茯砖茶感官特征定量描述与风味轮构建

朱 艳[1,5]，胡腾飞[1,2,3]，黄 甜[4]，郑雪雪[1]，萧 涵[1]，晏玲玲[1]，王 超[2]，刘仲华[1,2,3]，黄建安[1,3]，李 勤[*1,2,3]

（1. 湖南农业大学 茶学教育部重点实验室，湖南 长沙 410128；2. 湖南农业大学 国家植物功能成分利用工程技术研究中心，湖南 长沙 410128；3. 湖南农业大学 植物功能成分利用省部共建协同创新中心，湖南 长沙 410128；4. 益阳茶厂有限公司，湖南 益阳 413046；5. 杭州茶嘉茶业科技有限公司，浙江 杭州 310012）

摘要：为探究茯砖茶的风味感官特征，采用感官特征定量描述分析（quantitative descriptive analysis，QDA）法对茯砖茶进行了研究。构建了茯砖茶风味轮，其中香气和滋味分为 20 个类别，共 37 个描述词。对 16 个重要的描述词设置了不同强度的定量参比样，建立了茯砖茶感官特征定量描述词汇表。运用几何平均值（*M* 值）法及方差分析结合多元统计分析等方法，筛选出主要的感官特征描述词，香气描述词包括陈香、木香、花香、甜香、烟香、酵气 6 个，滋味描述词包括醇正、苦、涩、甜、酸 5 个。使用这些描述词对茯砖茶进行感官特征定量描述分析，可以用于概括茯砖茶基本感官特征，能较好地区分茯砖茶样品间的风味感官特征差异。

关键词：茯砖茶；感官特征；定量描述分析；风味轮；多元统计分析

中图分类号：TS 272.3　**文章编号：**1673-1689(2023)09-0001-09　**DOI：**10.12441/spyswjs.20220722002

Sensory Characteristics of Fu Brick Tea by Quantitative Descriptive Analysis and Construction of Flavor Wheel

ZHU Yan[1,5]，*HU Tengfei*[1,2,3]，*HUANG Tian*[4]，*ZHENG Xuexue*[1]，*XIAO Han*[1]，*YAN Lingling*[1]，*WANG Chao*[2]，*LIU Zhonghua*[1,2,3]，*HUANG Jian'an*[1,3]，*LI Qin*[*1,2,3]

(1. Key Laboratory of Tea Science, Ministry of Education, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. National Research Center of Engineering Technology for Utilization Ingredients from Botanicals, Hunan Agricultural University , Changsha 410128, China; 3. Co-Innovation Center of Education Ministry for Utilization of Botanical Functional Ingredients, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 4. Yiyang Tea Factory Co., Ltd., Yiyang 413046, China; 5. Hangzhou Chajia Tea Technology Co., Ltd., Hangzhou 310012, China)

Abstract: To investigate the flavor sensory characteristics of Fu brick tea, a quantitative descriptive analysis (QDA) was used to study it. The flavor wheel of Fu brick tea was constructed with 20 categories for aroma and taste, comprising a total of 37 descriptors. Different intensities of quantitative reference samples were established for 16 typical descriptors, and the vocabulary for

收稿日期：2022-07-22　**修回日期：**2022-09-29

基金项目：国家自然科学基金项目(31871764)；国家现代农业岗位科学家项目(CAS-23)；浙江省重点研发项目(2022C02033)；湖南农业大学园艺学院园艺学科开放课题项目(2021YYXK003)。

*** 通信作者：**李 勤(1983—)，男，博士，副教授，硕士研究生导师，主要从事茶叶品质化学与资源利用研究。E-mail:liqinvip@126.com

quantitatively describing the sensory characteristics of Fu brick tea was established. The main sensory characteristic descriptors were selected by *M* value and variance analysis combined with multivariate statistical analysis including six aroma descriptors, i.e., stale, woody, floral, sweet, smoky and fermented, and five taste descriptors, i.e., mellow and normal, bitter, astringent, sweet and sour. The sensory quantitative description of Fu brick tea using the selected descriptors can be used to summarize the basic sensory characteristics of Fu brick tea and effectively differentiate the differences of flavor sensory characteristics among them.

