

DOI: 10.19812/j.cnki.jfsq11-5956/ts.20240805004

茶叶中描述性分析和消费者测试感官评价方法 研究进展

王 迪, 李雪雪, 陈 甜, 符层利, 吴小勇*

(咸阳市食品药品检验检测中心, 咸阳 712000)

摘 要: 茶叶的感官评价是衡量其品质和价格的主要方法, 常用 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》评价茶叶等级及品质高低, 但其中存在术语表达不准确、概念理解不一致、感官属性强度不统一等问题, 故补充说明更准确描述茶叶感官属性和强度的定量描述分析法。上述两种方法的评价员培训成本高, 难以全面推广, 闪现剖面法可使用无经验或半经验评价员快速分析茶叶属性, 但属性及强度的准确度不如上述方法。此外, 消费者对茶叶的喜恶也影响茶叶价格, 消费者测试中的九点喜好度、恰好标度法和适合项勾选等方法用来分析消费者喜好程度和影响喜好的驱动因子。本文综述了以上评价方法的实验方法、内容、数据处理及结果分析, 总结出不同方法的优劣及用途, 以期对相关研究提供参考。

关键词: 茶叶; 感官评价; 描述性分析; 消费者测试

Research progress on descriptive analysis and sensory evaluation methods for consumer testing in tea

WANG Di, LI Xue-Xue, CHEN Tian, FU Ceng-Li, WU Xiao-Yong*

(Xianyang Food and Drug Inspection and Testing Center, Xianyang 712000, China)

ABSTRACT: The sensory evaluation of tea is the main method for measuring its quality and price. GB/T 23776—2018 *Methodology for sensory evaluation of tea* is used to evaluate the grade and quality of tea. However, there are some problem such as inaccurate terminology expression, concept understanding and intensity of sensory attributes. Therefore, it is necessary to supplement the quantitative descriptive analysis method that more accurately describes the sensory attributes and intensity of tea. The training cost of the above two methods is high and it is difficult to popularize comprehensively. Flash profiling method can use inexperienced or semi-experienced evaluators to quickly analyze tea properties, but the accuracy of attributes and strength is not as good as the above methods. In addition, consumer preferences also affect the price of tea. Nine-point preference, just about right, and check all that apply are used to analyze consumer preference levels and preference driving factors. This article mainly summarized the experimental methods, experimental content, data processing and result analysis of the above evaluation methods, summarized the advantages and disadvantages of different methods and their uses, in order to provide reference for related research.

KEY WORDS: tea; sensory evaluation; descriptive analytics; consumer testing

*通信作者: 吴小勇, 高级工程师, 主要研究方向为食品药品安全、质量管理、检验检测、茶叶审评等。E-mail: 527635991@qq.com

*Corresponding author: WU Xiao-Yong, Senior Engineer, Xianyang Food and Drug Inspection and Testing Center, Northwest Corner of Yuquan West Road and Jingdian Cross, Qindu District, Xianyang 712000, China. E-mail: 527635991@qq.com

0 引言

茶文化是我国文化的重要组成部分,茶叶因优异的风味及健康作用深受世界人民的喜爱,已成为仅次于水的第二大非酒精饮料,同时中国也是茶叶消费、生产和出口的第一大国^[1]。随着茶叶市场的扩大,关于茶叶的研究论文也逐年增多,其中,感官评价是最常用的研究方法^[2]。

感官评价常用描述性分析决定茶叶的品质和价格,描述性分析是分析产品感官属性,并对属性进行定性和定量研究^[3-4]。其中应用最多的方法为 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》,该方法的审评术语主要参考 GB/T 14887—2017《茶叶感官审评术语》或相关地方、产品标准^[5],其中部分术语如“高山韵”、“显毫”等的描述较为模糊难懂^[6],且其属性强度无统一量化,在实际应用中存在问题;为了弥补该方法的不足,有学者研究能更准确描述茶叶感官属性和强度的定量描述分析法(quantitative descriptive analysis, QDA)。QDA 法通过专家小组讨论描述词并寻找参比样,可准确定量分析茶叶属性^[7]。这两种方法都需要组建专业小组,耗时久,成本高,故研究出一种无需专业评价员又能快速描述分析并排序的闪现剖面法(flash profile, FP)^[3]。该方法只需无经验或半经验评价员,可快速定性和半定量分析茶叶属性,但对于细微差异属性及强度的感知不如上述两种方法^[3,7]。

