

不同品牌和年份普洱茶的主要品质成分比较研究

高慢慢,张林奇,王晓蕊,翁彦如,马立娟,杜丽平*

(工业发酵微生物教育部重点实验室,天津市工业微生物重点实验室,天津科技大学 生物工程学院,天津 300457)

摘要: 为了解不同品牌和年份的普洱茶的品质差异,对3个品牌、5个年份普洱茶的干物质含量、茶水浸出物、茶多酚、没食子酸、儿茶素类、茶多糖、茶褐素和香气成分等品质指标进行分析。内含物质分析结果表明:品牌1中的干物质含量、茶多酚、表没食子儿茶素和表儿茶素没食子酸酯的含量最高;品牌2中的儿茶素含量显著低于其他两个品牌;品牌3的茶水浸出物、没食子酸和茶褐素的含量较低。香气成分分析结果表明:普洱茶香气主要包括醛类、醇类、酮类、甲氧基苯类、碳氢类、酚类、酯类和含氮类等8大类化合物,其中使普洱茶具有陈香特征的甲氧基苯类香气化合物相对含量最高,1,2-二甲氧基苯含量范围为4.94 $\mu\text{g/g}$ ~14.64 $\mu\text{g/g}$,3,4-二甲氧基苯含量范围为2.30 $\mu\text{g/g}$ ~11.73 $\mu\text{g/g}$,1,2,3-三甲氧基苯含量范围为8.24 $\mu\text{g/g}$ ~23.38 $\mu\text{g/g}$,1,2,4-三甲氧基苯含量范围为8.97 $\mu\text{g/g}$ ~26.23 $\mu\text{g/g}$ 。综合分析表明:同一品牌不同年份产品品质基本稳定,不同品牌普洱茶品质差异较大,品牌风格突出。

关键词: 普洱茶;内含物质;香气成分;甲氧基苯类化合物;品质比较

Comparison of the Main Quality Components of Pu-erh Tea with Different Brands and Years

GAO Man-man, ZHANG Lin-qi, WANG Xiao-rui, WENG Yan-ru, MA Li-juan, DU Li-ping*

(Key Laboratory of Industrial Fermentation Microbiology, Ministry of Education, Tianjin Key Laboratory of Industrial Microbiology, College of Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: In order to understand the quality differences in Pu-erh tea using different brands and years. The dry matter content, tea water extract, tea polyphenols, gallic acid, catechins, tea polysaccharides, theabrownins, and aroma components of Pu-erh tea from 3 brands and 5 years were analyzed. The analysis revealed the dry matter content, tea polyphenols, epigallocatechin, and epicatechin gallate content were the highest in brand 1. The catechin content in brand 2 was significantly lower than the other two brands. Brand 3 contained less tea extract, gallic acid, and theabrownins. The aroma components of the Pu-erh tea mainly included: aldehydes, alcohols, ketones, methoxybenzenes, hydrocarbons, phenols, esters, and nitrogen-containing compounds. Among them, the relative content of methoxybenzene aroma compounds in Pu-erh tea had the highest aging characteristics. Among the methoxybenzene aroma compounds, the content range of 1,2-dimethoxybenzene was 4.94 $\mu\text{g/g}$ ~14.64 $\mu\text{g/g}$; the content range of 3,4-dimethoxybenzene was 2.30 $\mu\text{g/g}$ ~11.73 $\mu\text{g/g}$; the content range of 1,2,3-trimethoxybenzene was 8.24 $\mu\text{g/g}$ ~23.38 $\mu\text{g/g}$; the 1,2,4-trimethoxybenzene content range was 8.97 $\mu\text{g/g}$ ~26.23 $\mu\text{g/g}$. The comprehensive analysis showed that the product quality within a brand was basically stable regardless of year. Conversely, the different brand quality of Pu-erh tea was significantly different and the brand style was prominent.

Key words: Pu-erh tea; contents; aroma components; methoxybenzenes; quality comparison

基金项目:国家自然科学基金面上项目(31671847)

作者简介:高慢慢(1993—),女(汉),博士研究生,研究方向:发酵工程与风味分析。

* 通信作者:杜丽平(1963—),女,教授,博士,研究方向:发酵工程与食品风味分析。

引文格式:

高煜煜,张林奇,王晓蕊,等.不同品牌和年份普洱茶的主要品质成分比较研究[J].食品研究与开发,2021,42(16):16-22.

GAO Manman,ZHANG Linqi,WANG Xiaorui,et al. Comparison of the Main Quality Components of Pu-erh Tea with Different Brands and Years[J]. Food Research and Development, 2021, 42(16): 16-22.

