

不同浸泡方式下牡丹花茶汤滋味和风味特征差异

袁琴琴¹, 刘文营^{2,*}

(1. 菏泽学院农业与生物工程学院, 山东菏泽 274000;

2. 北京食品科学研究院, 中国肉类食品综合研究中心, 北京 100068)

摘要:为了分析热水浸泡和冷水浸泡牡丹花茶汤的滋味和风味特征,采用热水浸泡、冷水浸泡 30 min、冷水浸泡 1 h 和冷水浸泡 2 h 制备 4 种茶汤,采用电子鼻对茶汤主体风味特征和相似度进行比较,采用电子舌对茶汤味觉特征进行量化分析,采用热脱附-气相色谱质谱仪对茶汤的挥发性有机物进行量化分析。结果显示,热水浸泡茶汤与冷水浸泡 1 h 茶汤主体风味特征较为相似,不能通过主体风味特征对两者进行区分;冷水浸泡 30 min 和 2 h 茶汤与热水浸泡茶汤、冷水浸泡 1 h 茶汤均能够进行有效区分。不同制备方法获得茶汤之间除酸味值、涩味值和苦味回味值外,其它味觉特性没有显著差异;茶汤中醇类物质和酯类物质含量较多,随浸泡时间延长,冷水浸泡茶汤中酯类物质和醇类物质含量逐渐下降,烷烃类物质含量逐渐增加。结合主体风味特征和滋味特性,采用冷水浸泡 1 h 替代热水浸泡牡丹花茶,能够在具有相似风味的同时,提升茶汤的酸味、涩味和苦味回味。

关键词:牡丹花茶,热水浸泡,冷水浸泡,主体风味,滋味,挥发性有机物

Taste and Flavor Characteristics of Peony Flower Tea under Different Soaking Methods

YUAN Qin-qin¹, LIU Wen-ying^{2,*}

(1. College of Agriculture and Bioengineering, Heze University, Heze 274000, China;

2. Beijing Academy of Food Sciences, China Meat Research Center, Beijing 100068, China)

Abstract: In order to acquisition the taste and flavor characteristics of peony flower tea under different soaking methods, the sensory characteristics were analyzed. Four kinds of tea liquor were prepared by soaking in the hot water for 30 s, in the cold water soaking for 30 min, 1 h and 2 h. The main flavor characteristics and similarity of tea were analyzed by electronic nose, the taste characteristics of tea were quantified by electronic tongue, and the volatile organic compounds of tea were quantified by thermal desorption and gas chromatography mass spectrometer. Results showed that the main flavor characteristics of tea liquor soaked in hot water was similar to that of tea soup soaked in cold water for 1 h. Tea liquor soaked in cold water for 30 min and 2 h could be effectively distinguished from tea soup soaked in hot water and tea soup soaked in cold water for 1 h. There was no significant difference in taste characteristics between different preparation methods, except the sour, astringent and bitter aftertaste. There were more alcohols and esters in the tea soup. With the extension of soaking time, the contents of esters and alcohols in the cold water tea soup gradually decreased, while the contents of alkane gradually increased. Combined with the main flavor and taste characteristics, with the use of cold water soaking for 1 h instead of hot water, the peony tea had a similar flavor, while the sour, astringent and bitter aftertaste improved.

Key words: peony flower tea; hot-water soaking; cold-water soaking; main flavor; taste; volatile organic compound

中图分类号: TS202.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2020)21-0273-08

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020020195

引文格式:袁琴琴, 刘文营. 不同浸泡方式下牡丹花茶汤滋味和风味特征差异[J]. 食品工业科技, 2020, 41(21): 273-280.

YUAN Qin-qin, LIU Wen-ying. Taste and Flavor Characteristics of Peony Flower Tea under Different Soaking Methods[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(21): 273-280. (in Chinese with English abstract)

<http://www.spgykj.com>

收稿日期: 2020-02-19

作者简介: 袁琴琴(1986-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事生物技术方面的研究, E-mail: 1620989713@qq.com。

* 通信作者: 刘文营(1983-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事肉制品加工及天然产物化学方面的研究, E-mail: skyocean_2004@163.com。

基金项目: 典型农产品品质指标体系构建与指标筛选验证(GJFP2019043)。

牡丹花是我国传统名花之一,具有较高的观赏价值,同时也具有一定的保健功能^[1]。与其它花茶相似,牡丹花茶也含有较高含量的黄酮、茶多酚、黄烷醇生物碱和还原糖等功能物质^[2-3],以此开发功能性花茶,亦具有较好的市场机会和发展前景^[4]。

茶的分布区域、种类^[5-6]、浸泡方式^[7-8]、水质特性^[9-10]、以及后期的加工手段^[11]均会影响到茶汤的化学成分、味觉特征等品质。在茶的浸泡方法上,水温、浸泡时间^[12]、茶叶添加比例^[13]等均会对茶汤感官品质产生影响。目前对于牡丹花茶的研究,多集中在开展微量元素的溶出特性^[14]、加工工艺^[4]和不同茶品质差异比较^[15]等研究,针对浸泡方式差异对牡丹花茶感官品质的影响研究较少。同时,鉴于消费者对茶品质要求的提升,以及消费者需求多样性的增加,迫切需要对牡丹花茶品质及不同泡制方式下的品质差异进行分析。

