

宋佳慧, 夏熠珣, 沈慧娟, 等. 8 种饮用菊茶汤的感官风味与活性成分比较 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(12): 24-31. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020090088

SONG Jiahui, XIA Yixun, SHEN Huijuan, et al. Comparison of the Sensory Quality and Active Ingredients of 8 Kinds of *Chrysanthemum* Tea Infusion [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(12): 24-31. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020090088

· 研究与探讨 ·

## 8 种饮用菊茶汤的感官风味与活性成分比较

宋佳慧<sup>1</sup>, 夏熠珣<sup>1</sup>, 沈慧娟<sup>2</sup>, 董刚强<sup>3</sup>, 侯姣靓<sup>2</sup>, 李廷钊<sup>2</sup>, 钟芳<sup>1,\*</sup>

(1. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122;

2. 安利(中国)研发中心有限公司, 上海 201203;

3. 安利(中国)植物研发中心有限公司, 江苏无锡 214145)

**摘要:** 本研究对抗白菊、福白菊、祁白菊、贡菊、亳菊、怀菊、滁菊、无茵菊等 8 种菊花茶汤的感官品质和活性成分进行对比。结合专业评价小组、高精度分光测色仪、顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用(HS-SPME-GC-MS)对菊花茶汤的感官品质、挥发性成分进行了分析。结果表明, 根据所建立的描述性感官评价分析, 8 种菊花茶可被分为四类。建立汤色与色度值的关系为: 黄绿色 =  $-32.274 + 0.324L^* - 0.564a^* + 0.084b^*$ 。利用偏最小二乘回归分析, 确定了中药味与 4-萜烯醇等 6 种物质相关、甜菜味与 (e)-蒎烯酮等 13 种物质相关、菜腥味与桃金娘烯醇等等 14 种物质相关。对总黄酮含量的分析表明, 有机种植杭白菊中含量最高, 祁白菊含量最低。通过超高效液相色谱(UPLC)分别在 5 种、7 种、8 种、4 种和 5 种茶汤中检测出绿原酸、木犀草苷、木犀草素-7-O- $\beta$ -葡萄糖醛酸苷、3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸、芹菜素-7-O- $\beta$ -葡萄糖苷等活性成分, 它们分别在祁白菊、贡菊、怀菊、祁白菊和福白菊中具有最高含量。

**关键词:** 菊花茶, 定量描述性分析, 挥发性成分, 活性成分, 偏最小二乘回归法

中图分类号: TS272.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)12-0024-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2020090088

### Comparison of the Sensory Quality and Active Ingredients of 8 Kinds of *Chrysanthemum* Tea Infusion

SONG Jiahui<sup>1</sup>, XIA Yixun<sup>1</sup>, SHEN Huijuan<sup>2</sup>, DONG Gangqiang<sup>3</sup>, HOU Jiaoliang<sup>2</sup>,

LI Tingzhao<sup>2</sup>, ZHONG Fang<sup>1,\*</sup>

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Amway (China) R&D Center, Shanghai 201203, China;

3. Amway (China) Plant R&D Center, Wuxi 214145, China)

**Abstract:** This research mainly compared the sensory quality and active ingredients of 8 kinds of *Chrysanthemum* tea infusion: Hangbaiju, Hangbaiju, Fubaiju, Qibaiju, Gongju, Boju, Huaiju, Chuju, and Wujunju. The sensory properties and volatile component of the *Chrysanthemum* tea infusion were analyzed through the quantitative descriptive analysis, headspace - solid microextraction-gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS) and colorimeter. The result showed that through the descriptive sensory evaluation, the *Chrysanthemum* tea could be divided into four categories. The relationship between infusion color and the results of the colorimeter was that: yellow-green color =  $-32.274 + 0.324L^* - 0.564a^* + 0.084b^*$ . Through partial least squares regression analysis, it was determined that the flavor of traditional Chinese medicine was related to 6 components including terpinen-4-ol, the flavor of beet was related to 13 components including (E)-ocimene, and the flavor of vegetable was related to 14 components including (1R)-(-)-myrtenol. The organic plant *Chrysanthemum* 'Hangbaiju' had the highest content of total flavonoids and the 'Qibaiju' *Chrysanthemum* had

收稿日期: 2020-09-10

基金项目: 江苏省博士后基金(2019K092); 未来食品中心基本科研项目(JUSRP52029A)。

作者简介: 宋佳慧(1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品化学, E-mail: 331576491@qq.com。

\* 通信作者: 钟芳(1972-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 食品化学, E-mail: fzhong@jiangnan.edu.cn。

lowest content. Chlorogenic acid, cynaroside, luteolin-7-O- $\beta$ -glucuronide, 3, 5-O-dicaffeoylquinic acid and apigenin-7-O- $\beta$ -D-glucoside were detected in 5, 7, 8, 4 and 5 kinds of *Chrysanthemum* tea infusion by ultra-high performance liquid chromatography and their content were highest in 'Qibaiju', 'Gongju', 'Huaiju', 'Qibaiju', and 'Fubaiju' respectively.