Keywords: Fu brick tea, sensory characteristics, quantitative descriptive analysis, flavor wheel, multivariate statistical analysis

茯砖茶属于紧压黑茶的一种,其主要以黑毛茶为原料,经筛分、汽蒸、渥堆、压制、发花和干燥等工序加工而成[1]。微生物发酵是茯砖茶生产过程中的关键步骤,形成了茯砖茶独特的“菌花香”[2]。近年来,茯砖茶因其独特的风味和抗肥胖、抗氧化、抑菌等多种保健功效而备受消费者青睐[3]。茶叶感官审评是一种利用人体感觉器官评价茶叶品质的实用性技术,是判断茶叶品质特征与优劣的重要方法[4],香气、滋味等指标是评价茶叶品质的重要因素[5]。蒋容港等采用感官审评及固相微萃取结合气相色谱–质谱技术,并运用香气活力值结合化学计量学方法,研究了茯砖茶特征香气的呈香物质及其来源[6]。沈程文等采用同时蒸馏萃取法结合气相色谱–质谱技术分析了湖南茯砖茶的香气成分,并通过感官审评研究了湖南茯砖茶的品质特征[7]。随着研究的增多,人们对茯砖茶的风味感官特征也有了一定了解。结合感官审评与仪器定量分析,建立茶叶感官属性与风味物质之间的联系[8-10],对茶叶风味研究具有重要意义。

感官特征定量描述分析(QDA)是一种非常有效的描述性分析食品感官属性的方法,由评价员完整地对样品的各个感官特征的类型和强度进行评价[11]。风味轮作为一种经典的分类系统,提供贴切的产品描述词,便于人们认识、学习、研究和应用产品的风味感官特征[12]。1995 年,美国精品咖啡协会首次提出风味轮的概念,其渐渐应用于茶叶、酒类等产品上[13]。目前,有很多研究者已建立了茶叶产品的风味轮,如黄大茶[14]、普洱茶[15]风味轮等。感官审评结合风味轮绘制,可为消费者提供清晰直观的茯砖茶感官信息,用以判断茯砖茶产品的优劣,对于茯砖茶多样化发展具有重要意义。

本研究中以茯砖茶为研究对象,通过建立感官审评小组对茯砖茶进行感官特征描述,得到茯砖茶感官特征描述词,对描述词进行筛选、归类,构建茯砖茶风味轮,并建立茯砖茶感官特征定量描述词汇表。对茯砖茶进行感官特征定量描述分析,参照国际标准 ISO 11035[16]中感官特征描述词选择方法,通过 *M* 值法结合方差分析,并应用主成分分析(principal component analysis,PCA)[17] 和聚类分析(hierarchical cluster analysis,HCA)[18]等方法,筛选出可以代表茯砖茶感官特征的主要描述词,以便更好地描述和区分茯砖茶,以期为全面探究茯砖茶风味品质特征以及评价茯砖茶的品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验样品

本实验中所选茯砖茶样品来自陕西、湖南、浙江 3 个产区,共 30 种。样品基本涵盖了茯砖茶主要类型,且可以代表茯砖茶的主要风味特征。所用样品在实验前均由密封袋独立包装,在常温下保存。本实验中所用的 30 种茯砖茶样品基本信息见表 1。

1.2 实验方法

1.2.1 感官审评方法 依照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》中茶汤的制备方法。将审评杯按次序整齐摆放,分别称取 3 g 茯砖茶干茶,均匀取样,置于杯中,注入沸水(150 mL),加盖浸泡 8 min,按照冲泡先后顺序将茶汤以相同的速度沥入评茶碗中,对香气和滋味进行描述。30 种茶叶样品由感官审评小组通过预审评,选出具有代表性及差异性的茯砖茶样品 FZ4、FZ7、FZ14、FZ19、FZ24、FZ25、FZ26 作为后续茯砖茶感官特征主要描述词应用的样品。

表 1　茶叶样品基本信息

Table 1　Tea samples and basic information

编号	年份	产地	编号	年份	产地
FZ-1	2018 年	浙江	FZ-16	2018 年	湖南
FZ-2	2018 年	浙江	FZ-17	2018 年	湖南
FZ-3	2014 年	浙江	FZ-18	2018 年	湖南
FZ-4	2013 年	浙江	FZ-19	2015 年	湖南
FZ-5	2016 年	陕西	FZ-20	2013 年	湖南
FZ-6	2012 年	陕西	FZ-21	2015 年	湖南
FZ-7	2019 年	陕西	FZ-22	2020 年	湖南
FZ-8	2019 年	陕西	FZ-23	2015 年	湖南
FZ-9	2019 年	陕西	FZ-24	2014 年	陕西
FZ-10	2015 年	陕西	FZ-25	2019 年	湖南
FZ-11	2015 年	陕西	FZ-26	2017 年	湖南
FZ-12	2015 年	陕西	FZ-27	2020 年	湖南
FZ-13	2021 年	湖南	FZ-28	2019 年	湖南
FZ-14	2018 年	湖南	FZ-29	2021 年	湖南
FZ-15	2018 年	湖南	FZ-30	2020 年	湖南