针对食品风味和滋味特征的分析研究,多数会引入质谱方法进行分析,如采用气相色谱质谱联用仪对不同制备工艺^[14-16]或不同原料制备产品挥发性成分进行分析^[17];而在不同产品之间差异分析时,多数会借助电化学技术,如采用电子鼻和电子舌技术对不同产品的主体风味和滋味特征差异进行分析^[15,16-18],分析仪器的应用为产品的生产和研究开发提供了极大便利,同时又降低了进行消费者评价存在的误差。针对牡丹花茶的研究,包括牡丹花茶的制备^[19]、矿质元素^[20]等,而在对不同茶品质的研究上,也仅限于代谢和味觉差异的分析^[21],基于此,本文采用电子舌、电子鼻和气相色谱质谱联用技术,对热浸泡和冷水浸泡茶汤的滋味特征、主体风味特征和挥发性有机物组分等品质差异进行分析,以期对牡丹花茶品质分析和不同感官特性茶品的制备提供参考。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

牡丹花 于2019年5月采摘自菏泽曹州牡丹园,参考文献方法^[16],自然晾干,破碎后过100目筛,备用;电子舌电极内部液、清洗液 日本 Insent 公司;2-甲基-3-庚酮(99.9%,CAS号13019-20-0) 美国 Sigma Aldrich 公司;氮气(99.9%) 北京如源如泉科技有限公司。

Cascade BIO 纯水机 美国 PALL 公司;BSA822-CW 天平 赛多利斯科学仪器有限公司;0.22 μm 微滤膜 美国 PALL 公司;PEN3 电子鼻 德国 Aisense 公司;TS5000Z 味觉分析系统 日本 INSENT 公司;Gerstel TDS 半自动热脱附进样器 德国 Gerstel 公司;GC-MS 联用仪 美国赛默飞世尔科技(中国)有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 牡丹花茶的浸泡方法 根据参考文献^[11]方法,按照茶叶与纯水(由 Cascade BIO 纯水机制备,导电率 < 2 μS/cm)的比例 1:100 (g/mL),采用热水浸泡和冷水浸泡两种方法,其中热水浸泡在冲入沸水 30 s 后过滤取清液测试,冷水方式在浸泡 30、60 和

120 min 后过滤取清液测试。样品分别标记为 H、C30、C60 和 C120。

1.2.2 牡丹花茶的滋味分析方法 电子舌探头矩阵由不同材料制成,能够识别出液体的不同味觉特性^[22-23]。根据参考文献^[18,24]方法,取 50 mL 茶汤,均质混匀后 8 000 r/min 离心 5 min,取上清液过滤后上机测试。

1.2.3 牡丹花茶的主体风味分析方法 电子鼻内置不同传感器会针对不同的物质产生响应,根据传感器接收信号的强度差异,可以对牡丹花茶的主体风味特征进行差异性分析。

参考文献^[15,25-26]方法,取 2.0 mL 均匀茶汤置于样品瓶内,4 ℃ 留存备用。

电子鼻工作条件为:加热仓温度为 50 ℃,振动 2 min,数据采集时长为 90 s,选取 70 s 时收集的数据进行分析。

1.2.4 牡丹花茶挥发性有机物分析方法 参考文献^[14,27]方法,略有修改,取 2.0 mL 茶汤装入测试瓶,同时添加 2-甲基-3-庚酮作为标准物质(1.0 μg),于 50 ℃ 温度下正压(0.05 MPa)富集 30 min,采用热脱附-气相色谱质谱联用仪分析。

仪器运行参数如下:

TDS 程序:初始温度 40 ℃,分别延迟和保持 1 min,然后升温至 210 ℃(40 ℃/min),保持 5 min;CIS 程序:-100 ℃,保持 1 min,然后升温至 215 ℃(10 ℃/min),分流比为 20:1;GC-MS 程序:40 ℃,保持 3 min,然后升温至 200 ℃(5 ℃/min),保持 1 min,再升温至 220 ℃(10 ℃/min),保持 3 min;氦气流速 1.0 mL/min,质谱传输线温度 260 ℃,离子源温度 280 ℃,质谱质量扫描范围设定为 40~600 u。

1.3 数据处理

在进行茶汤主体风味分析时,进行 5 个平行;在进行茶汤滋味特性分析时,进行 3 个平行,数值标记为:平均值 ± 标准差。运用 Winmuster 软件进行产品风味的主成分分析(principal component analysis, PCA)和线性判别分析(linear discriminant analysis, LDA);在对挥发性风味物质分析时,取 2.0 mL 混合样品进行测试,进行 3 个平行,依据挥发性成分的 CAS 号进行化学物质检索分析(<http://www.chemindex.com/>)。

该文数据均由 SPSS 9.1 进行误差性分析($F = 0.05$),由 Origin 8.0 进行作图。

2 结果与分析

2.1 牡丹花茶汤的滋味特征

不同浸泡方法获得牡丹花茶汤的滋味特性如表 1 所示,各样品在苦味值、涩味回味值、鲜味值、丰富度和咸味值上没有显著差异($P > 0.05$);C30 样品的酸味值最高($P < 0.05$),其它三种样品之间酸味值差异不显著($P > 0.05$);C120 样品的涩味值最低($P < 0.05$),其它三种样品之间涩味值差异不显著($P > 0.05$);C30、C60 和 C120 之间苦味回味值较低,且相互之间差异不显著($P > 0.05$)。即,热水浸泡和冷水浸泡获得的茶汤具有相似的苦味值、涩味回味