**Key words:** *Chrysanthemum* tea infusion; quantitative descriptive analysis; volatile components; active ingredient; partial least squares regression

菊花是菊科植物菊的干燥头状花序, 又名甘菊花、白菊花、茶菊等。菊花茶是一种传统的中国饮品, 市场上常见的用于饮用的菊花品种繁多, 根据产地和加工方法, 可分为杭菊、贡菊、怀菊、亳菊、滁菊等<sup>[1]</sup>, 按照采摘时花朵的状态, 可分为朵菊和胎菊<sup>[2]</sup>。菊花具药用功效, 根据药典, 具有散风清热, 平肝明目功效, 许多研究表明, 菊花具有消炎<sup>[3]</sup>、抗菌<sup>[4]</sup>、降血压<sup>[5]</sup>、降血脂<sup>[6]</sup>的功效。了解不同品种菊花茶的感官品质和活性成分对于菊花茶产品的推广至关重要。

目前对于不同品种菊花茶感官品质的比较主要集中于对挥发性成分的仪器检测与比较, 但检测对象通常不是菊花茶汤, 而是干菊花<sup>[7]</sup>、菊花与水的混合物<sup>[8]</sup>、挥发油<sup>[9-10]</sup>等。并且, 缺乏对于不同品种菊花茶汤感官的描述性分析, 甚至对于描述菊花茶汤的感官评价词汇也尚未建立, 因此本研究的目的之一是采用专业评价员对不同品种的菊花茶汤进行描述性分析, 并将感官评价结果与仪器测试结果进行关联。

黄酮类和有机酸类物质是菊花茶重要的药用活性<sup>[11-13]</sup>成分, 也是不同品种菊花茶检测与比较的重点<sup>[14-16]</sup>。但对正常冲泡条件下茶汤活性成分研究较少。与药用不同, 饮用菊花主要通过较短时间内冲泡的茶汤发挥作用, 因此无论是活性成分还是感官品质均应在符合消费习惯的冲泡条件下进行检测, 目前直接对于菊花茶茶汤分析尚处空白。本研究涉及了 8 种常见饮用菊花茶的分析, 包括福白菊、祁白菊、贡菊、亳菊、怀菊、滁菊、无菌菊和两种种植方式的杭白菊(有机种植、常规种植)等。比较了 8 种不同菊花茶茶汤的感官品质和活性成分, 并通过描述性感官分析与理化测试的相关分析, 确定影响菊花感官风味的关键物质。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

菊花样品 由安利(中国)植物研发中心从产地采购; 样品种类见表 1, 全部为 2018 年新产商品菊花, 所有样品均采用烘干的方式干燥, 最终样品的水分含量均小于 10%; 冲泡用水 来自安利益之源 1001881CH 净水器的过滤水, 采用高密度活性炭过滤 0.2  $\mu\text{m}$  以上微粒, 紫外线杀菌, 但保留了水中的钙、镁离子, 电导率为 453.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pH7.48; 树莓甜菜果汁 味全果蔬知; 莲子心 福东海, 广东逢春制药有限公司; 薄荷叶 祁草养生, 亳州市广齐食品有限公司; 艾草 艾香随, 天一艾草制品。

表 1 菊花样品信息表  
Table 1 Information of *Chrysanthemum* samples

样品名称	栽培种名	产地	花朵开放状态
有机杭白菊	杭白菊	浙江兰溪	胎菊
常规杭白菊	杭白菊	浙江桐乡	胎菊
福白菊	福白菊	湖北麻城	胎菊
祁白菊	祁白菊	河北安国	朵菊
贡菊	贡菊	安徽黄山	朵菊
亳菊	亳菊	安徽亳州	胎菊
怀菊	珍珠菊	河南焦作	胎菊
滁菊	滁菊	安徽滁州	胎菊
无菌菊	无菌菊	江苏盐城	胎菊

UltraScan Pro1166 高精度分光测色仪 美国 Hunterlab 公司; A560 紫外可见分光光度计 翱艺仪器有限公司; 7890B GC System-5977B GC/MSD 气相色谱-质谱联用仪 美国安捷伦公司; 50/30  $\mu\text{m}$  DVB/CAR/PDMS、2 cm 萃取纤维头 美国 Supelco 公司; ACQUITY UPLC H-CLASS 超高效液相色谱 美国 Waters 公司; DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器 巩义市予华仪器有限责任公司。

### 1.2 实验方法

1.2.1 样品制备 干菊花在常温下密封保存, 在密封袋中放入食品用干燥剂以保持样品干燥, 通过前期的消费者测试, 以消费者喜好为导向, 比较冲泡比例和冲泡时间的影响, 最终确定了菊花茶的冲泡方式为按照菊花:水=1:150(质量比)冲泡, 将 100  $^{\circ}\text{C}$  水称量后立即倒入茶壶中, 5 min 后用不锈钢茶隔过滤样品, 滤液即为研究用茶汤。

#### 1.2.2 分析方法

1.2.2.1 描述性分析 按国标 GB/T 16291.1-2012 要求, 在专业的感官评定实验室里对 68 名大学生进行感官能力筛选考核, 考核内容包括: 良好的感官能力(味觉匹配、嗅觉匹配、三角检验、排序试验、颜色辨认), 对产品的感受进行描述和交流的基本能力, 最终确定了 12 名评价员。

采用群体决策法确定感官描述词, 评级员品尝全部菊花茶后独立描述样品, 将所有描述语合并, 删除偏爱类和重复词语, 然后从客观描述词中挑选引用频率高、评价员一致决定保留的术语, 明确术语定义和确定参照样。

经过阶段性的培训后, 由评估测试(区分能力达到 5% 显著水平、重复性  $\text{MSE}<2$  和良好的一致性)合格的评价员组成 10 人评价小组, 进行样品评估, 采用定量描述性分析方法、15 点(0~15)标度尺对菊

花茶的颜色和风味进行定量描述性分析。正式评估时,将30 mL茶汤倒入50 mL透明一次性品尝杯中,用三位数随机编码,每个样品评价两次,对颜色的评价在茶汤冲泡后内5 min进行,以避免氧化造成的颜色变化,通过保温杯垫保证样品评价温度保持在55~65 ℃。

1.2.2.2 色度值测定 取一定体积的茶汤置于比色杯中,在透射模式下进行色度值测定。保证每个样品在冲泡完成后5 min时测定,每个样品重复测定三次,分别记录其色度值 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 。