1.2.2　感官审评小组的建立　遵循 GB/T 16291.1—2012[19]中的标准，考虑到兴趣、身体状况、时间、描述能力等因素从湖南农业大学茶学系学生中招募 24 名评价员。综合感官预审评的表现，进一步筛选出 6 名人员(2 名男性和 4 名女性)进行统一的感官特征描述分析培训，其中包括感官审评理论知识、感官特性和标度的识别及使用等。

1.2.3　茯砖茶风味轮的构建　6 名评价员分别对 30 种茶叶样品进行感官特征描述分析，主要步骤如下：1)前期查阅文献资料，提供基本的感官特征描述词用于参考。2)选择来自陕西、湖南、浙江 3 个产地的茯砖茶作为样品。3)审评结束后收集描述词进行汇总，首先对描述词进行初级筛选，删除其中同义的、反义的及不相干的描述词；其次对剩余描述词再次进行筛选，感官审评小组对结果进行讨论，并把最后得到的描述词归类，归纳出风味轮各层级的描述词。4)绘制茯砖茶风味轮。

1.2.4　建立茯砖茶感官特征定量描述词汇表　基于 1.2.3 的结果，甄选出一部分具有代表性的感官特征描述词，并确定其定义和参比样，建立茯砖茶感官特征定量描述词汇表，对实物参比样设置 5 点标度的强度值。参比样放入审评杯中供感官审评小组审评，感官审评小组进一步讨论，并确定一致的参比样强度值。

1.2.5　评价员量值能力的评价　感官审评小组在建立的茯砖茶感官特征定量描述词汇表基础上，对随机选择的 10 种茯砖茶样品进行感官审评，并采用 Panel Check 1.4.0 在线平台对感官审评小组的区分样品能力和重复性进行评估[14]。

1.2.6　茯砖茶感官特征定量描述分析　基于茯砖茶风味轮的构建，参考茯砖茶感官特征定量描述词汇表，感官审评小组分别对 30 种茯砖茶样品进行感官特征定量描述分析，对其感觉到的香气和滋味进行记录，同时对其强度进行打分，感官特征定量描述采用 5 点标度法(0 代表无，5 代表最强)。

1.2.7　感官特征主要描述词的选择　根据国际标准 ISO 11035 中感官特征描述词选择方法，在 1.2.6 中得到茯砖茶感官特征描述词及其强度评分后，依据 M 值(几何平均值)和方差对茯砖茶感官特征描述词进行选择。

$$M=\sqrt{FI}$$

式中：M 为几何平均值，F 为单个描述词在实际中被提到的次数占此描述词可能被提到总次数的百分数，I 为感官审评小组实际给出的单个描述词强度占此描述词最大可能得到强度的百分数[12]。

计算各个描述词的方差，方差大的描述词则说明所描述的香气、滋味在各个茯砖茶中具有显著差异，能够有效地表征不同茶叶样品的特点；而方差

小的描述词则说明所描述的香气、滋味在各个茶叶样品中差别不大,不能用来区分各个茶叶样品[12]。

M 值大,表明该描述词对茯砖茶香气和滋味的贡献较大,反之亦然。将 *M* 值和方差相对较小的描述词删除,*M* 值及方差大的描述词进行 PCA 和 HCA,同时经评价员讨论,合并相性大的描述词,从而获得茯砖茶感官特征的主要描述词。

1.2.8 *感官特征主要描述词的应用* 从 30 种茯砖茶样品中选出 7 种不同风味特点的茯砖茶样品,6 名评价员根据确定的感官特征主要描述词,对样品进行感官审评,并给出相应的强度评分,再对其进行 PCA,以检验选择的感官特征主要描述词能否有效地表征不同茯砖茶样品的基本感官特点及对茯砖茶区分。

1.3 数据处理

Microsoft Office Excel 2010 用于计算感官审评得到的相关数据,Adobe Illustrator 2021 用于绘制茯砖茶风味轮,Panel Check 1.4.0 在线平台(http://www.panel check.com)评估感官审评小组的表现,SIMCA-P 14.0 用于主成分分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 茯砖茶风味轮的构建

2.1.1 *茯砖茶风味轮描述词的获取* 将 30 种茯砖茶分为 3 轮,每轮 10 种样品提供给感官审评小组进行审评,进行香气和滋味的感官特征描述,并给出具体的描述词。初步得到香气描述词 75 个,滋味描述词 24 个。初步整理所获得的描述词由感官审评小组根据样品进行讨论,删除快感描述语(例如好的、优秀的)和定量术语(例如太强、太弱)及无关术语,整合同义词和反义词[12]。经过汇总,最后共获得香气描述词 29 个,滋味描述词 8 个。