表1 不同茶汤的滋味特性
Table 1 The flavor characteristics of different tea soups

	样品组			
	H	C30	C60	C120
酸味值	-2.0903 ± 0.0000 ^a	6.7291 ± 4.0634 ^b	-2.5877 ± 2.5952 ^a	-2.0511 ± 1.0168 ^a
苦味值	-0.2423 ± 0.0000	-2.3559 ± 5.2510	0.16778 ± 3.2891	2.4305 ± 1.2624
涩味值	0.2403 ± 0.0000 ^b	-0.0783 ± 0.2816 ^b	0.3895 ± 0.1300 ^b	-0.5515 ± 0.1645 ^a
苦味回味值	0.3190 ± 0.0000 ^b	-0.0256 ± 0.0175 ^{ab}	-0.2787 ± 0.0708 ^a	-0.0146 ± 0.1349 ^{ab}
涩味回味值	-0.0074 ± 0.0000	-0.0002 ± 0.0789	0.0093 ± 0.0585	-0.0017 ± 0.0659
鲜味值	0.0120 ± 0.0000	-0.0015 ± 0.0087	-0.0029 ± 0.0337	-0.0076 ± 0.0467
丰富度	-0.0008 ± 0.0000	0.0001 ± 0.0043	0.0000 ± 0.0179	0.0008 ± 0.0126
咸味值	-0.0009 ± 0.0000	0.0001 ± 0.0086	0.0000 ± 0.0022	0.0008 ± 0.0050

注:同行肩标字母不同表示具有显著性差异($P < 0.05$),无标注表示没有显著性差异($P > 0.05$),表3同。

值、咸味值、鲜味值和丰富度;冷水浸泡茶汤的酸味值呈现为随着浸泡时间延长而降低的趋势,浸泡 60、120 min 获得茶汤与热水浸泡茶汤的酸味值较为相似;冷水浸泡 120 min 获得茶汤具有最低的涩味值,冷水浸泡茶汤的苦味回味值均低于热水浸泡茶汤,尤其是冷水浸泡 60 min 获得茶汤较为明显。

感官特征是食品最重要的属性之一,其直接影响到消费者的消费体验,也是决定产品经济价值的重要特性^[28]。浸泡方式不同对茶汤滋味特性的影响,主要体现在水温和浸泡时间会影响到无机元素、单宁酸、咖啡因、茶多酚等化学成分的溶出,这些物质是茶汤滋味特性呈现的基础物质。由表 1 可知,浸泡方式的不同会产生不同的味觉特性,以此可根据消费的喜好进行不同产品的加工;同时在采用电子舌对茶汤滋味特征进行分析时,容易出现茶汤中单宁酸等物质与电极产生结合,出现数值浮动较大的情况,所以在针对市场的茶汤开发过程中应引入消费者进行评价。

2.2 牡丹花茶汤的主体风味特征

牡丹花茶汤的主体风味特征如图 1a 所示,PC1 和 PC2 方向上的方差贡献率为 92.50% 和 5.72%,方差总贡献率为 98.22%,说明各个产品均有独特的风味特征,且以 PC1 为主。而由图 1b 可知,各产品在 LD1 和 LD2 方向上的总方差贡献率为 76.61%,小于 85% 的界限值,即仅通过主成分分析,并不能将四组产品进行有效区分。由图 1a 中 H 与 C60 在 PC1 和 PC2 方向上具有较大程度重合可知,热水浸泡牡丹花茶汤与冷水浸泡 60 min 茶汤主体风味特征较为相似。

2.3 牡丹花茶汤的挥发性有机物组分

不同制备方法获得茶汤的挥发性成分及含量如表 2、表 3 所示,茶汤中共检出 40 种醇类物质、8 种醛类物质、15 种酯类物质、6 种酮类物质、3 种芳香族类物质、34 种酯类物质、29 种烷烃类物质、13 种烯烃类物质,以醇类和酯类物质种类和含量普遍较多。不同茶汤在挥发性物质组分上存在明显差异,表现在成分种类不同和含量相差较大。

热水浸泡、冷水浸泡 30 min、冷水浸泡 60 min 和冷水浸泡 120 min 获得茶汤中挥发性成分分别有 67、

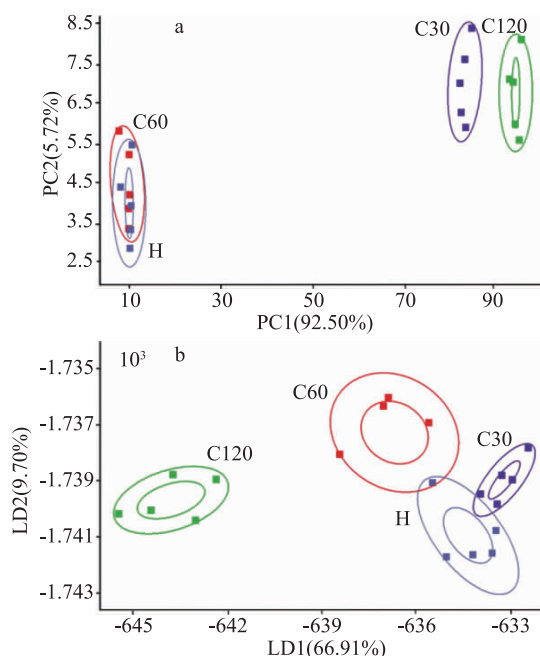


图1 不同茶汤的主体风味差异
Fig.1 Analysis of main flavor of tea prepared by different methods
注:a.PCA 结果;b.LDA 结果。