茶叶的价格除与本身品质有关,也受消费者的喜好影响,消费者对茶叶的喜恶决定着茶叶市场及企业的发展方向。描述性分析适合评价茶叶属性及强度,但无法洞察消费者对茶叶的情感及感受,故消费者测试应运而生,其重点是了解消费者对产品的喜欢程度^[3,8]。其中最常用的为九点喜好度法,可直接反映消费者的喜好程度。为寻找产品改良方向,可与恰好标度法(just about right, JAR)联用进行惩罚分析^[8]。此外,为进一步分析影响喜好的驱动因子,适合项勾选法(check-all-that-apply, CATa)^[9]也常与喜好度法联用进行评价。

如今,在茶叶的品质评价中,除理化指标外,感官评价是直接决定茶叶优劣及价格的重要方法^[6],本文介绍了几种近年来在茶叶中使用的感官评价方法及作用,总结出不同方法的适用范围、评价目的及优缺点,以期茶叶相关行业选择合适的感官品评方法提供参考。

1 感官评价方法

1.1 描述性分析

1.1.1 GB/T 23776—2018

在目前已报道的茶叶感官评价研究中,GB/T 23776—2018 是最常用的感官品评方法,标准中详细规

定了审评设备、6 大茶类的审评方法及结果判定等内容,用于判断某茶样是否合格、评定品质或者评定等级^[10]。评定茶叶品质时,根据茶叶种类确定外形、汤色、香气、叶底和滋味的分数,评茶师审评后,对数据按茶类进行加权求和计算,最终得出该茶叶的总分,通过对比不同茶叶的总分来判断品质的高低^[11-13]。

该方法常用于分析描述茶叶的感官特征。比如在黑茶中,王雪蕾^[14]对 34 种不同年份不同产地的黑茶进行感官审评,发现黑毛茶、普洱熟茶、安化黑茶、四川边茶、广西六堡茶和陕西茯茶存放时间越长,汤色越深;6 种黑茶干茶呈现褐色或黑色,叶底均为棕褐或红褐;在香气上普洱熟茶为陈香,广西六堡茶为槟榔香,陕西茯茶为茯茶果香,四川边茶有糯米香,比较清晰地描述出不同品种黑茶的异同点。此外,该方法也用于改进茶叶工艺及原料等方面。张荣祥等^[15]提出在烘青绿茶生产前增加滚炒有利于提升茶叶品质;陈志辉等^[16]研究红袍 11 号茶树的多茶类兼制特性,用该茶树制作闽北乌龙、闽南乌龙、功夫红茶、绿茶和白茶,通过专业评审评分得出该茶树适合制备乌龙茶和红茶。

该方法是目前国家标准中唯一一个明确茶叶感官评审的检验方法,也是评茶师的检验依据,但其中存在评审人员数量不合理,部分评语含糊等问题^[17],不利于评茶员准确评定茶叶品质,因而近年来有学者开始研究能更准确描述茶叶感官属性的方法。

1.1.2 QDA 法

GB/T 23776—2018 中对茶叶香气和滋味的级别判定较笼统,且随着加工工艺的不断发展,茶叶呈现出多元化的香气和滋味,原有的感官描述词已无法准确描述出茶叶的特征,QDA 法逐渐被应用于茶叶评审中。

QDA 法可以通过使用标准参考培训小组成员并通过线性标尺来量化滋味或香气属性的强度,从而可以确定和比较茶叶的感官风味特征,可显著提高茶叶感官评分的准确性和客观性,是对 GB/T 23776—2018 的感官评价方法的完善和补充^[1]。