2.1.2 *茯砖茶风味轮的绘制* 感官审评小组对茯砖茶香气和滋味感官特征描述词进行讨论和归类,确定茯砖茶风味轮的层级关系,并绘制风味轮,如图 1 所示。该风味轮分香气、滋味两大类,共三层,其中,香气包括陈香、果香、花香、甜香、青气、木香、药香、酵气、油哈气、烟香、腥气和脂香 12 类;滋味包括涩、苦、甜、酸、鲜、醇和、醇厚和醇正 8 类。最外层为内层的具体描述,其中香气描述词 29 个,如陈香、枣香、栀子花香、焦糖香、青草气、纸盒子气、中药气、乳酸气、土腥气等;滋味描述词 8 个,如酸、甜、涩、醇正等,较为直观地展现了茯砖茶的风味感官特征。



图 1 茯砖茶风味轮

Fig. 1 Flavor wheel of Fu brick tea

值得一提的是,“菌花香”虽然是茯砖茶的典型香气特征,但其香气属性被报道是由薄荷气、木香和花香等香气共同形成的复合香气[20],因此,在茯砖茶风味轮中没有独立显示出来。

2.2 茯砖茶感官特征定量描述词汇表的建立

基于茯砖茶风味轮的构建,感官审评小组进一步讨论,选出了 16 个重要的感官特征描述词,分别是陈香、花香、甜香、木香、青气、药香、酵气、烟香、腥气、酸、涩、苦、鲜、甜、醇正、醇和。其定义和参比样如表 2 所示,并对参比样设置了不同的强度值。

2.3 评价员量值能力的评价

为了更加明确感官审评小组评价结果的准确性和可靠性,在感官审评中常对评价员的量值能力进行检验。评价员的区分样品能力和重复性是关键要素。Panel Check 在线平台中的 *F* 值(组间差异和组内差异的比值)和 MSE 值(组内方差)常用来评估评价员对样品属性的区分能力和重复性[4]。基于 5点标度法,应用茯砖茶重要感官特征定量描述词汇表的感官审评结果,对感官审评小组的表现使用Panel Check 1.4.0 在线平台进行评估。

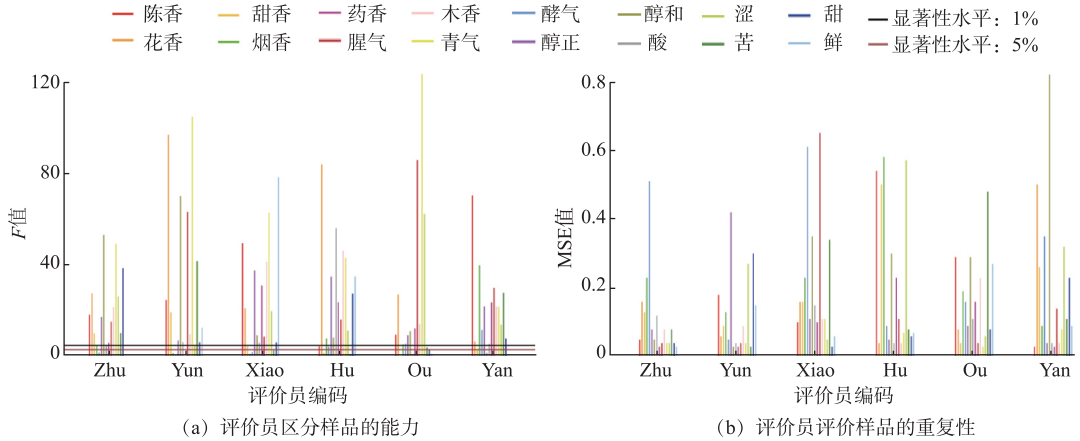
2.3.1 *区分样品能力的评估* 如图 2(a)所示,图中每条线代表一个描述词,*F* 值越大表明评价员对描述词的区分能力越好,大多数评价员的 *F* 值都接近

表 2　茯砖茶感官特征定量描述词汇表

Table 2　Glossary for quantitative description of sensory characteristics of Fu brick tea

感官属性	描述词	定义	参比样	强度值
香气	陈香	茶质好，储存得当时有陈化后的愉悦香气	2011 年宫廷普洱熟茶	4.0
	花香	类似鲜花的香气	鲜花混合	3.0
	甜香	香气中带有甜感	10 g 冰糖加入 100 mL 开水	4.0
	木香	香气中带木质化气味	干木头	4.0
	青气	带有刚割的青草或青叶气味	刚割的青草	3.0
	药香	类似中药或草药的气味	煮过的中药汤	3.0
	酵气	让人联想到水果、蔬菜、谷物发酵的气味	甜酒	3.0
	烟香	类似烧焦木头味、烟熏物味、烟草味	烟熏肉	3.0
	腥气	类似鱼腥、海腥、土腥的气味	生带鱼干	3.0
滋味	酸	如同柠檬、醋的味道	0.1 g/L 柠檬酸	2.0
			0.3 g/L 柠檬酸	4.0
	涩	茶汤入口后口腔两腮有收敛感	0.2 g/L 明矾	2.0
			0.4 g/L 明矾	4.0
	苦	类似药的苦味	0.03 g/L 奎宁	2.0
			0.09 g/L 奎宁	4.0
	鲜	类似味精的鲜味	0.2 g/L 谷氨酸钠	2.0
			0.4 g/L 谷氨酸钠	4.0
	甜	类似糖水的甜味	10 g/L 蔗糖	2.0
			16 g/L 蔗糖	4.0
	醇正	浓度适当时，无异味	—	—
	醇和	浓淡适口，口感柔和，无刺激性	—	—