72、70 和 77 种。四种浸泡方式获得茶汤种均有的成分为 1-庚醇、1-辛烯-3-醇、2-丙基-1-戊醇、2-甲基-1-十六烷醇、 α 、 β -二甲基苯乙醇、苯乙醇、橙花醇、反-2-甲基环戊醇、芳樟醇、十一醇、香茅醇、香叶醇、蝶呤-6-羧酸、(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛、(Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛、苯甲醛、苯乙醛、2,5-二甲基-3-己酮、甲基庚烯酮、 β -紫罗兰酮、12,15-十八碳二烯酸甲酯、苯乙酸-4-十四烷基酯、辛乙烯二醇单正十二烷基酯、亚硝酸仲丁酯、异戊酸乙酯、十五烷和正十六烷。

其中,1-庚醇是区分不同季节绿茶间差异的关键化合物^[29];1-辛烯-3-醇是松茸的特征性香味物质^[30],也是乌龙茶^[31]和青砖茶^[32]的特征性物质,苯乙醛是青砖茶的特征性风味物质^[32];芳樟醇是茶汤种普遍存在的风味物质^[33], β -紫罗兰酮在除绿茶之外的茶汤中普遍存在^[33],2-丙基-1-戊醇是栗菇的主要挥发性成分之一^[34],2-甲基-1-十六烷醇

表2 不同茶汤中的挥发性有机物组分
Table 2 Volatile organic compounds in different tea soups

类别	组分名称	含量($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)			
		H	C30	C60	C120
醇类 (40种)	3-十二烷醇	2.004 ± 2.834	0.786 ± 1.112	-	-
	(R)-(-)-14-甲基-8-十六烷基-1-醇	0.152 ± 0.215	-	-	-
	(R)-(+) - β -香茅醇	-	-	3.302 ± 3.276	0.915 ± 1.292
	(S)-顺式-马鞭草烯醇	0.094 ± 0.015	-	-	0.035 ± 0.004
	(Z)-2-辛烯-1-醇	-	0.296 ± 0.009	0.161 ± 0.228	-
	(Z)-异丁酸酯-3,7-二甲基-2-辛烯-1-醇	-	-	-	0.072 ± 0.102
	12-甲基-E,E-2,13-十八碳烯-1-醇	0.311 ± 0.028	0.519 ± 0.302	0.416 ± 0.195	-
	13-十七炔-1-醇	-	0.896 ± 0.274	0.336 ± 0.475	-
	1-庚醇	2.731 ± 1.710	2.979 ± 3.890	0.161 ± 0.227	0.093 ± 0.132
	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,2-环己二醇	-	-	0.378 ± 0.534	0.400 ± 0.566
	1-壬醇	-	-	0.036 ± 0.050	0.089 ± 0.026
	1-辛烯-3-醇	0.169 ± 0.239	0.057 ± 0.007	0.082 ± 0.015	0.064 ± 0.002
	2,6-二甲基-1,7-辛二烯-3-醇	-	0.639 ± 0.904	-	-
	2-丙基-1-戊醇	0.091 ± 0.014	0.035 ± 0.049	0.029 ± 0.041	0.045 ± 0.017
	2-癸烯-1-醇	0.206 ± 0.291	-	-	-
	2-甲基-1-十六烷醇	2.623 ± 3.101	0.078 ± 0.110	0.321 ± 0.454	0.584 ± 0.284
	2-乙基己醇	-	0.041 ± 0.058	0.029 ± 0.040	-
	3-(四癸氧基)-1,2-丙二醇	0.581 ± 0.821	-	-	-
	3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇	-	-	0.648 ± 0.917	-
	3-甲基-1-戊醇	0.603 ± 0.852	-	-	-
	8-亚甲基环辛烯-3,4-二醇	-	-	-	0.109 ± 0.154
	DL-薄荷醇	0.131 ± 0.185	0.101 ± 0.143	-	0.218 ± 0.073
	α,α -4-三甲基环己基甲醇	-	-	0.153 ± 0.021	-
	α,β -二甲基苯乙醇	0.116 ± 0.163	0.330 ± 0.467	0.093 ± 0.132	0.128 ± 0.181
	α -松油醇	0.286 ± 0.404	-	-	-
	柏木烯醇	-	-	-	0.060 ± 0.085
	苯乙醇	0.155 ± 0.031	0.142 ± 0.006	0.115 ± 0.007	0.093 ± 0.002
	橙花醇	0.027 ± 0.005	0.021 ± 0.000	0.009 ± 0.001	0.009 ± 0.001
	反-2-甲基环戊醇	0.059 ± 0.084	0.280 ± 0.396	0.229 ± 0.053	0.314 ± 0.128
	芳樟醇	0.150 ± 0.008	0.200 ± 0.018	0.121 ± 0.016	0.138 ± 0.001
	马鞭烯醇	-	0.043 ± 0.061	-	-
	十三烷醇	0.022 ± 0.031	0.014 ± 0.020	0.009 ± 0.013	-
	十一醇	0.095 ± 0.093	0.075 ± 0.041	0.010 ± 0.014	0.041 ± 0.007
	叔十六硫醇	-	1.292 ± 1.827	0.051 ± 0.072	2.020 ± 2.857
	顺式-9,10-环氧十八烷-1-醇	-	-	-	0.162 ± 0.229
	香茅醇	0.005 ± 0.000	0.003 ± 0.000	0.001 ± 0.000	0.000 ± 0.001
	香叶醇	0.014 ± 0.001	0.005 ± 0.000	0.002 ± 0.000	0.002 ± 0.000
	柠檬烯-6-醇	0.332 ± 0.469	-	-	-
	异辛醇	0.146 ± 0.206	-	-	-
	正辛醇	0.190 ± 0.268	0.249 ± 0.048	0.088 ± 0.125	-
(E)-甲酯-10-庚二烯-8-壬酸	0.113 ± 0.159	-	0.344 ± 0.487	-	
10-十一碳烯酯苯乙酸	-	-	-	0.002 ± 0.003	
17-十八炔酸	-	-	1.323 ± 1.870	-	
2-苯乙酯环丙烷甲酸	-	-	2.545 ± 3.599	-	
3,7-二甲基-8-2,6-二烯基酯苯丙酸	-	-	2.010 ± 2.843	-	
3-羟基月桂酸	-	-	1.122 ± 1.587	0.001 ± 0.002	
蝶呤-6-羧酸	1.666 ± 2.356	4.819 ± 0.976	1.429 ± 0.782	0.004 ± 0.006	
叔丁酯-4-羟基-4-甲基己-5-烯酸	-	-	0.503 ± 0.711	-	