普洱茶(熟茶)是黑茶的典型代表之一,是以云南大叶种的晒青毛茶为原料,经渥堆发酵形成的后发酵茶,因其独特的风味与其健康的特性备受国内外消费者和研究者的关注^[1-2]。普洱茶中的内含物质在渥堆发酵过程中经湿热作用及微生物的酶促作用,发生氧化聚合、转化等反应,形成了普洱茶醇和回甘的独特品质^[3]。香气是各种挥发性、半挥发性成分以不同浓度组合协同作用的结果,给消费者带来的是一种综合的气味感知,这种气味感知难以准确测定,但对茶叶品质以及消费者的喜好和选择起着决定性的作用^[4]。

吕海鹏等^[5]采用高效液相色谱(high performance liquid chromatography, HPLC)等方法查明普洱茶中的游离氨基酸总量、儿茶素总量、DL-儿茶素、没食子儿茶素没食子酸酯、有机酸总量、柠檬酸和酒石酸等7种化合物的含量水平是影响普洱茶滋味品质得分的最主要因素;QIN等^[6]通过分析黑曲霉和烟曲霉发酵系统中普洱茶的茶多酚和嘌呤生物碱含量发现,儿茶素、酯儿茶素和没食子酸是发酵过程中的主要中间产物;XIE等^[7]研究发现普洱熟茶茶叶(干重)中茶黄素、茶红素和茶褐素的含量分别为0.16%~0.29%、0%~0.99%和8.33%~13.65%;XU等^[8]采用顶空固相微萃取-气质联用法测定普洱茶中挥发性组分发现,醇、甲氧基苯和酮在成熟的普洱茶的特殊风味中起着至关重要的作用;PANG等^[9]发现芳樟醇、 α -紫罗兰酮、1,2,4-三甲氧基苯、1,2,3-三甲氧基-5-甲基苯、1,2,3,4-四甲氧基苯和1,2,3-三甲氧基苯可用作普洱生茶和普洱熟茶鉴别的潜在气味活性标记。然而目前普洱茶市场有许多品牌,由于生产厂家所处地理环境与生产原料、工艺的差异,各品牌的普洱茶具有不同的特点。本研究对3个品牌、5个年份的普洱熟茶产品的主要内含物质与香气成分进行了比较研究,为进一步帮助消费者了解不同品牌的普洱茶的品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

普洱茶(2013年~2017年):品牌1(唛号7572),品牌2(唛号7578),品牌3(唛号0081)。

没食子酸(gallic acid, GA)、儿茶素(catechin, C)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、表儿茶素没食子酸酯[(-)-epicatechin gallate, ECG]:阿拉丁试剂(上海)有限公司;福林酚:天津大茂化学试剂厂;浓硫酸(优先级)、冰乙酸、苯酚、葡萄糖:北京化工厂;正丁醇、甲醇:天津市化学试剂一厂;草酸:天津市化学试剂批发公司;碳酸氢钠、无水碳酸钠、乙腈(色谱纯):天津市北方天医化学试剂厂;无水乙醇(色谱级):天津市光复精细化工研究所;其他试剂均为分析纯。1,2,3-三甲氧基苯、1,2-二甲氧基苯、1,2,4-三甲氧基苯(色谱级):美国sigma公司;3,4-二甲氧基苯(色谱级):TCI(上海)化成工业发展有限公司。

1.2 仪器与设备

FA2004型电子天平:上海精科科学仪器有限公司;UV-1200型紫外可见分光光度计:上海美谱仪器有限公司;5804R型高速离心机:eppendorf公司;H1650-W型台式高速离心机:湖南湘仪试验仪器有限公司;DH-204型电热恒温干燥箱:天津市中环试验电路有限公司;Hei-VAP Value Digital型旋转蒸发器:德国海道夫公司;1260型高效液相色谱仪、7890A-5975C气相色谱-质谱联用仪(GC-MS):美国Agilent公司;75 μ m CAR/PDMS萃取头、手动固相微萃取进样器:美国Supelco公司;IT-09A5恒温磁力搅拌器:上海一恒科学仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 普洱茶内含物质分析

干物质含量测定参照GB/T 8303—2013《茶 磨碎试样的制备及其干物质含量测定》^[10];水浸出物测定参照GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》^[11];茶多酚和没食子酸含量的测定参照GB/T 8313—2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[12];茶多糖含量的测定采用苯酚-硫酸法^[13];茶褐素测定采用系统分析法^[14]。

1.3.2 普洱茶挥发性化合物分析

1.3.2.1 顶空固相微萃取-气质联用(headspace solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry, HS-SPME-GC-MS)条件