1.2.2.3 挥发性香气成分检测 参考张鹏云<sup>[8]</sup>的方法,采用顶空固相微萃取(HS-SPME)的方法萃取菊花茶的香气成分,8 mL茶汤加入到20 mL顶空瓶中,加入1.0 g NaCl,在70 ℃下水浴并搅拌,同时将萃取头插入顶空瓶中吸附50 min,解析时间5 min。色谱条件:HP-5MS色谱柱,在40 ℃保持1 min,以13 ℃/min的速率升温至100 ℃,以3 ℃/min的速率升温至110 ℃,保持1 min,以5 ℃/min的速率升温至150 ℃,保持1 min,以2 ℃/min的速率升温至180 ℃,保持1 min,以15 ℃/min的速率升温至250 ℃,保持2 min,分流比10:1,进样口温度250 ℃,载气高纯氮,流速1.2 mL/min。质谱条件:EI电离源;离子源温度280 ℃,传输线温度280 ℃,电子轰击能量70 eV,全扫描模式,质量范围33~350。

1.2.2.4 总黄酮含量检测 按照SN/T 4592-2016的方法,利用黄酮类化合物与铝盐在碱性条件下生成黄色络合物的原理,在420 nm下比色,测定茶汤中总黄酮含量。

1.2.2.5 绿原酸、木犀草苷、木犀草素-7-O- $\beta$ -葡萄糖醛酸苷、3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸、芹菜素-7-O- $\beta$ -葡萄糖苷的检测 供试品溶液的制备:将茶汤通过0.45  $\mu$ m有机系微孔滤膜滤过后,作为供试品溶液。采用超高效液相色谱(UPLC)进行检测,液相色谱条件:色谱柱为ACQUITY UPLC BEH C<sub>18</sub>(100 $\times$ 2.1 mm, 1.7  $\mu$ m),流动相:A相为纯乙腈,B相为0.1%磷酸溶

液,进行梯度洗脱,0 min时 A/B: 10/90; 4 min时 A/B: 84/16; 19 min时 A/B: 18/82; 20 min时 A/B: 30/70; 23 min时, A/B: 30/70; 26 min时, A/B: 10/90。流速为0.2 mL/min,进样量1  $\mu$ L,柱温为25 ℃,紫外检测器检测波长348 nm。

### 1.3 数据分析

采用SPSS进行ANOVA分析,采用Excel、Origin绘制图表,采用XLSTAT2016进行PCA和PLS分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 菊花茶的感官风味与理化表征

2.1.1 菊花茶感官描述词的生成 评价员品尝了所有样品并对样品具有的属性进行了描述,收集所有评价员的描述词后进行了讨论,初步形成了27个描述词,通过讨论确定了不同感官属性的参照样和定义,经过持续训练,加强对定义的理解和标度的使用,找出评价有问题的属性,删除了一些无法达成一致的属性。其中对于甜味、回甜、余味持久度属性,评价员无法达成一致,可能是因为这些属性在菊花茶中强度较弱,难以评价,因此删除了这些属性;薄荷味与清凉感在训练中定义接近,进行了合并,青草味和药味大部分评价员无法感知,因此删除。最终形成的感官描述词及定义、参照样如表2所示,包含1个颜色属性、3个味觉属性和6个香气属性。

2.1.2 菊花茶的感官风味差异 根据感官结果,进行主成分分析(PCA)。主成分贡献率越高,解释整体变异的效果越好,如表3所示,前三个主成分的贡献率依次为45.70%、25.79%和14.72%,前三个主成分的累计贡献率达到86.22%,能够反映原始变量的大部分信息。

如表4所示,变量的余弦平方值越大,在两轴上的和越大,该变量越能用于区分样品,如图1所示,如果变量位于X轴或Y轴的正半轴,则与第一主成分或第二主成分正相关,反之,则负相关,结合表4和图1,第一主成分的主要与后苦味、涩味、清凉感(a)、菊花味(a/f)艾草味(a/f)、甜菜味(a/f)正相关,与

表2 菊花茶感官描述词定义及参照样

Table 2 Definition and reference of *Chrysanthemum* tea descriptive attributes

描述词*	定义	参照样	参照样分数(0~15分标度)
黄绿色c	黄绿色的深浅	色卡	393=3; 394=8; 396=12
苦味t	吞咽前舌根处感受到的苦味最大值	莲子心溶液	5 g/L=62 g/L=12
后苦t	吞咽后苦味的强度	莲子心溶液	5 g/L=62 g/L=12
涩味t	舌头和口腔内壁感受到的收敛感	明矾溶液	0.12 g/L=40.24 g/L=8
菊花味(a/f)	菊花味整体强度	有机杭白菊菊花茶	10 g/L冲泡5 min=8
艾草味(a/f)	艾草味	艾草水	10 g/L冲泡3 min=8
中药味(a/f)	中药味	野菊菊花茶	5g/L冲泡5 min=6
菜腥味(a/f)	菜腥味	熟白菜芯	沸水中煮5 min=6
甜菜味(a/f)	果汁中甜菜的味道	树莓甜菜果汁	1:1稀释=6
清凉感(a/f)	清凉的刺激感	薄荷水	2.5 g/L=65 g/L=12

注:c表示颜色属性,t表示味觉属性,a表示通过品尝的鼻后香气属性,f表示嗅闻的鼻前香气属性。



表 3 主成分的特征值及贡献率  
Table 3 Eigenvalues and variability of principal components

	F1	F2	F3	F4	F5
特征值	7.31	4.13	2.36	1.00	0.67
方差贡献率(%)	45.70	25.79	14.72	6.22	4.17
累计贡献率(%)	45.70	71.49	86.22	92.44	96.61