在茶叶中,要建立起某种茶类的 QDA 分析方法,可根据 GB/T 16291.1—2012《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》^[18]建立 8~12 人的感官评估团队,收集充足样品后由团队成员品评后讨论生成描述性词语,定义相应词语并讨论选择参考物质及强度标尺,得出样品的 QDA 评分表^[19-20](示例见表 1),后续可根据此表进行茶叶品评。对比已报道的绿茶^[21]、黄茶^[22]、白茶^[23]、乌龙茶^[24]、红茶^[7]和黑茶^[25]可得出,不同茶叶的滋味属性(酸、甜、鲜等)相似,但在香气属性上,绿茶(草香)、黄茶(甜香)、白茶(花果香)、乌龙茶(木香)、红茶(蜜糖香)及黑茶(陈香)存在较大差异。

表 1 QDA 问卷示例
Table 1 Examples of QDA questionnaires

姓名:
请您依次嗅闻并品评样品, 对照下表对每种茶叶的属性强度做出评定(1 最弱, 7 最强)。

描述词	定义	参比物	质量浓度及强度
花香	花的香味, 如茉莉花香	香叶醇	8.61×10^{-5} g/mL=4
青草香	似割草时的气味	(Z)-3-己烯-1-醇	1.66×10^{-4} g/mL=4
清香	新鲜果蔬的清香	四季豆汁	17 g 四季豆加 1 L 水打汁=4
板栗香	熟板栗的香气	熟板栗	5 g 生板栗去壳大火蒸 20 min=4
甜	基本味觉, 味觉器官感知	蔗糖溶液	0.15 mg/mL=1, 4 mg/mL=7
鲜	基本味觉, 与谷氨酸、核苷酸有关	谷氨酸溶液	0.04 mg/mL=1, 0.32 mg/mL=7
苦	基本味觉, 由咖啡因、奎宁等产生	咖啡因溶液	0.05 mg/mL=1, 0.8 mg/mL=7
酸	基本味觉, 与柠檬酸、苹果酸有关	柠檬酸溶液	0.15 mg/mL=1, 0.8 mg/mL=7
涩	口腔舌头收敛的感觉	明矾溶液	0.1 mg/mL=1, 0.24 mg/mL=7

专家评价员根据评分表对各属性进行定性定量分析后的数据, 可进行方差分析, 从而确定不同样品在某些属性是否存在显著性差异^[26]。LI 等^[27]使用方差分析发现 27 份湖南茯砖茶中除米香和鱼腥味外, 其余属性(例如草药香、甜味、发酵味)等具有明显差异($P < 0.05$), 由此推测出米香和与鱼香味是茯砖茶中的常见香气。除此之外, 主成分分析(principal component analysis, PCA)也用于 QDA 法中对样品及属性进行分类和分析, 王治会等^[28]根据滋味属性将 15 种黄茶分成两类, 并解析出甜、鲜、醇等属性与消费者喜好度呈正相关。常用的分类方法还有聚类分析, 比如金孝芳等^[29]依据滋味含量将 35 种绿茶聚为 4 类。

OUYANG 等^[30]分别使用 GB/T 23776—2018 和 QDA 评价 3 种等级的红茶, 发现两种方法都能分辨出红茶等级及属性的不同。QDA 法与 GB/T 23776—2018 相比, 描述词更加准确, 容易理解, 且有参比样及强度, 利于评价员感知相关属性^[31]。陈国和等^[32]收集 35 款普洱茶, 利用 QDA 的方法初步建立出普洱茶风味轮及描述词汇表, 为后续普洱茶风味轮的建立和完善提供了强有力的参考。同时, QDA 法数据可以与相应代谢产物联合深入分析, 以便