HS-SPME条件:称取2.00 g茶样置于20 mL顶空

瓶中,样品瓶置于 70 ℃水浴中、400 r/min 条件下平衡 10 min 后,插入 75 μm CAR/PDMS 萃取头,萃取 50 min 取出固相微萃取仪插入 GC-MS 进样口 250 ℃解吸附 5 min。

GC 条件:HP-5MS(60 m $\times$ 0.32 mm $\times$ 0.25 μm)石英毛细管柱;进样口温度 250 ℃,载气为高纯氮气>99.999%,流速 0.8 mL/min;不分流进样;色谱柱升温程序:初始温度 40 ℃,保持 3 min,以 4 ℃/min 升至 150 ℃,保持 1 min,以 8 ℃/min 升至 250 ℃,运行时间为 51.17 min。

MS 条件:离子源为 EI 源,离子源温度 230 ℃,电离能量 70 eV;四极杆温度 150 ℃;接口温度 280 ℃;质量扫描 m/z 为 35 amu ~500 amu。

1.3.2.2 甲氧基苯类化合物定量分析

普洱茶样品中甲氧基苯类化合物的定量分析参照文献[15]中的方法进行。

1.3.3 数据分析

通过 Microsoft Office Excel 2010 软件分析试验数据,并绘制相关图表,均以 3 次重复试验的平均值 $\pm$ 标准差进行结果分析。

2 结果与分析

2.1 普洱茶样品中干物质的含量

对 15 个普洱茶样品中干物质含量的分析结果见表 1。

表 1 普洱茶样品中干物质的含量

Table 1 The content of dry matter in Pu-erh tea samples

品牌	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均含量
品牌 1	91.38 $\pm$ 0.04 ^e	91.52 $\pm$ 0.04 ^b	91.07 $\pm$ 0.05 ^e	91.18 $\pm$ 0.07 ^d	91.74 $\pm$ 0.03 ^a	91.38 $\pm$ 0.25
品牌 2	90.59 $\pm$ 0.40 ^e	91.18 $\pm$ 0.14 ^{ab}	90.92 $\pm$ 0.05 ^e	91.13 $\pm$ 0.05 ^{ab}	91.49 $\pm$ 0.03 ^a	91.06 $\pm$ 0.36
品牌 3	89.72 $\pm$ 0.04 ^a	89.46 $\pm$ 0.02 ^b	89.78 $\pm$ 0.11 ^a	88.82 $\pm$ 0.09 ^d	89.11 $\pm$ 0.01 ^c	89.38 $\pm$ 0.37

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表 1 可知,所有样品的干物质含量均符合国家标准,同一品牌不同年份的普洱茶样品间干物质的含量比较稳定。品牌 1 样品中干物质含量范围为 91.07%~91.74%,品牌 2 样品中干物质含量范围为 90.59%~91.49%,品牌 3 样品中干物质含量范围为 88.82%~89.78%。而不同品牌的普洱茶样品间干物质的含量存在着一定的差异,每个年份 3 个品牌的干物质含量依次为品牌 1>品牌 2>品牌 3;品牌 1 和品牌 2 中干物质

含量均大于 90%,而品牌 3 中,干物质的含量整体低于 90%。

2.2 普洱茶样品中水浸出物的含量

水浸出物指茶叶中能溶于热水的可溶性物质的统称,包括可溶性糖、氨基酸、茶多酚等多种物质,其含量的高低显著影响茶叶的品质^[16-17]。3 个品牌普洱茶样品中的水浸出物的含量分析结果见表 2。

由表 2 可知,同一品牌不同年份的普洱茶样品间

表 2 普洱茶样品中茶水浸出物的含量

Table 2 The content of tea extract in Pu-erh tea samples

品牌	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均含量
品牌 1	32.59 $\pm$ 0.05 ^b	34.41 $\pm$ 0.20 ^a	29.70 $\pm$ 0.30 ^d	31.40 $\pm$ 0.90 ^c	31.90 $\pm$ 0.50 ^c	32.00 $\pm$ 1.61
品牌 2	33.43 $\pm$ 0.47 ^a	31.86 $\pm$ 0.07 ^b	28.18 $\pm$ 0.59 ^d	30.06 $\pm$ 0.32 ^c	32.46 $\pm$ 0.03 ^b	31.20 $\pm$ 1.90
品牌 3	20.85 $\pm$ 0.23 ^d	25.47 $\pm$ 0.01 ^a	25.89 $\pm$ 0.32 ^a	21.45 $\pm$ 0.20 ^c	22.45 $\pm$ 0.08 ^b	23.22 $\pm$ 2.09