表 4 感官属性变量的余弦平方值  
Table 4 Cosine square of each sensory attributes

感官属性*	F1	F2	F3
黄绿色(c)	0.047	0.510	0.370
苦味(t)	0.086	0.191	0.070
后苦味(t)	0.663	0.034	0.057
涩味(t)	0.527	0.154	0.024
清凉感(f)	0.355	0.425	0.093
清凉感(a)	0.771	0.128	0.009
菊花味(f)	0.568	0.262	0.021
菊花味(a)	0.546	0.166	0.045
艾草味(f)	0.791	0.045	0.130
艾草味(a)	0.758	0.076	0.139
中药味(f)	0.135	0.726	0.001
中药味(a)	0.140	0.792	0.000
菜腥味(f)	0.577	0.031	0.369
菜腥味(a)	0.570	0.036	0.368
甜菜味(f)	0.377	0.285	0.335
甜菜味(a)	0.400	0.266	0.327

注: c表示颜色属性, t表示味觉属性, a表示通过品尝的鼻后香气属性, f表示嗅闻的鼻前香气属性。

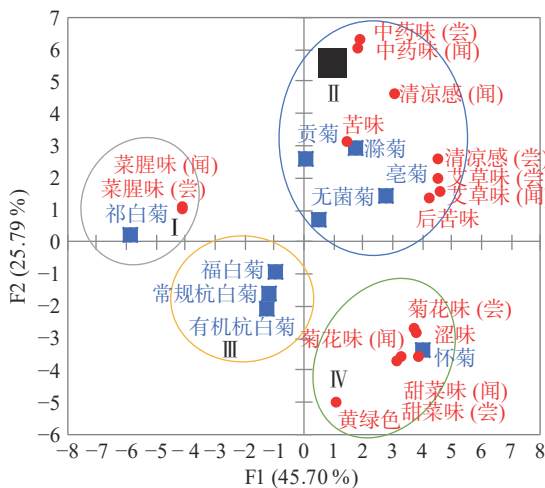


图 1 PCA 分析菊花茶样品属性载荷图

Fig.1 PCA bi-plot of *Chrysanthemum* tea sample

菜腥味(a/f)负相关, 第二主成分主要与中药味(a/f)正相关, 与黄绿色负相关。与前两个主成分相比, 感官属性在第三主成分上的余弦平方值均较小, 因此后续分析均基于前两个主成分。

在 PCA 载荷图中位置越接近的样品, 感官风味越接近。根据样品在 PCA 载荷图(图 1)中的分布, 可将样品分为四类。样品与属性越接近, 则样品的该属性越强。如图 1 所示, 第一类菊花茶(祁白菊)与其

他样品主要在第一主成分区分, 与其他种类相比, 它的主要特征为强烈的菜腥味(a/f)。第二类样品(有机种植杭白菊、常规种植杭白菊、福白菊)位于第三象限, 与其他样品相比, 并未表现突出的香气。第三类(怀菊)样品位于第四象限, 由第一和第二主成分共同区分, 通过较强的菊花味(a/f)、甜菜味(a/f)、较深的茶汤颜色(黄绿色)与其他样品区分。第四类样品(无菌菊、贡菊、毫菊、滁菊)位于第一象限, 它的主要特征为中药味(a/f)、艾草味(a/f)、清凉感(a/f)、苦味和后苦味。

图 2 为四类样品的蛛网图, 蛛网图可以清晰的展示样品之间的各感官属性的差异和强度, 如图 2a 所示, 对于祁白菊样品, 除菜腥味外, 在其他属性上均较弱。对于第二类和第四类样品, 通过蛛网图, 进一步比较类别内部的差异。如图 2b 所示, 第二类样品均没有甜菜味、菜腥味和中药味, 在第二类样品内部, 常规种植杭白菊的主要特征为菊花味(a/f)较强, 后苦味相对较强(与其他类别相比仍然较弱), 福白菊的特点为艾草味(a/f)较强, 而有种植杭白菊的特点为菊花味(a)较强, 涩味和苦味相对较强(与其他类别相比仍较弱), 颜色较深(黄绿程度)并且没有艾草味。怀菊样品的感官特征如图 2c 所示, 菊花味(a/f)、甜菜味、艾草味均较强, 如图 2d 所示, 在第四类样品内部, 贡菊的主要特征为较强的中药味(a/f), 毫菊的特征为艾草味(f)、菊花味(a/f)相对较强; 滁菊具有较强的后苦味和相对较强的艾草味(a), 无菌菊的菊花味(a)和苦味较强。

2.1.3 茶汤色度值差异及与感官评分的相关性 不同品种菊花茶茶汤的颜色如表 5 所示,  $L^*$ 代表明亮度, 值越大, 越明亮;  $a^*$ 值表示红色度, 值越大, 色泽越红;  $-a^*$ 示绿色度, 值越小, 绿色度越大;  $b^*$ 值代表黄色度, 值越大, 色泽越黄<sup>[17]</sup>。

不同菊花茶茶汤的亮度存在差异, 贡菊、祁白菊和滁菊最明亮, 常规种植杭白菊茶汤较暗, 祁白菊样品黄色和绿色程度均最弱, 表明其黄绿色浅, 而福白菊样品黄色和绿色程度均最强, 表明其黄绿色较强。

对感官颜色评分和仪器检测结果( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ )进行偏最小二乘回归(PLS)分析, 建立的回归方程为: 黄绿色 =  $-32.274 + 0.324L^* - 0.564a^* + 0.084b^*$ ,  $R^2 = 0.788$ , 表明对结果的预测性能较好。