进一步探究感官属性背后化合物的变化^[33-34]。

1.1.3 FP 法

GB/T 23776—2018 和 QDA 法能够准确定性定量茶叶的感官特征, 但所依托的专业品评团队培训难度大、成本高、周期长, 评价时间长, 无法满足企业快速分析感官属性的需求, 因此引入了评价难度及成本低, 耗时短的 FP 法。FP 法是结合感官属性和排名的快速描述性分析方法, 已应用于乳品^[35]、豆制品^[36]等领域。

FP 法的品评流程为^[26,37]:

- (1)筛选出 5~20 位的无经验或者半专业品评员;
- (2)经过初步训练后, 将所有样品呈给品评员, 各自单独产生可区分样本的描述词;
- (3)根据属性强弱在 0~15 的标度法(0 表示无, 15 表示非常强)中打分排序, 确保每个样品的各属性都有标度值, 最终对样品进行排序(问卷示例见表 2)。

以上描述可以看出 FP 法不如 QDA 法能做到精准定性定量, 故使用广义普鲁克分析(generalized procrustes analysis, GPA)和层次聚类分析(agglomerative hierarchical clustering, AHC)对样品进行分类, 戴前颖等^[38]使用 GPA 和层次 AHC 对 6 种红茶分类, 两种方法的分类结果一致。

表 2 FP 问卷示例
Table 2 Examples of FP questionnaire

姓名:
请您依次嗅闻并品尝样品, 在下表中写出属性词, 并对属性强弱打分(1 最弱, 15 最强)。打分结束后, 对所有样品的同一属性进行排序, 所有属性都需要排序。

样品编号	描述词							
	花香		木香		甜香		甜味	
xxx	(强度打分)	(排序)	(强度打分)	(排序)	(强度打分)	(排序)	(强度打分)	(排序)

相比于 QDA, FP 评价团队中的品评员专业度不高,且不需要统一描述词,也不需要描述词定义和寻找参比样,大大减少了评价时间和难度,但正因如此,当品评员的描述词过多且不统一,会增加样品结果分析的难度^[39]。为了探索 FP 在茶叶感官分析的可能性,叶颖君^[7]研究分别使用 QDA、FP 及传统审评方法描述分析 6 种祁门红茶的香气,结果显示 QDA 和 FP 均能如同传统审评法样对不同品类及等级的红茶进行区分,这与 HEO 等^[35]在乳品中的研究结论一致。值得注意的是, QDA 提供了可推广参考的定量描述词汇表,实验结果可定量分析,适用于产品稳定性或质量控制等准确度要求较高的研究; FP 法的描述词更贴近消费者感知,适用于根据感官特性对产品进行快速区分^[40]。

1.2 消费者测试

1.2.1 喜好度和 JAR 法评价

如今的茶叶消费市场中,消费者的喜好严重影响着茶叶企业的发展方向,茶企逐渐开始关注消费者对茶叶的喜好研究。其中,最常用的就是喜好标度法和 JAR 法评价。喜好度是让消费者直接表达对样品的喜好程度,最常用的是九点法; JAR 法是指让消费者判断感官属性的强度是否合适,常用的为 5 点法^[41](示例问卷见表 3)。消费者品尝样品后对喜好度打分和各属性的恰好度评分,对比喜好度的

平均值确定样品受喜欢的程度,喜好度和恰好度数据通过惩罚分析进一步判断出哪种感官属性影响喜好度,以及该如何改进^[42]。该方法常用于产品开发及改良,比如 YANG 等^[43]研究了 6 种混合茶的喜好度及 JAR 法,发现涩味重会降低消费者喜好度,建议降低产品涩味; 聂学滢等^[8]利用惩罚分析确定出沱茶应朝着突出熟板栗香、增强滋味、弱化烟味的方向开发产品。