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

水浸出物的含量基本稳定,而不同品牌的普洱茶样品间水浸出物的含量存在着一定的差异。15 个普洱茶样品中水浸出物的含量范围为 20.85%~34.41%,且其中 2014 年~2016 年 3 个年份中,茶水浸出物的含量为品牌 1>品牌 2>品牌 3;在 2013 年和 2017 年中,茶水浸出物的含量则为品牌 2>品牌 1>品牌 3;品牌 1 与品牌 2 的差异不大,而品牌 3 的水浸出物含量明显低于品牌 1 和品牌 2。

2.3 普洱茶样品中茶多酚的含量

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称,包括黄烷醇

类、黄酮类、黄酮醇类和酚酸类等,占茶叶干质量的 15%~30%,表现为茶叶的苦涩味,对茶叶色、香、味的形成有重要作用^[18-19]。普洱茶样品中茶多酚含量的分析结果见表 3。

由表 3 可知,茶多酚含量范围在 6.12%~11.88%之间。品牌 1 不同年份普洱茶中茶多酚含量较稳定,且含量明显高于品牌 2 和品牌 3;品牌 2 与品牌 3 不同年份普洱茶中茶多酚含量不如品牌 1 稳定,其中品牌 2 中,2015 年的普洱茶样品中茶多酚含量最低(6.85%),2013 年的含量最高(8.55%);品牌 3 中,2014 年的普洱茶样品的茶多

表3 普洱茶样品中茶多酚的含量

Table 3 The content of tea polyphenols in Pu-erh tea samples

品牌	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均含量
品牌 1	11.84±0.02 ^a	11.88±0.02 ^a	11.74±0.14 ^a	11.36±0.14 ^b	11.81±0.02 ^a	11.73±0.21
品牌 2	8.55±0.10 ^a	7.98±0.05 ^c	6.85±0.01 ^c	7.62±0.02 ^d	8.27±0.01 ^b	7.85±0.58
品牌 3	6.52±0.07 ^b	8.24±0.15 ^a	6.64±0.23 ^b	6.51±0.08 ^b	6.12±0.04 ^c	6.81±0.75

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

酚含量最高为 8.24%,2017 年的最低(6.12%)。

2.4 普洱茶样品中没食子酸及儿茶素类的含量

没食子酸及儿茶素类是茶叶的重要内含物质,其

在普洱茶渥堆发酵过程中发生了一系列变化^[20-21]。本

试验对普洱茶样品中 GA 及儿茶素类化合物包括 C、EGCG、ECG 的含量进行了分析,结果见表 4。

表4 普洱茶样品中 GA、C、EGCG 及 ECG 的含量

Table 4 The content of GA,C,EGCG and ECG in Pu-erh tea samples

普洱茶样品	项目	GA/(mg/g)	C/(mg/g)	EGCG/(mg/g)	ECG/(mg/g)
品牌 1	2013 年	9.79±0.33 ^a	0.89±0.03 ^a	2.26±0.07 ^a	3.09±0.11 ^a
	2014 年	9.54±0.16 ^a	0.95±0.02 ^a	1.80±0.03 ^b	2.63±0.05 ^b
	2015 年	6.39±0.20 ^b	0.55±0.02 ^b	1.17±0.04 ^c	1.61±0.06 ^c
	2016 年	2.56±0.09 ^d	0.46±0.02 ^c	0.88±0.03 ^c	1.19±0.04 ^c
	2017 年	5.39±0.34 ^c	0.59±0.04 ^b	1.03±0.07 ^d	1.35±0.08 ^d
	平均含量	6.73±2.72	0.69±0.20	1.43±0.52	1.97±0.75
品牌 2	2013 年	6.14±0.34 ^a	0.61±0.03 ^a	0.72±0.04 ^b	1.06±0.06 ^c
	2014 年	4.69±0.29 ^b	0.58±0.03 ^a	0.73±0.04 ^b	1.08±0.07 ^{bc}
	2015 年	4.19±0.09 ^b	0.44±0.01 ^b	0.42±0.01 ^c	0.91±0.06 ^d
	2016 年	6.91±0.83 ^a	0.39±0.02 ^b	0.90±0.02 ^a	1.21±0.01 ^{ab}
	2017 年	7.18±0.44 ^a	0.41±0.03 ^b	0.93±0.05 ^a	1.25±0.07 ^a
	平均含量	5.82±1.28	0.49±0.10	0.74±0.19	1.10±0.13
品牌 3	2013 年	2.39±0.11 ^d	0.44±0.02 ^c	0.75±0.04 ^a	1.38±0.06 ^a
	2014 年	2.66±0.21 ^{cd}	0.58±0.05 ^b	0.74±0.06 ^a	1.14±0.09 ^{bc}
	2015 年	2.90±0.21 ^b	0.61±0.04 ^b	0.76±0.06 ^a	1.13±0.08 ^c
	2016 年	2.92±0.22 ^b	0.82±0.07 ^a	0.70±0.06 ^a	1.09±0.08 ^{bc}
	2017 年	4.34±0.25 ^a	0.87±0.05 ^a	0.78±0.05 ^a	1.29±0.07 ^{ab}
	平均含量	2.84±0.71	0.66±0.17	0.75±0.06	1.21±0.14