2.1.4 茶汤挥发性成分与感官风味的关系 在菊花中共检测出 120 种挥发性物质, 以挥发性物质含量为 X 变量, 以感官评价中的 6 种香气(闻)属性为

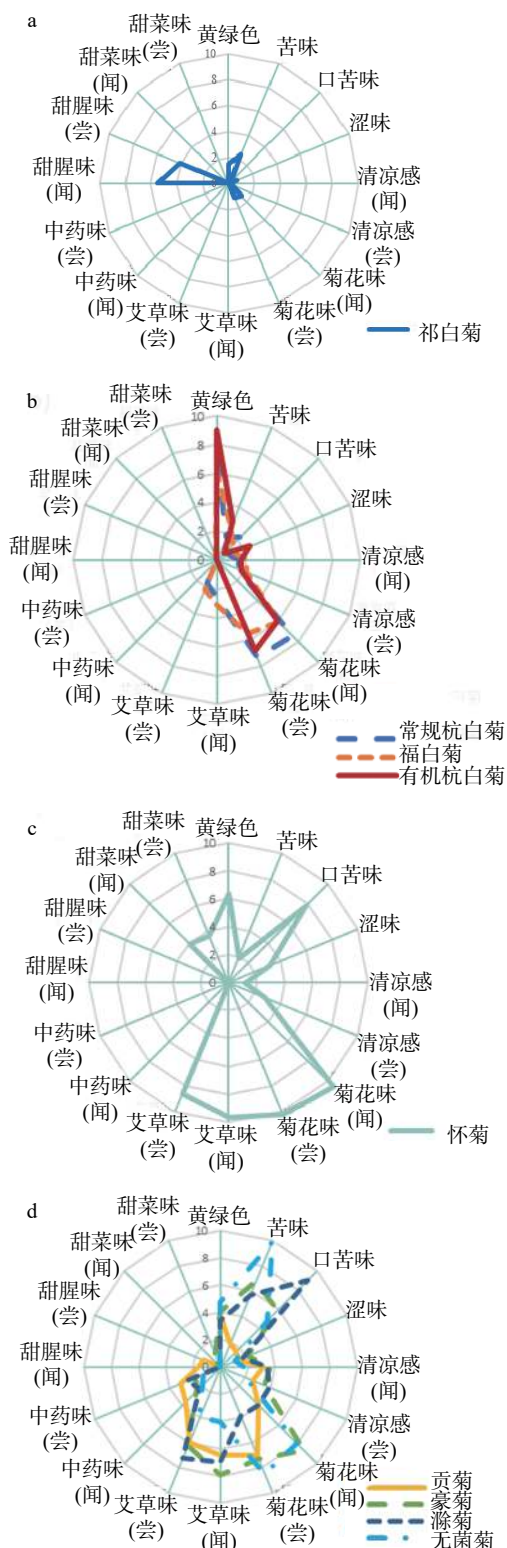


图2 不同品种菊花茶的感官评分

Fig.2 Sensory score of different *Chrysanthemum* tea

Y 变量, 进行 PLS 分析, 由于 X 变量多且复杂, 模型的预测性较差, 难以揭示出对菊花茶香气影响最大的挥发性成分, 因此采用精简变量后作第二步 PLS 对模型进行简化。在第一次 PLS 后, 只保留与每个感官属性相关性系数在前 5 位的化学成分, 从而筛选了 38 种相对重要的化学物质。简化变量前后, 两次 PLS 的各项模型参数如表 6 所示, 简化变量后, 前两

表 5 不同品种菊花茶色度值

Table 5 Color value of different varieties of *Chrysanthemum* tea infusion

样品名称	$L^*$	$a^*$	$b^*$
有机杭白菊	97.89±0.12 <sup>ef</sup>	-9.84±0.21 <sup>d</sup>	27.02±0.41 <sup>g</sup>
常规杭白菊	96.57±0.08 <sup>a</sup>	-9.70±0.02 <sup>d</sup>	33.16±0.18 <sup>k</sup>
福白菊	97.15±0.11 <sup>b</sup>	-11.06±0.04 <sup>a</sup>	34.18±0.25 <sup>l</sup>
祁白菊	98.91±0.02 <sup>j</sup>	-2.98±0.10 <sup>l</sup>	7.63±0.18 <sup>a</sup>
贡菊	99.01±0.02 <sup>j</sup>	-5.92±0.15 <sup>j</sup>	14.81±0.28 <sup>c</sup>
亳菊	98.52±0.10 <sup>hi</sup>	-5.08±0.25 <sup>k</sup>	12.80±0.29 <sup>b</sup>
怀菊	97.94±0.05 <sup>ef</sup>	-7.65±0.10 <sup>h</sup>	21.22±0.40 <sup>e</sup>
滁菊	98.79±0.13 <sup>j</sup>	-5.10±0.16 <sup>k</sup>	12.51±0.22 <sup>b</sup>
无菌菊	98.47±0.07 <sup>h</sup>	-6.68±0.02 <sup>i</sup>	16.43±0.09 <sup>d</sup>

注: 同一列具有相同字母表示没有显著差异( $P>0.05$ )。

表 6 简化变量前后的 PLS 模型系数

Table 6 PLS model quality indexes before and after simplified variables.

参数	PLS(120种物质)		二步PLS(37种物质)	
	Comp1	Comp2	Comp1	Comp2
$Q^2$ cum	0.042	0.018	0.051	0.278
$R^2Y$ cum	0.489	0.763	0.417	0.676
$R^2X$ cum	0.166	0.307	0.434	0.747

个主成分累计  $Q^2$  从 0.018 提高到了 0.278, 对 Y 变量的解释性虽然略下降, 但对 X 变量的解释性从 0.307 增加到了 0.747。

如图 3 所示, 中药味、菜腥味与甜菜味与很多物质相关, 在感官评价时, 评价小组成员认为这是与菊花茶香味无关的异味。表 7 列出了根据二步 PLS 结果与这些异味相关的物质。与菜腥味相关的物质种类较多, 醇类、酚类、醛类、酮类、烯炔类和酯类, 他们除了表现木本味、草药味等味道外, 还表现出甜味、水果味等香甜的味道, 推测菜腥味可能是这些味道共同组成的。与甜菜味相关的味道中, 有近一半为酮类, 其他类别还有醇类、酚类、烯类和酯类, 除了草