该方法也可以用于测定不同消费者群体的喜好,分析出产品的理想产品。安琪等^[44]招募年轻消费者和老年消费者进行 6 种黄大茶喜好品评,结果显示青年消费者更偏爱具有甜香和甘醇味的低焙火黄大茶,青年理想样品应该增强黄大茶的甜香和甘醇,降低苦涩味; 老年消费者由于味觉灵敏度下降更喜欢焦火味和糊味,其理想样品应增强甘醇,增加焙火程度,降低烟味。

1.2.2 CATA 法

喜好度和 JAR 分析只能分析样品的喜好程度,无法描述多个样品属性及分类, GB/T 23776—2018、QDA 法、FP 法只能描述分类但无法反应消费者喜好程度,因此有学者开始研究既可以分类,又可以同时研究喜好度的 CATA 法^[45]。CATA 法中的问题均为选择题,包括属性选择和喜好度选择(示例问卷见表 4)。

表 3 喜好度和 JAR 问卷示例
Table 3 Examples of preferences and JAR questionnaires

姓名:

请您依次嗅闻并品尝样品,根据分别对茶叶的整体喜好度和各属性的恰好度做出评价。

喜好度评分	评分等级	分数	恰好度评分(如花香恰好度)	评分等级	评分
	特别不喜欢	1		味道很弱	1
	很不喜欢	2		味道有点弱	2
	比较不喜欢	3		味道合适	3
	略微不喜欢	4		味道有点强	4
	不喜欢也不讨厌	5		味道很强	5
	略微喜欢	6			
	比较喜欢	7			
	很喜欢	8			
	特别喜欢	9			

表 4 CATA 问卷示例
Table 4 Examples of CATA questionnaires

姓名:

请依次嗅闻并品尝样品,勾选适用于描述样品的属性词及喜好度(在对应的方框打√),可在空白位置补充感受到的新属性。

CATA 问卷示例			RATA 问卷示例		
整体喜好度	香气属性词	滋味属性词	弱	中	强
特别不喜欢	花香味	甜味			
很不喜欢	木香味	酸味			
比较不喜欢	青草香	苦味			
略微不喜欢	木香	涩味			
不喜欢也不讨厌	甜香	回甘			
略微喜欢	红薯香				
比较喜欢	焦糖香				
很喜欢					
特别喜欢					

注: 所有适合项量化法(rate-all-that-apply, RATA)。

CATA 法的常用研究方式为^[9,46]:

(1)招募 50~200 位消费者, 简单讲解如何分析;

(2)预先准备好相关的描述词(可由消费者或内部评价员形成), 制成勾选的问卷;

(3)提供样品和问卷, 让消费者品评后勾选合适的选项。

以上描述可以看出, CATA 无法判断某种属性的强弱, 为弥补这一缺陷, RATA 作为 CATA 的一种变体应运而生。在问卷中增加选择属性强弱的选项(见表 4), 让评价员在选择属性时同时勾选出属性强弱^[47]。

CATA 数据分析属性时, 数据统计以频率为主, 使用 Cochran's Q 检验来进行方差分析, 判断不同样品属性是否存在差异, 接着使用对应分析对样品及属性进行分类。分析喜好度数据时, 可以结合属性频率进行 PCA 分析, 分析出样品的喜好驱动因子^[48-49]。RATA 因其自身具有属性强弱的选项, 数据分析可以使用 CATA 的方法, 也可经标准化后可进行方差分析、PCA 和 AHC^[47,50]。WANG 等^[50]分别使用 CATA 和 RATA 的方法评估了绿茶、乌龙茶和红茶, 结果显示两种方法分类结果有高度的相似性, 但 RATA 的区分能力更高。但 VIDAL 等^[51]提出消费者在 CATA 问题中会选择最突出的属性, 而在 RATA 问题中, 消费者需要通过选择更多的属性并额外表明其强度, 这样可能会影响消费者并引入误差。因此, 当样品的感官差异为是否存在该属性时, 首选 CATA; 当感官特性取决于属性强度强弱时, 选择 RATA。