注:同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表 4 可知,普洱茶样品中没食子酸的含量范围为 2.39 mg/g~9.79 mg/g,其中品牌 1 的平均含量大于品牌 2 和品牌 3。儿茶素的含量范围为 0.39 mg/g~0.95 mg/g,3 个品牌的平均含量差别不大;儿茶素没食子酸酯含量范围为 0.42 mg/g~2.26 mg/g,品牌 1 的平均含量明显大于品牌 2 和品牌 3;表儿茶素没食子酸酯的含量范围为 0.91 mg/g~3.09 mg/g,其中品牌 1 的平均含量大于品牌 2 和品牌 3。在普洱茶的生产过程中,儿茶素类化合物随着发酵时间的延长发生一系列

的氧化作用,此外儿茶素类化合物的氧化衍生物会形成茶色素进而使得其含量减少。

2.5 普洱茶样品中茶多糖的含量

茶多糖是一种酸性糖蛋白,是由茶叶中糖类、果胶、蛋白质等组成的一类复合物,其含量的高低与普洱茶的品质好坏密切相关^[22]。普洱茶样品中茶多糖含量的分析结果见表 5。

由表 5 可知,在所测普洱茶样品中,茶多糖的含量范围为 4.91%~8.57%。其中 2013 年普洱茶中茶多糖含

表5 普洱茶样品中茶多糖的含量

Table 5 The content of tea polysaccharides in Pu-erh tea samples

品牌	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均含量
品牌 1	8.57±0.10 ^a	7.35±0.04 ^b	6.34±0.19 ^c	5.79±0.03 ^c	6.10±0.06 ^d	6.87±1.02
品牌 2	6.29±0.01 ^c	7.49±0.13 ^b	7.16±0.01 ^b	7.26±0.16 ^b	8.16±0.31 ^a	7.27±0.62
品牌 3	4.91±0.01 ^b	5.22±0.14 ^a	5.34±0.05 ^a	6.51±0.03 ^d	6.12±0.01 ^c	5.62±0.33

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

量从高到低依次为品牌 1>品牌 2>品牌 3;2016 年和 2017 年的普洱茶中茶多糖的含量从高到低依次为品牌 2>品牌 3>品牌 1;2015 年普洱茶中茶多糖的含量从高到低依次为品牌 2>品牌 1>品牌 3。普洱茶中茶多糖含量的差异可能是由原料的差异导致的。

表 6 普洱茶样品中茶褐素的含量

Table 6 The content of theafucin in Pu-erh tea samples

品牌	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	平均含量	%
品牌 1	11.87±0.09 ^a	10.62±0.16 ^b	13.70±0.09 ^b	15.78±0.15 ^b	14.02±0.22 ^a	13.20±1.80	
品牌 2	13.51±0.06 ^a	13.48±0.17 ^a	12.80±0.27 ^b	10.55±0.15 ^c	12.18±0.25 ^b	12.50±1.13	
品牌 3	10.19±0.56 ^a	9.41±0.31 ^{bc}	9.16±0.19 ^c	9.87±0.25 ^{bc}	10.36±0.11 ^{ab}	9.80±0.64	

注:同行字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表 6 可知,不同品牌的普洱茶样品间茶褐素的含量存在着一定的差异,在 2013 年和 2014 年中,普洱茶中茶褐素的含量依次为品牌 2>品牌 1>品牌 3;2015 年~2017 年中,普洱茶中茶褐素的含量依次为品牌 1>品牌 2>品牌 3。而同一品牌在不同年份中茶褐素的含量差异也较大,其中品牌 1 普洱茶样品中茶褐素的含量最低为 10.62%,最高达到 15.78%;品牌 2 普洱茶样品中茶褐素的含量最低为 10.55%,最高达到 13.51%;品牌 3 普洱茶样品中茶褐素的含量最低为 9.16%,最高为 10.36%,含量差异明显。