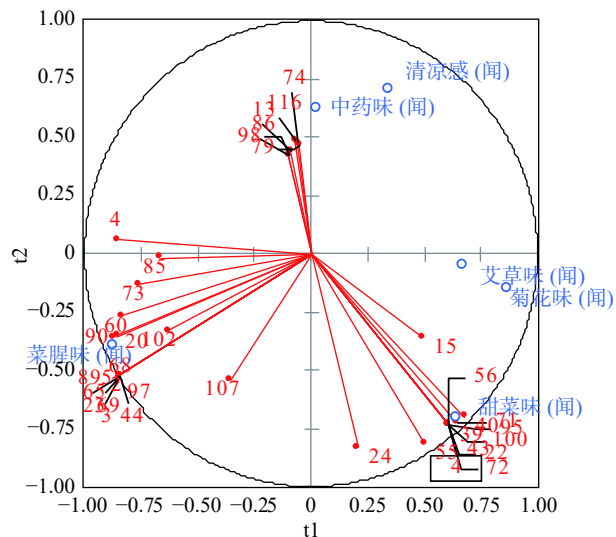


图3 38种挥发性成分与香气属性的PLS图

Fig.3 PLS plot of 38 volatile components and flavor properties

表 7 与菊花茶异味相关的物质及其可能的风味

Table 7 Volatile components related to odor of *Chrysanthemum* tea and their possible flavor

异味	编号	CAS号	化合物	可能的风味*
菜腥味	3	019894-97-4	桃金娘烯醇	木本味、药味
菜腥味	20	000098-55-5	$\alpha$ -松油醇	花香、柑橘香
菜腥味	73	000547-61-5	(-)-反式-松香芹醇	木香、香茵香
菜腥味	23	019912-62-0	T-muurolol	草药味
菜腥味	97	050257-39-1	N-(均三甲苯磺酰基)咪唑	N/A
菜腥味	44	000505-57-7	2-己烯醛	水果味、蔬菜味
菜腥味	60	000122-03-2	4-异丙基苯甲醛	N/A
菜腥味	65	000122-78-1	苯乙醛	甜味、花香
菜腥味	2	006485-40-1	左旋香芹酮	甜薄荷味
菜腥味	68	024545-81-1	繖柳酮	N/A
菜腥味	69	000471-15-8	侧柏酮	草药味
菜腥味	85	000122-00-9	对甲基苯乙酮	甜味
菜腥味	5	029050-33-7	4-萜烯	N/A
菜腥味	90	000125-12-2	乙酸异冰片酯	香樟木味
甜菜味	22	005937-11-1	T-钙粘蛋白醇	香脂味
甜菜味	56	018612-99-2	8,9-脱氢麝香草酚	N/A
甜菜味	15	033746-72-4	(e)-泰烯酮	N/A
甜菜味	39	001125-21-9	茶香酮	茶叶味
甜菜味	43	000491-09-8	胡椒烯酮	薄荷味
甜菜味	55	000473-08-5	$\alpha$ -莎草酮	N/A
甜菜味	71	000473-06-3	菊油环酮	N/A
甜菜味	72	001196-01-6	马鞭草烯酮	薄荷味、樟脑味
甜菜味	49	001723-80-4	未知	N/A
甜菜味	100	017066-67-0	乙烯二烯	草本味
甜菜味	24	000084-69-5	邻苯二甲酸二异丁酯	N/A
甜菜味	40	004613-37-0	未知	N/A
甜菜味	95	064180-68-3	长鞭草酮	N/A
中药味	116	000562-74-3	4-萜烯醇	胡椒味、木本味
中药味	86	000470-82-6	桉叶油醇	木本味、樟脑味
中药味	79	000586-62-9	松油烯	柑橘味
中药味	98	000473-13-2	$\alpha$ -芹子烯	N/A
中药味	74	000076-49-3	乙酸冰片酯	木本味
中药味	13	212394-95-1	未知	N/A

注: \*物质的风味数据来自: <http://www.thegoodscentscompany.com/search2.html>; N/A表示未找到相关数据。

木相关的香味外,还与香脂味相关。与中药味相关的物质较少,包括醇类、烯炔类和酯类,与木本味和柑橘味相关。

虽然已有很多研究对菊花或菊花精油<sup>[18-19]</sup>的挥发性成分进行了检测,但本研究可能是首次将挥发性成分与感官风味联系,总体而言,该模型的 $Q^2$ 相对较低,证明该模型还需要进一步改善,本文只是对可能造成菊花茶异味的物质进行的初步探索,未来应通过GC-O(气相色谱-嗅觉测量法)<sup>[20]</sup>和香气萃取稀释分析(AEDA)<sup>[21]</sup>等手段确定各物质的风味和阈值,并进一步通过风味的重组实验和消除实验来确定关键的风味化合物。

## 2.2 活性成分含量差异

2.2.1 总黄酮含量差异 总黄酮的检测结果如图4所示,总黄酮含量顺序为有机种植杭白菊>怀菊>常规种植杭白菊>贡菊>福白菊>毫菊>滁菊>无菌菊>祁

白菊,表明就总黄酮含量而言,有机种植杭白菊的品质最优,怀菊次之,而祁白菊较差。本研究中不同菊花品种间的总黄酮含量顺序与文献报道有所不同,如段崇霞等<sup>[22]</sup>报道总黄酮含量贡菊>滁菊>毫菊>杭菊。与文献报道的差异一方面与菊花的花期、种源、场地、加工方法等有关,周丽等<sup>[23]</sup>报道杭白菊朵菊和胎菊干品中的总黄酮含量分别为7.41%和11.46%,不同文献中的菊花来源广泛,因此很难直接比较;另一方面,总黄酮含量顺序的差异可能与提取方法有关,多数研究用醇提法提取干菊花中的总黄酮,而本文的检测对象为菊花第一次冲泡的茶汤(与水提法较接近),姜自红等<sup>[24]</sup>发现醇提法和水提取法所获得的总黄酮含量存在差异,并且不同菊花品种在不同提取方法下总黄酮含量顺序存在差异,醇提法下毫菊含量最高,而水提法下怀菊含量最高,此外,水提法中样品间总黄酮含量差异更大。