续表

类别	组分名称	含量($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)			
		H	C30	C60	C120
醛类 (15种)	(E)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛	0.031 ± 0.044	0.043 ± 0.004	0.022 ± 0.004	0.017 ± 0.003
	(Z)-2-庚烯醛	0.623 ± 0.881	-	-	-
	(Z)-3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛	0.036 ± 0.050	0.037 ± 0.053	0.046 ± 0.005	0.087 ± 0.123
	10-十八碳烯醛	-	-	-	2.042 ± 2.888
	14-十八碳烯醛	-	-	-	0.060 ± 0.085
	3-甲基-1-戊醛	-	0.252 ± 0.357	-	0.269 ± 0.380
	苯甲醛	0.043 ± 0.060	0.063 ± 0.003	0.089 ± 0.005	0.096 ± 0.014
	苯乙醛	0.113 ± 0.160	0.136 ± 0.193	0.137 ± 0.194	0.210 ± 0.046
	反-2-辛烯醛	0.157 ± 0.221	-	-	-
	十二醛	-	-	0.037 ± 0.052	-
	视黄醛	-	0.187 ± 0.264	-	-
	香茅醛	-	2.128 ± 3.010	-	1.795 ± 2.539
	椰子醛	-	1.909 ± 2.700	-	-
	正己醛	0.045 ± 0.063	0.433 ± 0.612	-	-
	酮类 (6种)	正辛醛	-	-	0.325 ± 0.460
2,5-二甲基-3-己酮		0.005 ± 0.001	0.565 ± 0.774	0.258 ± 0.364	0.359 ± 0.506
2-壬酮		-	-	2.340 ± 3.309	1.450 ± 2.050
4-辛酮		-	0.375 ± 0.530	0.580 ± 0.820	0.370 ± 0.523
β -紫罗兰酮		0.343 ± 0.485	0.337 ± 0.477	0.234 ± 0.332	0.219 ± 0.310
甲基庚烯酮		0.065 ± 0.001	0.080 ± 0.015	0.054 ± 0.008	0.056 ± 0.001
芳香族 (3种)	仲辛酮	-	0.600 ± 0.848	0.346 ± 0.490	-
	(1-丁基庚基)-苯	0.042 ± 0.060	-	-	-
	间二甲苯	-	0.408 ± 0.248	0.134 ± 0.190	-
酯类 (34种)	乙苯	-	-	0.407 ± 0.575	0.977 ± 1.381
	10,12-二十二碳三烯酸甲酯	-	-	0.182 ± 0.257	-
	10,13-十八碳二烯酸甲酯	-	0.260 ± 0.368	-	-
	11,13-二羟基十四碳-5-炔酸甲酯	-	2.026 ± 2.865	-	1.073 ± 0.485
	12,15-十八碳二烯酸甲酯	0.226 ± 0.023	3.385 ± 4.293	0.532 ± 0.140	0.483 ± 0.456
	2,2-二甲基丙酸-4-甲基戊基酯	-	2.188 ± 3.094	-	-
	2,5-十八碳二烯酸甲酯	0.153 ± 0.216	-	0.321 ± 0.221	-
	2-乙基丁基异丁酯	-	-	-	0.063 ± 0.089
	3-环戊基丙酸-4-十三烷基酯	-	0.093 ± 0.131	-	0.345 ± 0.488
	4-羟基磷酸苯酯	-	-	-	0.053 ± 0.075
	6,9,12,15,18-二十二碳五烯酸甲酯	-	-	-	0.164 ± 0.232
	7-甲基-Z-十四烯-1-醇乙酸酯	0.461 ± 0.652	-	-	-
	9,11-十八碳二烯酸甲酯	-	-	-	0.300 ± 0.425
	9-十八碳-12-炔酸甲酯	-	0.785 ± 1.110	-	0.890 ± 1.259
	9-十八碳烯酸-(Z)-苯基甲酯	-	-	2.151 ± 3.042	-
	E-8-甲基-9-十四烯-1-醇乙酸酯	-	-	-	0.401 ± 0.567
	Z,Z-4,16-十八碳二烯-1-醇乙酸酯	-	-	-	0.131 ± 0.185
	苯基酯氨基甲酸甲酯	-	0.629 ± 0.890	-	-
	苯乙酸-4-十四烷基酯	0.304 ± 0.430	0.228 ± 0.322	0.370 ± 0.523	0.199 ± 0.282
丙位十二内酯	-	1.483 ± 2.097	-	-	
丙烯酸异辛酯	0.160 ± 0.227	-	0.271 ± 0.010	0.077 ± 0.109	
二十烷酸苯甲酯	0.106 ± 0.149	-	-	0.365 ± 0.517	
甘油亚麻酸酯	0.529 ± 0.748	-	-	-	
环丙烷十四烷酸-2-辛基甲酯	-	-	-	2.032 ± 2.873	
甲酸芳樟酯	-	-	-	2.207 ± 3.122	
螺内酯	0.996 ± 1.409	-	-	-	