相对于 QDA, CATA 的评价员是不经过训练、经常消费某类产品的消费者或者半经验品评员; 使用的描述词不需要定义, 更加符合消费者的真实感受。安琪^[9]分别使用 QDA 和 CATA 分析 6 种黄大茶, 发现 QDA 和 CATA 均能区分不同焙火程度和嫩度的黄大茶, 这与张毅等^[52]的结论一致。其中 QDA 能对香气的强度及属性进行准确描述, CATA 能探究影响消费者喜好的驱动因子。需要注意的是, MELLO 等^[53]指出当样本非常相似或者具有细微的差异时, QDA 的专家评价员比 CATA 的消费者能区分出更多的属性和强度差异。

1.3 方法讨论

在描述性分析中, GB/T 23776—2018 使用专业评茶师进行感官评审, 因其方法权威且详细, 仍旧是茶叶行业评价茶叶等级和质量的常用方法^[7], 但其中晦涩的术语使得部分茶企和消费者难以精准理解茶叶属性^[6]。作为该方法的补充, QDA 可根据茶叶样品量身定制描述词并判断属性的强弱^[1,30], 其专业小组由专家评价员组成, 结果数据可更科学地深入分析, 降低传统审评方法的主观性干扰^[31,40]。前两种描述性分析方法虽准确但专业人员培训成本高, FP 使用无经验或者半经验的评价员, 可快速分析茶叶属性并分类, 其属性词更接近消费者真实感受^[7,26], 但数据只能单次分析, 无法纵向对比; 同时, FP 使用的评审员专业程度不高, 虽分类结果和前两种方法一致, 但在具体属性及强度差异描述上不如其准确^[35,40,54]。

目前, 茶叶相关产品标准中感官要求描述术语模糊(比如部分茯茶描述为“菌花香”), 且对芳香类物质的含量无要求(如部分白酒标准中对己酸和己酸乙酯含量有明确规定), 这就导致部分茶叶在品质上难以区分^[55]。描述性分析方法结合代谢组学, 可以针对重点产品深入分析, 探索其感官属性背后的芳香物质, 帮助企业打造差异化产品, 提升竞争力^[33-34]。

现如今, 消费者对茶叶的喜好影响着市场的发展方向, 洞察消费者对茶叶喜好的评价方法层出不穷。其中最常用的是九点喜好度法, 可直接感知消费者的喜好, JAR 可获取某种属性强弱, 经惩罚分析后可得知该产品的改良方向, 但该方法仅适合分析样品的部分属性^[41-42]。当茶企需要调研消费者对样品的全面感受时, CATA 是最适合的方法, 它不仅可以获得多种样品的喜好度, 还可以全面获得样品属性, 分析出产品的喜好驱动因子, 提出产品的改良方向^[45]; 同时, 还可以对样品和消费人群分类, 更加明确消费者的喜好方向, 有助于开发符合消费者喜好的产品^[48,51]。

表 5 中汇总了以上 5 种茶叶感官评价方法的评价目的、评价员及特点, 可进一步了解不同方法的内容及适用场景。

表 5 5 种方法对比表
Table 5 Comparison of the 5 kinds of methods

方法名称	评价类型	评价员	评价目的	优点	缺点	来源
GB/T 23776—2018	茶叶属性定性定量描述分析	评茶师	等级判定。 品质分析, 属性 定性及强弱定量; 对比茶叶差异及分类。	方法详细, 结果权威; 结果详细、可重复、准 确、稳定。	术语晦涩; 评茶师培训时间长, 难度大。	[6,47]
QDA	茶叶属性定性定量描述分析	专家品评员	属性定性及强弱 定量; 对比茶叶 差异及分类。	结果详细、可重复、准 确、稳定; 可量化茶叶风味属性。	专家团队培训和维护 时间长; 操作繁琐, 难度大, 成本高。	[24-25]
FP	茶叶属性定性半定量分析	无经验或半经验品评员	属性定性; 同批样品属性 强弱比较排序。	快速分析分类及强弱; 无需专业品评员。	定性及定量准确度不高。	[7]