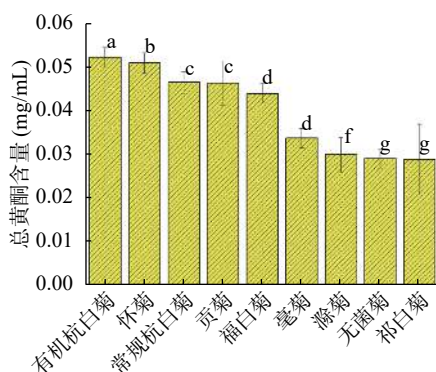


图4 不同品种菊花茶总黄酮含量  
Fig.4 Total flavonoids in different varieties of Chrysanthemum tea infusion

在本研究中,菊花茶茶汤中总黄酮含量在 0.029~0.052 mg/mL 范围内,按照菊花干品计算为 0.44%~0.78%,周根等<sup>[18]</sup>用纯水提取菊花 30 min,总黄酮含量为 0.6%~2.8%,两研究中总黄酮含量的差异是因为提取时间和具体的方法不同造成的,证明通过一次冲泡只溶出了部分总黄酮,在后续的冲泡中,可能会药效成分继续溶出。然而,本研究的冲泡程序接近菊花茶真实的冲泡情况,因此能够更真实的反应进入人体的有效成分含量。

2.2.2 绿原酸、木犀草苷、木犀草素-7-O-β-葡萄糖醛酸苷、3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸、芹菜素-7-O-β-葡萄糖苷含量差异 如图 5 所示,5 个样品中检出了绿原酸,按含量由高到低依次为祁白菊、滁菊、福白菊、有机种植杭白菊、毫菊,含量范围为 2.753×10<sup>-3</sup>~4.477×10<sup>-3</sup> mg/mL。有 7 个样品检出木犀草苷,按含量由高到低依次为贡菊、福白菊、有机种植杭白菊、怀菊、常规杭白菊、滁菊、无菌菊,其含量范围为 2.736×10<sup>-3</sup>~4.384×10<sup>-3</sup> mg/mL,祁白菊和毫菊未有

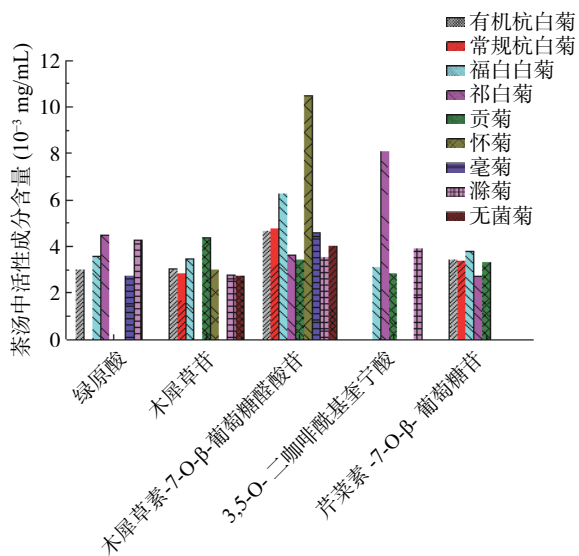


图5 不同品种菊花茶中活性成分含量  
Fig.5 Active components content in different varieties of Chrysanthemum tea infusion

检出。在所有样品中,木犀草素-7-O-β-葡萄糖醛酸苷均有检出,其中怀菊含量最高,且远高于其他样品,含量由高到低依次为怀菊、福白菊、常规种植杭白菊、有机种植杭白菊、毫菊、无菌菊、祁白菊、滁菊、贡菊,含量范围为 3.424×10<sup>-3</sup>~10.488×10<sup>-3</sup> mg/mL。仅有 4 个样品祁白菊、滁菊、福白菊和贡菊(含量由高到低)和检出了 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸,含量范围为 2.848×10<sup>-3</sup>~8.109×10<sup>-3</sup> mg/mL,祁白菊样品中 3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量远高于其他样品。有 5 个样品检出了芹菜素-7-O-β-葡萄糖苷,包括福白菊、有机种植杭白菊、常规种植杭白菊、贡菊和祁白菊,样品之间含量差异不大,含量变化范围为 2.726×10<sup>-3</sup>~3.777×10<sup>-3</sup> mg/mL。活性成分在一些样品中未检出,可能是这些活性成分在干菊花中含量较低或难以溶出,因此难以在茶汤中检测。

张星海<sup>[25]</sup>用乙醇提取 5 种菊花中的活性成分,检测结果表明,菊花中绿原酸为含量 1.8~4.7 mg/g、木犀草苷含量 0.1~8.5 mg/g,在本研究中,每克菊花溶解在茶汤中的活性成分,如绿原酸质量约为 0.41~0.67 mg/g;木犀草苷约为 0.41~0.66 mg/g,含量上的较大差异说明一次冲泡下,溶出的活性成分非常有限,只占总量的一小部分。

