingredients and organoleptic test score of broken black tea

项目	外形	汤色	香气	滋味	叶底	综合评分
水浸出物	0.343	0.298	0.275	0.172	0.253	0.282
多酚	-0.351	-0.076	0.041	0.153	0.000	-0.036
游离氨基酸	0.828**	0.601*	0.528	0.656*	0.573*	0.725*
总儿茶素	0.001	0.050	0.309	0.306	0.150	0.217
可可碱	0.699	0.593*	0.847**	0.745*	0.742*	0.819**
没食子酸	0.597*	0.285	0.157	0.373	0.264	0.399
CAF	0.885**	0.694	0.823**	0.799*	0.772*	0.897**
TFs	0.562*	0.498	0.262	0.489	0.399	0.492
总糖	-0.613*	-0.338	-0.525	-0.710*	0.482	-0.653*

[†] 数据对数 $n=14$; * : $P<0.05$, * * : $P<0.01$ 。

官品质特征,两者之间存在一定相关性,理化成分组成及含量在一定程度上能反映出感官品质特征。物质含量的高低可能与产地、加工工艺等因素有关。

目前,不同品种、不同加工工艺的红碎茶的色、香、味品质分析还未开展相关研究,需进一步收集样品,分析红碎茶感官品质与理化成分、香气成分之间的关系,进一步完善红碎茶体系数据库。

参考文献

[1] 毛清黎, 孟志清, 杨新河, 等. 茶叶儿茶素对糖尿病小白鼠血糖及组织抗氧化活性的影响[J]. 食品与机械, 2009, 25(5): 63-67.

[2] 曹进, 赵燕, 刘箭卫. 红茶及茶色素药理作用研究的动态[J]. 中国药杂志, 1999(6): 1-3.

[3] 刘伟, 周洁, 龚正礼. 茶黄素的功能活性研究进展[J]. 食品科学, 2013, 34(11): 386-391.

[4] 李波清, 孟玮, 王志强, 等. 红茶菌调节小鼠免疫功能的实验研究[J]. 时珍国医国药, 2007(2): 378-379.

[5] 易娟, 邓慧君, 曹进. 绿茶和红茶多酚对大鼠脂肪分化相关基因表达影响的比较研究[J]. 营养学报, 2007(6): 582-586.

[6] RODRIGUEZ-PÉREZ C, SEGURA-CARRETERO A, DEL M C M. Phenolic compounds as natural and multifunctional anti-obesity agents: A review[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 2017: 1-18.

[7] 王同和, 沈庆文, 华再欣. 红碎茶滋味化学品质鉴定方法的研究[J]. 安徽农业大学学报, 2007(1): 15-19.

[8] 黄琛. 中国茶叶市场投资分析及前景预测[J]. 福建茶叶, 2018, 40(9): 49.

[9] 彭迎. 我国红茶产业现状及可持续发展对策[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(7): 25-28.

[10] 韩海华, 梁名志, 夏丽飞, 等. 云南红碎茶品质特点的比较分析[J]. 湖南农业科学, 2013(9): 28-30.

[11] 李家贤, 何玉媚, 黄华林, 等. 云大淡绿红碎茶香气化合物组成研究[J]. 广东农业科学, 2008(7): 102-103.

[12] 李晓霞, 杨盛美, 宋维希, 等. 云南优质红碎茶资源与肯尼亚品种 6/8 的品质成分比较研究[J]. 湖南农业科学, 2014(2): 25-27, 30.

[13] 王智慧. 云南大叶种茶树种质资源与红碎茶品质关系研究[D]. 昆明: 云南农业大学, 2017.

[14] 乔小燕, 李崇兴, 姜晓辉, 等. 不同等级 CTC 红碎茶生化成分分析[J]. 食品工业科技, 2018, 39(10): 83-89.

[15] 杨盛美, 许玫, 唐一春, 等. 云南不同茶区茶树种质资源的红碎茶香气成分研究[J]. 中国农学通报. 2015, 31(11): 156-161.

[16] 湛滢, 欧行畅, 张杨波, 等. 不同储藏年份普洱生茶感官品质的分析[J]. 食品科技. 2018, 43(4): 48-52.

[17] 银霞, 张曙光, 黄静, 等. 湖南红茶特征滋味化学成分研究[J]. 茶叶科学. 2019, 39(2): 150-158.

[18] 李永迪, 黄燕, 刘杏益, 等. 同时蒸馏萃取法和顶空固相微萃取法提取茯砖茶挥发性成分的比较分析[J]. 食品工业科技, 2018, 39(24): 246-252.

[19] 陆建良, 梁月荣, 龚淑英, 等. 茶汤色差与茶叶感官品质相关性研究[J]. 茶叶科学, 2002(1): 57-61.

[20] 阮宇成, 程启坤. 红碎茶品质的化学鉴定研究初报[J]. 茶叶科技简报, 1978(5): 20-23.

[21] 林郑和. 我国红茶品质化学的研究[J]. 茶叶科学技术, 2006(3): 9-10.

[22] 丁其欢, 字成庭, 周增志, 等. 茶黄素的理化性质提取分离及生物活性研究进展[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(11): 85-87, 113.

[23] 沈丽萍. 茶黄素研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(1): 134-139.

[24] 王树林. 提高红碎茶品质的物质基础及其途径[J]. 湖北农业科学, 1987(3): 24-25.

[25] 邓少春, 梁名志, 田易萍, 等. 三个茶树新品种加工手工滇红碎茶品质对比研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(1): 125-129.

[26] 陈丹, 叶小辉, 俞滢, 等. 不同等级云南红碎茶的氨基酸组分分析[J]. 福建茶叶, 2014, 36(4): 24-26.

[27] 谭俊峰, 郭丽, 吕海鹏, 等. 超高压处理对红碎茶感官品质和主要化学成分的影响[J]. 食品科学, 2008(9): 87-91.