或高于 5%的显著性水平，表明评价员对大多数属　　性都能很好地区分。



（a）评价员区分样品的能力　　（b）评价员评价样品的重复性

图 2　评价员区分样品的能力和重复性

Fig. 2　Panelist's discrimination ability and repeatability of samples

2.3.2　重复性评估　如图 2(b)所示，图中每条线表示一个描述词，MSE 值越小表明评价员多次评价同一个样品的重复性及稳定性越好，评价员的 MSE 值大多数都在 0.4 以下，说明了评价员的稳定性和重复性都很好。

由图 2 可知，所选择的感官审评小组成员有着较好的评价样品的能力，在能够较好地区分样品的基础上，每个评价员的重复性也都比较好。

2.4 茯砖茶感官特征定量描述分析及主要描述词的选择

2.4.1 *感官特征描述词 M 值的计算和筛选* 在构建风味轮的基础上,对茯砖茶进行感官特征定量描述分析,对其香气和滋味强度进行打分,选择一些具有较大影响力的感官特征主要描述词,用以描述和区分茯砖茶的风味感官特征。根据国际标准 ISO 11035 对茯砖茶感官特征描述词进行选择,几何平均值可以体现出描述词的重要性和代表性。选择香气和滋味描述词中 $M \geqslant 0.030$ 的感官特征描述词,并计算各个描述词的方差,以确定可以描述和区分茯砖茶基本感官特征的描述词。$M \geqslant 0.030$ 的香气、滋味描述词及其方差大小如表 3 所示。在表 3 的滋味描述词中,醇和与醇厚两个描述词的 M 值和方差较小,说明在茯砖茶滋味描述词中的重要性、差异性不明显,对其进行排除。在表 3 香气描述词中,腥气、药香、青气的 M 值和方差也都比较小,所以这 3 个描述词在茯砖茶香气描述词中的重要性和差异性同样不明显,因此排除。

表 3 茯砖茶感官特征描述词的 M 值和方差

Table 3 M value and variance analysis of sensory characteristic descriptors

感官属性	序号	描述词	M 值	方差
滋味	1	醇正	0.628	0.614
	2	醇厚	0.249	0.493
	3	涩	0.242	1.065
	4	酸	0.144	0.646
	5	苦	0.094	0.628
	6	甜	0.087	0.540
	7	醇和	0.039	1.050
香气	8	陈香	0.314	0.748
	9	酵气	0.095	0.727
	10	花香	0.072	1.467
	11	乳酸气	0.066	1.245
	12	木香	0.064	0.729
	13	烟香	0.057	0.944
	14	甜香	0.057	0.969
	15	腥气	0.043	0.975
	16	药香	0.032	0.734
	17	青气	0.030	0.857

2.4.2 *滋味描述词的选择* 通过上述 2.4.1 的分析结果,对筛选过后的滋味描述词醇正、涩、酸、苦、甜进行 PCA 和 HCA,结果如图 3 和图 4 所示。图 3 中 PCA(拟合参数为 R^2_x=0.937)得分图直观地表明了醇正、酸、涩、苦、甜 5 个描述词之间的关系,可以用于描述和区分不同茯砖茶的滋味特征。PCA 结果中酸和苦的相关性较高,图 4 中 HCA 的结果也表明了两个描述词之间的关联性,但理论上酸和苦表示两种不同的基本味觉,两者都保留。