2.7 普洱茶香气成分比较

普洱茶样品中香气化合物的类型及含量见图 1。

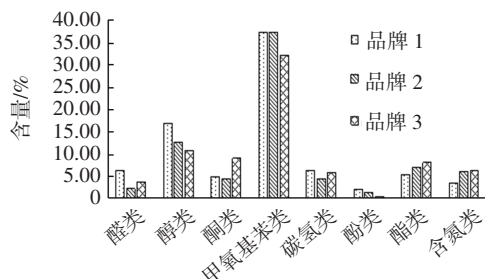


图 1 普洱茶样品中香气化合物的类型及含量

Fig.1 Types and contents of aroma compounds in Pu-erh tea samples

2.6 普洱茶样品中茶褐素的含量

茶褐素通常被认为是茶多酚、茶黄素、茶红素的氧化聚合产物^[23],是造成茶汤发暗、无收敛性的主要原因,其含量与茶叶品质呈负相关。表 6 为普洱茶样品中茶褐素含量的分析结果。

如图 1 所示,采用 HS-SPME-GC-MS 方法对 2015 年的 3 个品牌的普洱茶香气进行定性分析,检测出的化合物包括醛类、醇类、酮类、甲氧基苯类、碳氢类、酚类、酯类和含氮类等 8 大类化合物。品牌 1 的香气成分中各类物质含量分别为醛类 6.47%、醇类 17.01%、酮类 5.03%、甲氧基苯类 37.32%、碳氢类 6.53%、酚类 2.24%、酯类 5.57%和含氮类 3.63%;品牌 2 的香气成分中各类物质含量分别为醛类 2.34%、醇类 12.81%、酮类 4.65%、甲氧基苯类 37.46%、碳氢类 4.58%、酚类 1.57%、酯类 7.23%和含氮类 6.30%;品牌 3 的香气成分中各物质含量分别为醛类 3.78%、醇类 10.85%、酮类 9.12%、甲氧基苯类 32.20%、碳氢类 5.96%、酯类 8.18%和含氮类 6.51%。甲氧基苯类物质在 3 个品牌普洱茶中的含量均较高,品牌 1 普洱茶的醛类、醇类和碳氢类化合物的相对含量高于其它两个品牌的普洱茶,品牌 3 普洱茶的酮类、酯类和含氮类化合物的相对含量高于其它两个品牌,而甲氧基苯类化合物的相对含量是最低的。

普洱茶独特的陈香风味是其品质较好判定的主要因子,也是影响普洱茶市场价值和消费者选择的决定性指标,而甲氧基苯类化合物及其衍生物是普洱茶中含量最多的化合物,对普洱茶的陈香味起主要作用^[24]。普洱茶样品中甲氧基苯的含量分析结果见表 7。

表 7 不同品牌普洱茶样品中甲氧基苯的含量

Table 7 The content of methoxybenzene in Pu-erh tea samples

普洱茶样品	项目	1,2-二甲氧基苯	3,4-二甲氧基苯	1,2,3-三甲氧基苯	1,2,4-三甲氧基苯	μg/g
品牌 1	2013 年	4.94±0.00 ^a	3.74±0.09 ^b	9.72±0.08 ^d	11.40±0.02 ^d	
	2014 年	6.50±0.01 ^d	5.77±0.07 ^a	11.53±0.05 ^c	14.77±0.20 ^c	
	2015 年	9.97±0.08 ^b	3.37±0.07 ^c	16.04±0.06 ^a	22.33±0.52 ^a	
	2016 年	9.77±0.09 ^c	3.40±0.03 ^c	11.78±0.65 ^c	11.75±0.17 ^d	
	2017 年	11.13±0.10 ^a	2.30±0.09 ^d	15.00±0.02 ^b	20.10±0.06 ^b	
	平均含量	8.46±2.34	3.72±1.13	12.81±0.36	16.07±4.43	

续表 7 不同品牌普洱茶样品中甲氧基苯的含量

Continue table 7 The content of methoxybenzene in Pu-erh tea samples

		μg/g			
普洱茶样品	项目	1,2-二甲氧基苯	3,4-二甲氧基苯	1,2,3-三甲氧基苯	1,2,4-三甲氧基苯
品牌 2	2013 年	14.64±0.04 ^a	10.01±0.19 ^b	23.38±0.32 ^b	25.00±0.12 ^a
	2014 年	8.38±0.02 ^b	9.35±0.33 ^c	21.02±0.12 ^c	18.82±0.11 ^d
	2015 年	6.72±0.12 ^c	5.76±0.06 ^c	18.81±0.14 ^c	20.97±0.08 ^b
	2016 年	6.24±0.05 ^d	11.43±0.36 ^a	17.12±0.09 ^a	19.51±0.40 ^c
	2017 年	6.77±0.02 ^c	6.71±0.03 ^d	17.47±0.25 ^d	19.79±0.02 ^c
	平均含量	8.55±3.13	8.65±2.12	19.56±2.36	20.82±2.21
品牌 3	2013 年	7.26±0.07 ^{bc}	11.73±0.43 ^a	10.27±0.16 ^c	15.92±0.13 ^c
	2014 年	6.22±0.16 ^d	8.92±0.33 ^c	8.24±0.35 ^d	8.97±0.04 ^c
	2015 年	7.00±0.18 ^c	8.31±0.28 ^c	11.68±1.18 ^b	16.87±0.07 ^b
	2016 年	7.78±0.21 ^b	6.67±0.10 ^d	8.29±0.31 ^d	14.94±0.29 ^d
	2017 年	11.66±0.58 ^a	10.48±0.41 ^b	15.92±0.36 ^a	26.23±0.20 ^a
	平均含量	7.98±1.93	9.22±1.78	10.88±2.89	16.59±5.56