表 5(续)

方法名称	评价类型	评价员	评价目的	优点	缺点	来源
喜好度和 JAR	茶叶喜好度及属性 恰好度	消费者	消费者喜好度; 茶叶开发或改良方向。	直接获得消费者 喜恶和改良方向; 操作简单。	可获得信息较少, 无法分类。	[44]
CATA	茶叶喜好度和定性 分析	消费者或半经 验品评员	消费者喜好度; 分类; 茶叶开发或 改良方向。	直接获得消费者喜恶和 分类; 喜好驱动因子, 改良方向。	消费者人数多; 数据分析复杂; 无法定量分析。	[9,47]

2 结束语

简而言之，感官评价方法需根据研究目标选择合适的方法。比如，想确定某种茶叶的等级，须根据 GB/T 23776—2018 使用评茶师审评。若想分析某类茶叶特征或对比几种茶叶差异，3 种描述性分析方法均可使用，可根据样品数量或差异程度选择是否使用快速分析方法。如果目的是建立感官质量控制系统，那么培训一个专业感官小组(评茶师或 QDA 的专业小组)是必不可少的，在感官属性的定性及定量上，QDA 优于传统审评法。此外，如果想快速获得消费者对于某种茶叶的喜好程度，九点喜好度法是最优选择。若想进一步获得改良方向，可以使用 JAR 或者 CATA，其中 CATA 还可以对样品和消费者进行分类评价。

目前茶叶中的感官品评方法多为静态，实际上，无论是香气还是滋味，都是随着时间持续变化的过程，时间强度法和实时感官主导法等探究样品动态变化的方法已开始多种食品测试，但在茶叶中的研究还较少；此外，目前的感官品评主要依靠人进行评价，人本身的差异和波动性又影响着实验准确性，已有学者开始研究科学技术和感官结合的方法，比如使用传感器代替品评员进行感官评价，或者探索使用生物识别技术(面部表情、心率、体温和眼动追踪等技术)和人工智能感官等新技术来了解人类对食品的复杂性感知，但目前智能传感技术在准确度和灵敏度仍有提升的空间。总之，为了不断扩大茶叶市场，仍需要我们不断探索更先进、更适用的方法。

参考文献

[1] SHAN X, JIANG Y, ZHANG S, *et al.* Key umami taste contributors in Longjing green tea uncovered by integrated means of sensory quantitative descriptive analysis, metabolomics, quantification analysis and taste addition experiments [J]. *Food Chem*, 2024, 1: 139628.

[2] 谭万晨, 张凌云. 基于文献计量的国内茶叶感官审评方法研究动态分析[J]. *广东茶业*, 2022, 5: 40–48.

TAN WC, ZHANG LY. Dynamic analysis of sensory evaluation methods of domestic tea based on bibliometric measurement [J]. *Guangdong Tea Ind*, 2022, 5: 40–48.

[3] TORRICO DD, MEHTA A, BORSSATO AB. New methods to assess sensory responses: A brief review of innovative techniques in sensory evaluation [J]. *Curropin Food Sci*, 2023, 49: 100978.

[4] 叶颖君, 安琪, 戴前颖. 感官评价分析方法在茶叶中的应用[J]. *茶业通报*, 2021, 43(3): 115–119.

YE YJ, AN Q, DAI QY. Application of sensory evaluation analysis method in tea [J]. *J Tea Bus*, 2021, 43(3): 115–119.

[5] 张颖彬, 刘翔, 鲁成银. 茶叶感官描述语体系构建及团体标准《茶叶感官风味轮》解读[J]. *中国茶叶*, 2023, 45(10): 31–36.

ZHANG YB, LIU X, LU CY. Construction of tea sensory description language system and interpretation of group standard “Tea Sensory Wheel” [J]. *China Tea*, 2023, 45(10): 31–36.

[6] 高惠文, 杨春芳. 茶叶感官检验工作中遇到的问题与建议[J]. *食品安全质量检测学报*, 2013, 4(4): 1292–1295.