### 3 结论

本研究以市面上 8 种不同的菊花茶茶汤为研究对象,首次通过专业感官评价小组,尝试建立了一套菊花茶的感官评价术语,在此基础上,研究比较了 8 种菊花茶在感官品质上的差异,通过 PCA,将菊花茶分为了 4 类,并总结了它们的感官品质特征。未来可在此基础上进一步验证和完善,并逐渐形成菊花茶的感官评价描述体系,从而实现对菊花茶的全面评估与产品质量控制,并为菊花茶的市场推广和消费者的产品选择提供指导意见。同时,通过将感官评价结果与仪器检测结果进行回归分析,初步明确了导致菊花茶异味香气的主要挥发性物质,建立了菊花茶茶汤颜色评价与仪器检测数据的关系。

总黄酮是菊花中重要的药效成分,具有抗氧化、降血脂、抗肿瘤的作用,本研究考虑实际冲泡情况,比较了 8 种菊花茶茶汤的总黄酮差异,结果表明有机种植杭白菊茶汤的总黄酮含量最高。此外,对茶汤中 5 种具体的黄酮类和有机酸类活性成分的分析结果表明,绿原酸含量最高为祁白菊,木犀草苷含量最高为贡菊,木犀草素-7-O-β-葡萄糖醛酸苷含量最高为怀菊,3,5-O-二咖啡酰基奎宁酸含量最高为祁白菊,芹菜素-7-O-β-葡萄糖苷含量最高为福白菊。具体成分的特征可进行后续研究,可能成为区分不同菊花样品的特征指标。后续的研究也应进一步考虑对多次冲泡的菊花茶茶汤进行分析,以比较不同品种菊花随冲泡次数增加感官风味和活性成分的变化,为推进我国的菊花茶研究提供有效参考依据。

## 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部 [S]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [2] 周建松, 徐杰, 陆玉英, 等. 杭白菊金菊 1 号的特征特性及栽培技术 [J]. 浙江农业科学, 2009(4): 679-680.
- [3] 高宏. 菊花中微量元素对其抗炎作用的影响 [J]. 中医药管理杂志, 2006, 14(1): 24-25.
- [4] 李英霞, 王小梅, 彭广芳. 不同产地菊花挥发油的抑菌作用 [J]. 陕西中医学院学报, 1997(3): 44.
- [5] 戴敏, 刘青云, 李道中, 等. 菊花解热、降压作用的物质基础研究 [J]. 中药材, 2001, 24(7): 505-506.
- [6] 于善凯, 张英, 吴晓琴, 等. 杭白菊的营养成分及其生物活性 [J]. 中国食物与营养, 2002(2): 50.
- [7] 沈维治, 邹宇晓, 刘凡, 等. 顶空固相微萃取气质联用分析比较雪菊与市售菊花的挥发性成分 [J]. 热带作物学报, 2013, 34(4): 771-776.
- [8] 张鹏云, 李蓉, 李浩洋, 等. 顶空固相微萃取-气相色谱串联质谱结合保留指数分析杭白菊挥发性成分 [J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(1): 202-209.
- [9] 谢占芳. 八种菊花挥发性成分及其抑菌活性研究 [D]. 郑州: 河南大学, 2016.
- [10] 肖作兵, 范彬彬, 牛云蔚, 等. 菊花精油中特征风味物质的分析 [J]. 中国食品学报, 2018, 18(3): 299-305.
- [11] 华波, 吕圭源. 杭白菊黄酮类化合物的心血管药理实验研究进展 [J]. 青岛医药卫生, 2006, 38(4): 282-283.
- [12] 李岳华, 王丽丽, 施剑明. 野菊花总黄酮对肺癌细胞 A549 作用研究 [J]. 九江学院学报 (自然科学版), 2014(1): 74-77.
- [13] 郑璐璐, 张贵君, 王晶娟, 等. 野菊花药效组分抗炎的生物效应研究 [J]. 天津中医药, 2011, 28(3): 251-253.
- [14] 贺曼曼. 不同品种菊花成分分析及挥发油研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2011.
- [15] 葛永斌, 燕傲蕾, 徐娟, 等. 不同产地的 4 种药用菊花成分差异与其影响因素 [J]. 黄山学院学报, 2015, 17(3): 65-67.
- [16] 吴明侠, 王晶娟, 张贵君. 野菊花水煎剂中 7 种药效组分的含量测定 [J]. 中成药, 2011, 33(2): 300-304.
- [17] 陈美丽. 基于感官审评与化学计量学的茶叶色香味品质研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [18] 周根, 张四杰, 钱正, 等. 杭白菊 4 个品种挥发性成分的 GC-MS 分析 [J]. 分子植物育种, 2018, 16(11): 3718-3726.
- [19] Xiao Z, Fan B, Niu Y, et al. Characterization of odor-active compounds of various *Chrysanthemum* essential oils by gas chromatography-olfactometry, gas chromatography-mass spectrometry and their correlation with sensory attributes [J]. Journal of Chromatography B, 2016: 152-162.
- [20] 肖作兵, 范彬彬, 牛云蔚, 等. 基于 GC-MS/GC-O 结合 PCA 分析鉴定菊花精油特征香气成分 [J]. 中国食品学报, 2017, 17(12): 287-292.
- [21] 肖作兵, 陈合兴, 牛云蔚, 等. 顶空蒸馏萃取法结合 GC-MS/GC-O 技术分析龙井茶的特征香气成分 [J]. 浙江大学学报 (理学版), 2015, 42(6): 714-720.
- [22] 段崇霞, 张正竹. 四大药用菊花功能成分的比较研究 [J]. 安徽农业大学学报, 2008(1): 105-111.
- [23] 周丽, 龚佳, 段莹, 等. 传统杭白菊 (朵菊) 和胎菊的品质比较 [J]. 食品工业, 2014, 35(10): 236-240.
- [24] 姜自红, 安晓婷, 梁建军. 5 种茶用菊不同提取方法总黄酮含量的比较 [J]. 湖南文理学院学报 (自然科学版), 2019, 31(2): 27-29, 63.
- [25] 张星海. 不同来源菊花化学成分、抗炎作用及其机理的研究 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2014.