注:同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

由表 7 可知,1,2-二甲氧基苯的含量范围为 4.94 μg/g~14.64 μg/g,3,4-二甲氧基苯的含量范围为 2.30 μg/g~11.73 μg/g,1,2,3-三甲氧基苯的含量范围为 8.24 μg/g~23.38 μg/g,1,2,4-三甲氧基苯的含量范围为 8.97 μg/g~26.23 μg/g。在品牌 1 中 2013 年的普洱茶样品中除 3,4-二甲氧基苯外,其余 3 种物质的含量均为最低;在品牌 2 中 2013 年的普洱茶样品中除 3,4-二甲氧基苯外,其余 3 种物质的含量均为最高;在品牌 3 的不同年份中 1,2,4-三甲氧基苯的含量均为最高。这可能是由于原料及加工工艺不同造成的。

3 结论

普洱茶的内含物质和香气成分是评价普洱茶风格特征的重要指标。本研究对 3 个品牌(分别来自勐海、昆明和普洱产区)、5 个年份普洱茶的内含物质和香气成分分析表明,不同品牌普洱茶差异明显,同一品牌不同年份(除个别年份外)普洱茶品质基本稳定。从内含物质结果来看,品牌 1 中的干物质含量、茶多酚、表没食子儿茶素和表儿茶素没食子酸酯的含量最高;品牌 2 中的儿茶素含量显著低于其他两个品牌;品牌 3 的茶水浸出物、没食子酸和茶褐素的含量较低。从香气成分结果来看,共鉴定出醛类、醇类、酮类、甲氧基苯类、碳氢类、酚类、酯类和含氮类等 8 大类化合物,其中使普洱茶具有陈香特征的甲氧基苯类香气化合物相对含量均最高。品牌 1 的醛类、醇类和碳氢化合物的相对含量高于其它两个品牌的普洱茶,品牌 2 普洱茶样品中甲氧基苯类化合物相对含量最高,品牌 1 仅次于,品牌 3 普洱茶的酮类、酯类和含氮化合物的相

对含量是最高的。

随着普洱茶消费市场的扩大,普洱茶的品质特征也成为消费者关心的话题,而茶叶的特有品质与多种因素有关,本研究对 3 个品牌的普洱茶特征品质进行了初步研究,有必要对影响普洱茶品质特征的各种因素进行深入研究,探明其品质形成机制,进而支持普洱茶市场的健康发展,为消费者的选择提供理论依据。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 地理标志产品 普洱茶: GB/T 22111—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Product of geographical indication——Puer tea: GB/T 22111—2008[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008.
- [2] 刘通讯, 谭梦珠. 不同干燥温度对普洱茶多酚类物质和香气成分的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(4): 264–271, 143.
LIU Tongxun, TAN Mengzhu. The effect of different drying temperatures on the transformation of polyphenols and volatile aroma components in Pu-erh tea[J]. Modern Food Science and Technology, 2015, 31(4): 264–271, 143.
- [3] SHI J, ZHU Y, ZHANG Y, et al. Volatile composition of Fu-brick tea and Pu-erh tea analyzed by comprehensive two-dimensional gas chromatography–time-of-flight mass spectrometry[J]. Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie, 2019, 103: 27–33.
- [4] DU L P, WANG C, ZHANG C, et al. Characterization of the volatile and sensory profile of instant Pu-erh tea using GC×GC–TOFMS and descriptive sensory analysis[J]. Microchemical Journal, 2019, 146: 986–996.