续表

类别	组分名称	含量(μg/μL)			
		H	C30	C60	C120
酯类 (34种)	四乙二醇双异辛酸酯	0.164 ± 0.231	-	-	-
	碳酸十八烷基苯酯	-	0.115 ± 0.163	-	-
	戊二酸-2-庚基异丁酯	-	0.085 ± 0.120	-	-
	戊二酸异丁基-2-戊酯	-	0.091 ± 0.129	0.145 ± 0.034	-
	辛乙炔二醇单正十二烷基酯	0.677 ± 0.032	0.795 ± 0.337	4.560 ± 2.368	1.374 ± 0.212
	亚硝酸仲丁酯	1.061 ± 0.753	3.028 ± 1.157	1.135 ± 0.148	0.661 ± 0.106
	乙酸苯乙酯	0.074 ± 0.105	-	-	-
	异丁酸苯乙酯	0.163 ± 0.231	0.319 ± 0.451	-	-
	异戊酸乙酯	2.035 ± 2.156	0.373 ± 0.528	4.792 ± 1.651	1.207 ± 1.707
	1,1-双(十二烷基氧基)-十六烷	-	-	-	2.164 ± 3.060
	1,2-环氧环辛烷	0.240 ± 0.339	-	-	-
	1,2-环氧戊烷	-	-	0.890 ± 1.259	-
	1,3,5-三甲基-2-十八烷基-环己烷	0.357 ± 0.505	-	-	-
	13-苯基-十五烷	-	0.844 ± 1.193	-	-
	1-甲基-6,7-二氧杂双环[3.2.1]辛烷	-	-	0.270 ± 0.382	0.171 ± 0.241
	2,6,10,14-四甲基十七烷	0.082 ± 0.116	-	-	0.204 ± 0.288
	2,6,10-三甲基-十四烷	0.045 ± 0.064	0.074 ± 0.104	0.113 ± 0.026	0.048 ± 0.067
	2,6,11,15-四甲基十六烷	-	0.040 ± 0.056	-	-
	2,6,11-三甲基十二烷	-	-	-	0.204 ± 0.288
	烷烃 (29种)	2-羟基-1,1,10-三甲基-6,9-环氧丁烷	-	0.069 ± 0.097	-
2-溴(正)壬烷		0.175 ± 0.247	-	-	-
2-溴-十八烷		-	-	3.112 ± 4.400	-
3-甲基-5-丙基-壬烷		-	-	0.116 ± 0.164	-
4-(丙-2-烯酰氧基)辛烷		0.157 ± 0.223	0.288 ± 0.407	-	0.074 ± 0.104
5,8-二乙基-十二烷		-	1.997 ± 2.825	-	-
5-丙基-癸烷		0.146 ± 0.207	-	-	-
6-甲基-十八烷		-	-	-	0.589 ± 0.209
7-己基-二十烷		-	-	-	0.222 ± 0.313
9-己基-十六烷		-	0.541 ± 0.764	-	-
分析纯正二十烷		-	0.047 ± 0.066	-	-
甲基环戊烷		1.863 ± 2.634	-	-	1.998 ± 2.826
甲基环辛烷		-	0.060 ± 0.085	-	-
十四烷		0.075 ± 0.106	0.097 ± 0.138	0.146 ± 0.207	-
十五烷		0.040 ± 0.056	0.064 ± 0.091	0.164 ± 0.007	0.176 ± 0.068
顺式-2,3-环氧辛烷		-	0.486 ± 0.688	-	0.972 ± 1.375
戊基环丙烷		-	-	0.099 ± 0.140	0.136 ± 0.010
正十六烷		0.114 ± 0.029	0.130 ± 0.008	0.218 ± 0.056	0.100 ± 0.141
正十七烷		0.068 ± 0.097	0.097 ± 0.138	-	-
(E)-B-罗勒烯		-	-	-	0.202 ± 0.285
烯烃 (13种)	(Z)-3,7-二甲基-1,3,6-十八烷三烯	-	-	0.126 ± 0.178	0.129 ± 0.182
	1-(1-丙炔基)-环己烯	0.185 ± 0.261	0.271 ± 0.383	-	-
	2-蒎烯	-	-	0.130 ± 0.184	-
	2-异丙烯基-5-甲基己基-4-烯	-	0.486 ± 0.687	0.423 ± 0.205	0.099 ± 0.140
	3-甲基-Z,Z-4,6-十六烷二烯	0.076 ± 0.108	-	-	-
	5-(1-甲基亚丙基)-1,3-环戊二烯	-	-	0.170 ± 0.240	-
	Z,Z,Z-1,4,6,9-九癸四烯	-	1.261 ± 0.467	0.167 ± 0.236	0.254 ± 0.359
	Z,Z,Z-4,6,9-壬三烯	-	-	-	0.847 ± 1.199
	α-法呢烯	0.145 ± 0.205	-	-	-
	β-蒎烯	-	-	-	0.536 ± 0.758
	罗勒烯	-	-	-	0.194 ± 0.274
	月桂烯	-	-	0.161 ± 0.227	-