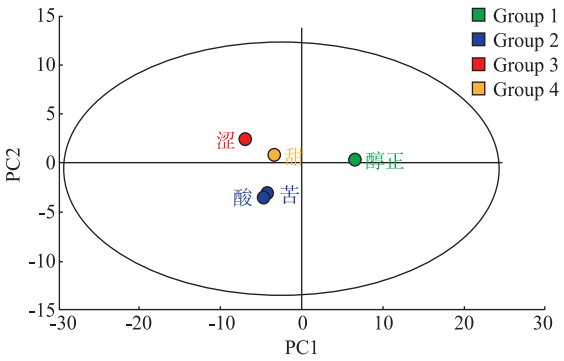


图 3 主要滋味描述词的主成分分析

Fig. 3 PCA of main taste descriptors

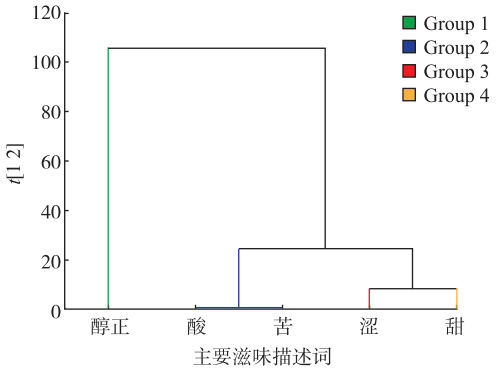


图 4 主要滋味描述词的聚类分析

Fig. 4 HCA of main taste descriptors

最终确定醇正、酸、苦、涩、甜作为茯砖茶感官特征主要滋味描述词。

2.4.3 *香气描述词的选择* 根据上述 2.4.1 的分析结果,对保留的陈香、酵气、花香、乳酸气、木香、烟香及甜香 7 个香气描述词进行 PCA 和 HCA,结果如图 5 和图 6 所示。图 5 中 PCA(拟合参数为 R^2_x=0.999)结果表明,选择的香气描述词可以很好地描述和区分不同茯砖茶的香气特征,其中酵气和乳酸气的相关性较高。图 6 中 HCA 结果表明,酵气和

乳酸气聚为一类，与 PCA 的结果较为一致，这与所绘制的茯砖茶风味轮的描述词也相对一致。

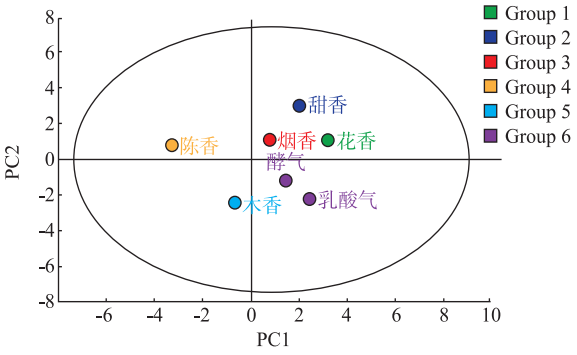


图 5　主要香气描述词的主成分分析

Fig. 5　PCA of main aroma descriptors

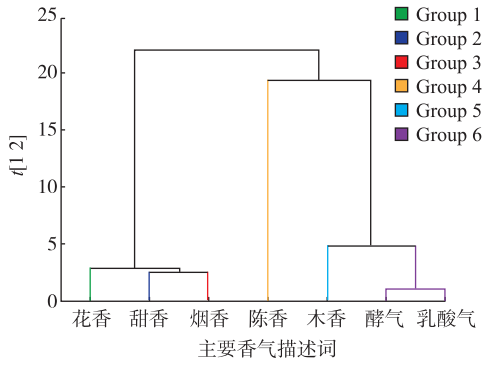


图 6　主要香气描述词的聚类分析

Fig. 6　HCA of main aroma descriptors

通过以上的分析，经过感官审评小组讨论，结合香气描述词的 *M* 值和方差大小，最终确定陈香、酵气、花香、木香、烟香、甜香为茯砖茶感官特征主要香气描述词。

2.5　茯砖茶感官特征主要描述词的应用

通过上述筛选，确定 11 个茯砖茶感官特征主要描述词。感官审评小组进一步对选取的 7 种不同特点的茯砖茶进行感官特征定量描述，并对其强度的评分结果进行 PCA，以检验上述确定的感官特征主要描述词是否能够有效地表征和区分不同茯砖茶样品的基本感官特征，结果如图 7 所示。7 种茯砖茶样品之间排列分散，区域划分相对明显。与茯砖茶样品 FZ24 相关的主要描述词是涩；与茯砖茶样品 FZ4 相关的主要描述词是花香和苦；与茯砖茶样品 FZ7 相关的主要描述词是酸和酵气；与茯砖茶样品FZ14 相关的主要描述词是甜香；与茯砖茶样品 FZ25 相关的主要描述词是烟香和木香；与茯砖茶样品 FZ19 相关的主要描述词是醇正；与茯砖茶样品 FZ26 相关的主要描述词是甜和陈香。