- [5] 吕海鹏, 张悦, 杨婷, 等. 普洱茶滋味品质化学成分分析[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(2): 178-183.
LV Haipeng, ZHANG Yue, YANG Ting, et al. The main flavor compounds of Pu-erh tea[J]. Food and Fermentation Industries, 2016, 42(2): 178-183.
- [6] QIN J H, LI N, TU P F, et al. Change in tea polyphenol and purine alkaloid composition during solid-state fungal fermentation of post-fermented tea[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60(5): 1213-1217.
- [7] XIE G, YE M, WANG Y, et al. Characterization of Pu-erh tea using chemical and metabolic profiling approaches[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(8): 3046-3054.
- [8] XU Y Q, WANG C, LI C W, et al. Characterization of aroma-active compounds of Pu-erh tea by headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) and simultaneous distillation-extraction (SDE) coupled with GC-olfactometry and GC-MS[J]. Food Analytical Methods, 2016, 9(5): 1188-1198.
- [9] PANG X, YU W, CAO C, et al. Comparison of potent odorants in raw and ripened Pu-erh tea infusions based on odor activity value calculation and multivariate analysis: understanding the role of pile fermentation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2019, 67(47): 13139-13149.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 茶 磨碎试样的制备及其干物质含量测定: GB/T 8303—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Tea—Preparation of ground sample and determination of dry matter content: GB/T 8303—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 茶 水浸出物测定: GB/T 8305—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Tea—Determination of water extracts content: GB/T 8305—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [12] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法: GB/T 8313—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
State Administration of market supervision and Administration, Standardization Administration of the People's Republic of China. Determination of total polyphenols and catechins content in tea: GB/T 8313—2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [13] 张媛媛, 张彬. 苯酚-硫酸法与蒽酮-硫酸法测定绿茶茶多糖的比较研究[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 158-163.
ZHANG Yuanyuan, ZHANG Bin. Comparison of phenol-sulfuric acid and anthrone-sulfuric methods for determination of polysaccharide in green tea[J]. Food Science, 2016, 37(4): 158-163.
- [14] 黄意欢. 茶学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997: 124-135.
HUANG Yihuan. Tea science experimental technology[M]. Beijing: Chinese Agriculture Press, 1997: 124-135.
- [15] DU L P, WANG C, LI J, et al. Optimization of headspace solid-phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry for detecting methoxyphenolic compounds in Pu-erh tea[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61(3): 561-568.
- [16] 孟宪钰, 付亚轩, 李明超, 等. 普洱熟茶化学成分研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(12): 285-290.
MENG Xianyu, FU Yaxuan, LI Mingchao, et al. Research progress on chemical composition of Pu-erh tea[J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(12): 285-290.
- [17] 高力, 刘通讯. 不同储藏时间的普洱茶内所含成分及其抗氧化性质研究[J]. 食品工业, 2013, 34(7): 127-130.
GAO Li, LIU Tongxun. Study on chemicals and antioxidant activity of Pu-er teas stored at different time[J]. The Food Industry, 2013, 34(7): 127-130.
- [18] 杨希, 陈杰, 张春枝, 等. 普洱茶发酵过程中茶多酚和茶色素的变化[J]. 农业机械, 2012(8): 118-120.
YANG Xi, CHEN Jie, ZHANG Chunzhi, et al. Changes of tea polyphenols and tea pigments during the fermentation of Pu-erh tea[J]. Farm Machinery, 2012(8): 118-120.
- [19] 吕海鹏, 王梦琪, 张悦, 等. 普洱茶后发酵过程中多酚类成分生物转化的研究进展[J]. 食品科学, 2018, 39(23): 306-312.
LV Haipeng, WANG Mengqi, ZHANG Yue, et al. Recent advances in research on biotransformation of polyphenols during Pu-erh tea pile fermentation[J]. Food Science, 2018, 39(23): 306-312.
- [20] 单治国, 张春花, 周红杰, 等. 不同菌种固态发酵对普洱茶化学成分和感官品质的影响[J]. 福建茶叶, 2019, 41(10): 6-8.
SHAN Zhiguo, ZHANG Chunhua, ZHOU Hongjie, et al. Effects of solid-state fermentation of different strains on the chemical composition and sensory quality of Pu-erh tea[J]. Tea in Fujian, 2019, 41(10): 6-8.
- [21] XUE J, Yang L, Yang Y, et al. Contrasting microbiomes of raw and ripened Pu-erh tea associated with distinct chemical profiles[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 124: 109147.
- [22] 宛晓春, 李大祥, 张正竹, 等. 茶叶生物化学研究进展[J]. 茶叶科学, 2015, 35(1): 1-10.
WAN Xiaochun, LI Daxiang, ZHANG Zhengzhu, et al. Research advance on tea biochemistry[J]. Journal of Tea Science, 2015, 35(1): 1-10.
- [23] WANG K B, CHEN Q C, LIN Y, et al. Comparison of phenolic compounds and taste of Chinese black tea[J]. Food Science and Technology Research, 2014, 20(3): 639-646.
- [24] WANG T, LI X L, YANG H C, et al. Mass spectrometry-based metabolomics and chemometric analysis of Pu-erh teas of various origins[J]. Food Chemistry, 2018, 268: 271-278.

加工编辑: 冯娜

收稿日期: 2021-02-23