注：“-”表示未检出。

表3 不同茶汤中不同类挥发性物质含量
Table 3 Different volatile substances in different tea soups

	含量(μg/mL)			
	H	C30	C60	C120
醇类物质	11.292 ± 3.475	9.081 ± 1.544	6.808 ± 3.761	5.530 ± 3.930
酸类物质	1.779 ± 1.258	4.819 ± 0.976	9.276 ± 1.697	0.007 ± 0.004
酮类物质	0.414 ± 0.487	1.957 ± 2.645	3.812 ± 2.954	2.454 ± 2.375
醛类物质	1.047 ± 0.702	5.189 ± 6.658	0.667 ± 0.329	4.575 ± 0.719
酯类物质	7.104 ± 4.427	15.862 ± 7.410	14.459 ± 6.834	12.026 ± 1.102
芳香族类物质	0.042 ± 0.060	0.408 ± 0.248	0.541 ± 0.383	0.977 ± 1.381
烷烃类物质	3.362 ± 3.881	4.834 ± 2.998	5.128 ± 3.033	7.055 ± 7.515
烯烃类物质	0.406 ± 0.574 ^a	2.018 ± 0.512 ^b	1.177 ± 0.212 ^{ab}	2.261 ± 0.457 ^b
总含量	27.754 ± 2.647	44.136 ± 16.635	43.750 ± 22.884	37.426 ± 2.929

是红象牙芒果的特征性成分之一^[35], 橙花醇、苯乙醇、香叶醇是红茶的特征性成分之一^[31,36], 甲基庚酮在普洱茶中含量变化较大^[37]。

只在热水浸泡茶汤中存在的挥发性物质有(R)-(-)-14-甲基-8-十六烷基-1-醇、2-癸烯-1-醇、 α -松油醇、柠檬烯-6-醇、异辛醇、反-2-辛烯醛、(1-丁基庚基)-苯、甘油亚麻酸酯、四乙二醇双异辛酸酯、乙酸苯乙酯、1,2-环氧环辛烷、2-溴(正)壬烷和5-丙基-癸烷, 而只在冷水浸泡茶汤中存在的为叔十六硫醇、2-异丙烯基-5-甲基己基-4-烯和Z, Z, Z-1,4,6,9-癸烯四烯, 说明浸泡温度对茶汤挥发性成分有着明显影响。

热冲牡丹花茶汤中醇类物质含量较多, 其次是酯类物质和烷烃类物质; 而在冷水浸泡牡丹花茶汤中醇类、酯类和烷烃类物质含量较高。冷水浸泡牡丹花茶汤中醇类物质低于热水浸泡茶汤, 且随着浸泡时间的延长, 醇类物质的含量逐渐下降; 与之相反, 冷水浸泡获得茶汤中烷烃类物质含量均高于热水浸泡, 且随着浸泡时间的延长, 呈现为逐渐增加的态势。冷水浸泡茶汤中酯类物质含量最高, 均高于热水浸泡茶汤, 且呈现为随浸泡时间延长, 含量逐渐下降的趋势。茶汤挥发性物质中, 除烯烃类物质有差异外, 其他种类物质均没有显著($P > 0.05$)性差异, 其中热水浸泡牡丹花茶汤烯烃类物质含量较低, 但与冷水浸泡60 min没有显著差异($P > 0.05$), 冷水浸泡30 min和冷水浸泡120 min茶汤烯烃类物质含量均显著高于热水冲泡茶汤($P < 0.05$), 但与冷水浸泡60 min没有显著差异($P > 0.05$)。

热水浸泡茶汤中挥发性物质总量较低, 冷水浸泡茶汤中挥发性有机物含量随着浸泡时间的延长, 呈现为逐渐降低的趋势, 且冷水浸泡120 min获得茶汤中挥发性物质含量高于热水浸泡获得样品, 但所有样品挥发性物质总量均没有显著差异($P > 0.05$)。

3 结论

不同浸泡方法制备茶汤均具有明显的风味特征, 仅从风味主体特征上来看, 热水浸泡与冷水浸泡60 min茶汤主体风味特征较为相似, 即两者香味较为相似。热水浸泡和冷水浸泡茶汤在苦味值、苦味回味值、涩味回味值、鲜味值、丰富度和咸味值上均

没有明显差异, 冷水浸泡30 min茶汤酸味值最高, 冷水浸泡60 min茶汤苦味回味值较低, 冷水浸泡120 min茶汤涩味值最低。冷水浸泡超过30 min时能够改善茶汤的酸味和涩味, 冷水浸泡60 min茶汤与热水浸泡茶汤风味相似, 在苦味回味上有所提升。浸泡方式改变会影响到挥发性物质的成分, 影响产品的风味呈现, 热水浸泡挥发性风味成分含量较低, 冷水浸泡茶汤挥发性风味成分含量呈现为逐渐降低的趋势。

从风味相似和滋味提升方面考虑, 冷水浸泡60 min茶汤具有与热水浸泡相似的主体风味特征, 且在酸味、苦味回味上有所提升, 适宜于进行牡丹花茶汤的制备。

参考文献

- [1] 史国安, 郭香凤, 包满珠. 不同类型牡丹花的营养成分及体外抗氧化活性酚[J]. 农业机械学报, 2006, 37(8): 111-114.
- [2] 陆英, 钟晓红, 操君喜, 等. 茯砖茶中黄酮类化合物的分离与鉴定[J]. 现代食品科技, 2017, 33(3): 285-294.
- [3] Hua F, Zhou P, Wu H Y, et al. Inhibition of α -glucosidase and α -amylase by flavonoid glycosides from Lu'an GuaPian tea: Molecular docking and interaction mechanism [J]. Food and Function, 2018, 9(9): 4173-4183.
- [4] 揭晓, 成仿云. 牡丹花茶制作工艺研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(12): 245-248.
- [5] 李道. 白牡丹茶中黄酮醇生物碱及其抑制晚期糖基化终末产物形成的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- [6] 赵仁亮, 胥伟, 吴丹, 等. 不同地域边销茯砖茶感官特征及香气成分比较[J]. 现代食品科技, 2017, 33(10): 217-224.
- [7] 彭珊珊, 石燕, 邱斌, 等. 茶叶中无机元素的含量及泡茶方式对其浸出的影响[J]. 中国茶叶, 1991(2): 31-33.
- [8] 陈正函. 茶冲泡方式与多酚、咖啡碱及抗氧化活性研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2013.
- [9] 杨悦, 张英娜, 许勇泉, 等. 水中 Ca^{2+} 质量浓度对龙井茶冲泡茶汤滋味品质的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2016, 43(3): 345-349.
- [10] 何靓. 水质和冲泡方式对绿茶茶汤及其抗氧化性能的影响[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [11] 刘杰. 红茶中微纳米胶粒对茶汤滋味影响的探索性研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2017.