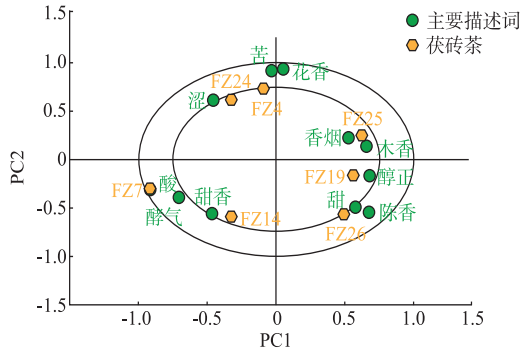


图 7　感官特征主要描述词应用的主成分分析

Fig. 7　PCA of main descriptors of sensory characteristics

通过以上 PCA 结果可知，选择的 11 个描述词可以很好地将不同特点的茯砖茶进行区分。说明选择的 11 个描述词极其重要，能表达出不同茯砖茶之间的品质特征，可作为茯砖茶感官特征的基本描述词。

3　结　语

通过对 30 种茯砖茶进行感官审评，获得了较为全面的茯砖茶风味感官特征，并构建风味轮。风味轮分为香气、滋味两大类，共 3 层，其中香气包括陈香、果香、花香、甜香、青气、木香、药香、酵气、油哈气、烟香、腥气和脂香 12 类；滋味包括涩、苦、甜、酸、鲜、醇和、醇厚和醇正 8 类。最外层术语是内层描述词的具体表示，如青草气、纸盒子气、中药气、乳酸气、土腥气、老屋气、枣香、栀子花香、焦糖香等 37 个。对 16 个重要的感官特征描述词配备了不同强度的参比样，建立了茯砖茶感官特征定量描述词汇表，可以准确地描述茯砖茶的香气和滋味。

在绘制出茯砖茶风味轮的前提下，对茯砖茶进行感官特征定量描述，参照国际标准 ISO 11035，结合 *M* 值法和方差大小，并运用多元统计分析的方法筛选出能够作为茯砖茶感官特征的 11 个主要描述词：陈香、木香、花香、甜香、烟香、酵气、醇正、酸、苦、涩、甜。经过感官审评小组的应用，这些描述词能够较好地表征茯砖茶的风味感官特征，能够用来描述茯砖茶的主要感官品质特征。

茯砖茶风味轮较为全面系统的概括了茯砖茶基本香气和滋味，为进一步研究茯砖茶感官品质特征提供了理论基础，也有助于消费者对茯砖茶风味

有更深层次的认识,可为茯砖茶风味导向[21]及消费者偏好[22]的研究提供一定理论依据,有助于产品更加适应市场的需求,对于提升茯砖茶感官品质质量具有现实意义。此外,本研究是在目前收集到的茯砖茶的基础上初步建立,并不能完全覆盖茯砖茶所有的风味特征,所以在后续的实践过程中,也需要不断补充和改进,使茯砖茶风味轮更加完善。

参考文献:

[1] 宛晓春. 茶叶生物化学:第 3 版[M]. 北京:中国农业出版社,2003:271-274.

[2] LI Q,JIN Y L,JIANG R G,et al. Dynamic changes in the metabolite profile and taste characteristics of Fu brick tea during the manufacturing process[J]. **Food Chemistry**,2021,344:324-334.

[3] 金友兰,黄甜,蒋容港,等. 不同类型发花砖茶特征香气成分研究[J]. 食品与发酵工业,2021,47(3):188-196.
JIN Y L,HUANG T,JIANG R G,et al. Characteristic volatile components of different types of fermented brick tea[J]. **Food and Fermentation Industries**,2021,47(3):188-196. (in Chinese)

[4] 李欢欢,王超,傅冬和,等. 响应面分析法优化茯砖茶感官定量描述分析条件[J]. 食品与发酵工业,2018,44(8):284-290.
LI H H,WANG C,FU D H,et al. Optimization of quantitative sensory evaluation of Fuzhuan brick-tea by response surface analysis[J]. **Food and Fermentation Industries**,2018,44(8):284-290. (in Chinese)

[5] 张颖彬,刘栩,鲁成银. 中国茶叶感官审评术语基元语素研究与风味轮构建[J]. 茶叶科学,2019,39(4):474-483.
ZHANG Y B,LIU X,LU C Y. Study on primitive morpheme in sensory terminology and flavor wheel construction of Chinese tea [J]. **Journal of Tea Science**,2019,39(4):474-483. (in Chinese)

[6] 蒋容港,黄燕,金友兰,等. 茯砖茶呈香挥发性物质及其来源[J]. 食品与生物技术学报,2021,40(9):101-111.
JIANG R G,HUANG Y,JIN Y L,et al. Study of aroma compounds and their source in Fu brick tea [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2021,40(9):101-111. (in Chinese)

[7] 沈程文,邓岳朝,周跃斌,等. 湖南茯砖茶品质特征及其香气组分研究[J]. 茶叶科学,2017,37(1):38-48.
SHEN C W,DENG Y Z,ZHOU Y B,et al. Research of quality features and aroma components in Hunan Fu brick tea[J]. **Journal of Tea Science**,2017,37(1):38-48. (in Chinese)

[8] SÁENZ-NAVAJAS M P,TAO Y S,DIZY M,et al. Relationship between nonvolatile composition and sensory properties of premium Spanish red wines and their correlation to quality perception[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,2010,58(23):12407-12416.