- [12] 刘盼盼,高士伟,郑鹏程,等.冲泡条件对恩施玉露绿茶茶汤品质的影响[J].食品工业科技,2016,37(20):138-144.
- [13] 罗源,李适,黄建安,等.湖南黑茶感官审评茶汤制备方法研究[J].茶叶科学,2019,39(3):289-296.
- [14] 刘文营,乔晓玲,成晓瑜,等.天然抗氧化剂对广式腊肠感官品质及挥发性风味物质的影响[J].中国食品学报,2019,19(2):206-215.
- [15] 刘文营,李享,成晓瑜.添加西兰花种子水提取物对广式腊肉品质的影响[J].农业工程学报,2018,34(21):288-294.
- [16] 刘文营.茶多酚、甘草提取物、 V_E 和鼠尾草对羊肉乳化香肠品质的影响[J].食品科学,2017,38(9):46-52.
- [17] 李享,李迎楠,贾晓云,等.不同品种猪肉加工广式腊肠的色泽和风味分析[J].肉类研究,2017,31(11):53-59.
- [18] 刘文营,高欣悦,李享,等.几种地方猪猪肉及其腊肉制品的感官特性和理化品质分析[J].食品科学,2019,40(19):52-59.
- [19] 田给林.牡丹花茶的研制与开发[J].贵州农业科学,2013,41(10):172-175.
- [20] 李春荣,孟铁宏,刘仕云.微波消解-火焰原子吸收法研究菏泽牡丹花茶中微量元素的溶出特性[J].食品科技,2014,39(2):291-294.
- [21] Yang C, Hu Z, Lu M, et al. Application of metabolomics profiling in the analysis of metabolites and taste quality in different subtypes of white tea[J]. Food Research International, 2018(106):909-919.
- [22] Toko K. Electronic tongue[J]. Biosensors and Bioelectronics, 1998,13(6):701-709.
- [23] Wu H, Yue T, Yuan Y. Authenticity tracing of apples according to variety and geographical origin based on electronic nose and electronic tongue[J]. Food Analytical Methods, 2018,11(2):522-532.
- [24] 陈晓婷,吴靖娜,路海霞,等.基于电子鼻和电子舌优化蓝圆鲂调味基料的制备[J].食品科学,2018,39(4):282-289.
- [25] Ganhão R, Estévez M, Armenteros M, et al. Mediterranean berries as inhibitors of lipid oxidation in porcine burger patties subjected to cooking and chilled storage[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2013,12(11):1982-1992.
- [26] 荣建华,熊诗,张亮子,等.基于电子鼻和 SPME-GC-MS 联用分析脆肉鲩鱼肉的挥发性风味成分[J].食品科学,2015,36(10):124-128.
- [27] Shao Qingsong, Liu Hongbo, Zhang Ailian, et al. Analysis of volatile components extracted from the peels of four different Chinese pomelos using TDS-GC-MS[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2014,94(15):3248-3254.
- [28] Prandini A, Sigolo S, Moschini M, et al. Effect of the inclusion of dry pasta by-products at different levels in the diet of typical Italian finishing heavy pigs: Performance, carcass characteristics, and ham quality[J]. Meat Science, 2016,114:38-45.
- [29] KANG Suyoung,朱荫,郑新强,等.不同季节绿茶香气成分的判别与聚类分析[J].食品科学,2018,39(14):268-275.
- [30] Mau J, Beelman R B, Ziegler G R. Factors affecting 1-octen-3-ol in mushrooms at harvest and during postharvest storage[J]. Journal of Food Science, 1993,58(2):331-334.
- [31] 康受玲.不同茶树品种、生产季节和加工方法对茶叶挥发性化合物的影响[D].杭州:浙江大学,2016.
- [32] 刘盼盼,郑鹏程,王盛鹏,等.青砖茶初制、渥堆过程中挥发性风味成分分析[J].食品与发酵工业,2017,43(12):176-183.
- [33] 邵晨阳,吕海鹏,朱荫,等.不同茶类中挥发性萜类化合物的对映异构体[J].中国农业科学,2017,50(6):1109-1125.
- [34] 崔亚辉,魏宾,徐芳,等.粟蘑挥发性香气成分的研究[J].食品工业科技,2013,34(16):88-90.
- [35] 魏长宾,孙光明,马蔚红,等.顶空固相微萃取-气相色谱/质谱对红象牙芒果香气成分的分析[J].中国农学通报,2008,24(1):449-453.
- [36] 王秋霜,陈栋,许勇泉,等.中国名优红茶香气成分的比较研究[J].中国食品学报,2013,13(1):195-200.
- [37] 李大雷,翁彦如,杜丽平,等.电子鼻和气质联用法分析普洱茶香气成分[J].食品与发酵工业,2019,45(3):241-249.