[9] GÓMEZ G E,SÁNCHEZ-PALOMO E,GÓMEZ G M A,et al. Characterization of impact odorants and sensory profile of Bobal red wines from Spain's La Mancha region[J]. **Flavour and Fragrance Journa**l,2012,27(1):60-68.

[10] 孔祥伟,周志磊,郑福平,等. 中国酿造食醋风味轮的构建及应用[J]. 食品与生物技术学报,2020,39(2):74-80.
KONG X W,ZHOU Z L,ZHENG F P,et al. Construction of flavor wheel for the brewing vinegar in China and its applications[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2020,39(2):74-80. (in Chinese)

[11] 姚月华,刘昕,王洪伟. 蒸蛋糕感官特征的定量描述分析[J]. 食品与发酵工业,2018,44(7):277-282.
YAO Y H,LIU X,WANG H W. Quantitative descriptive analysis of sensory characteristics of steamed cake [J]. **Food and Fermentation Industries**,2018,44(7):277-282. (in Chinese)

[12] 王栋,经斌,徐岩,等. 中国黄酒风味感官特征及其风味轮的构建[J]. 食品科学,2013,34(5):90-95.
WANG D,JING B,XU Y,et al. Sensory flavor characteristics of Chinese yellow rice wine and construction of flavor wheel[J]. **Food Science**,2013,34(5):90-95. (in Chinese)

[13] 张敏,余佶,王琪琰,等. 藤茶感官特征定量描述分析与风味轮构建[J]. 食品与发酵工业,2021,47(8):134-139.
ZHANG M,YU J,WANG Q Y,et al. The quantitative analysis of the sensory characteristics of vine tea and the construction of flavor wheel[J]. **Food and Fermentation Industries**,2021,47(8):134-139. (in Chinese)

[14] 戴前颖,叶颖君,安琪,等. 黄大茶感官特征定量描述与风味轮构建[J]. 茶叶科学,2021,41(4):535-544.
DAI Q Y,YE Y J,AN Q,et al. Sensory characteristics of yellow large leaf tea by quantitative descriptive analysis and construction of flavor wheel[J]. **Journal of Tea Science**,2021,41(4):535-544. (in Chinese)

[15] 李向波,刘顺航,贾黎晖,等. 普洱茶感官品质分析及风味轮构建[J]. 中国茶叶,2017,39(11):32-34.
LI X B,LIU S H,JIA L H,et al. Sensory quality analysis and flavor wheel construction of Pu'er tea [J]. **China Tea**, 2017,39(11):32-34. (in Chinese)

[16] International Organization for Standardization. Sensory analysis—Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach:ISO 11035:1994[S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 1994.

[17] 罗丽,王敏,王洪伟. 怪味胡豆风味特征的定量描述分析[J]. 中国调味品,2018,43(12):7-12.
LUO L,WANG M,WANG H W. Quantitative description analysis of flavor characteristics of special flavored horsebeans [J]. **China Condiment**,2018,43(12):7-12. (in Chinese)

[18] 戴前颖,叶颖君,李明洳,等. 定量描述分析法和 Flash Profile 法在祁门红茶香气评价中的应用[J]. 食品科学,2021,42(22):224-231.
DAI Q Y,YE Y J,LI M J,et al. Application of quantitative descriptive analysis and flash profile in keemum black tea aroma evaluation[J]. **Food Science**,2021,42(22):224-231. (in Chinese)

[19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫局,中国国家标准化管理委员会. 感官分析选拔、培训与管理评价员一般导则:第 1 部分 优选评价员:GB/T 16291.1—2012[S]. 北京:中国标准出版社,2012.

[20] LI Q,LI Y D,LUO Y,et al. Characterization of the key aroma compounds and microorganisms during the manufacturing process of Fu brick tea[J]. **LWT-Food Science and Technology**,2020,127(20):109-115.

[21] 杨玉波,倪德让,林琳,等. 高粱蒸煮风味物质香气活力研究[J]. 食品与发酵工业,2018,44(5):222-226.
YANG Y B,NI D R,LIN L,et al. Odor activity study on the aroma compounds of steamed sorghum [J]. **Food and Fermentation Industries**,2018,44(5):222-226. (in Chinese)

[22] LEE S J,LEE K G. Understanding consumer preferences for rice wines using sensory data[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**,2008,88(4):690-698.