GAO HW, YANG CF. Problems and suggestions of the sensory inspection in tea [J]. *J Food Saf Qual*, 2013, 4(4): 1292–1295.

[7] 叶颖君. 基于 QDA 法和 FP 法描述分析祁门红茶香气的感官品质[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2021.

YE YJ. Analysis of sensory characterization of Keemum black tea aroma based on quantitative descriptive analysis and flash profile methods [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2021.

[8] 聂学滢, 童华荣, 黄瑞. 基于消费者“刚好”评价尺度的重庆沱茶配方研发[J]. *食品安全质量检测学报*, 2019, 10(13): 4249–4255.

NIE XY, TONG HR, HUANG R. Chongqing Tuo tea formula development based on consumer “just about right” evaluation scale [J]. *J Food Saf Qual*, 2019, 10(13): 4249–4255.

[9] 安琪. 基于 QDA 法和 CATA 法的黄大茶的香气感官特性分析[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2022.

AN Q. Aroma sensory characteristics analysis of large-leaf yellow tea based on quantitative descriptive analysis and check-all-that-apply [D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2022.

[10] 全国茶叶标准化技术委员会. 茶叶感官审评方法[M]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

National Tea Standardization Technical Committee. Methodology for sensory evaluation of tea [M]. Beijing: China Standard Press, 2018.

[11] 王艳丽, 刘杨. 贵州 3 种优良茶树品种的白茶适制性研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2024, 15(8): 130–136.

WANG YL, LIU Y. Characteristics and optimized processing technology of white tea from 3 kinds of excellent tea varieties cultivated in Guizhou [J]. *J Food Saf Qual*, 2024, 15(8): 130–136.

[12] 王如良, 王鸿悦, 徐从华, 等. 杂色曲霉固态发酵晒青毛茶工艺优化研究[J]. *中国茶叶*, 2024, 46(7): 41–48.

WANG RL, WANG HY, XU CH, *et al.* Study on the optimization of solid ferment process of aspergillus versicolor to sun-dried green tea [J]. *China Tea*, 2024, 46(7): 41–48.

[13] 郭磊, 王自琴, 李刚. 不同茶树品种蒙顶甘露适制性研究初探[J]. 中

- 国茶叶, 2023, 45(11): 63–67.
- GUO L, WANG ZQ, LI G. Preliminary study on the adaptabilities of different tea cultivars for producing MengdingGanlu [J]. *China Tea*, 2023, 45(11): 63–67.
- [14] 王雪蕾. 不同产地黑茶品质对比分析与综合评价[D]. 昆明: 云南农业大学, 2023.
- WANG XL. Comparative analysis and evaluation of dark tea quality from different origins [D]. Kunming: Yunnan Agricultural University, 2023.
- [15] 张荣祥, 杜亚如, 张德, 等. 炒烘结合工艺对烘青绿茶品质的影响[J/OL]. 食品科学, 1-11. [2024-09-27]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20240129.1830.006.html>.
- ZHANG RX, DU YR, ZHANG D, *et al.* Impact of combined frying and drying on the quality of drying green tea [J/OL]. *Food Sci*, 1-11. [2024-09-27]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20240129.1830.006.html>.
- [16] 陈志辉, 游小妹, 孔祥瑞, 等. 基于感官审评方法评价红袍 11 的茶类适制性[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2023, 6: 25–29.
- CHEN ZH, YOU XM, KONG XR, *et al.* Evaluation of tea suitability of Hongpao 11 based on sensory evaluation method [J]. *News Seric Tea*, 2023, 6: 25–29.
- [17] 尹志, 胡冬. 茶叶感官审评方法中存在的若干问题分析[J]. 茶叶, 2015, 41(1): 15–18.
- YIN Z, HU D. A discussion on the methodology of tea sensory assessment [J]. *J Tea*, 2015, 41(1): 15–18.
- [18] 感官分析. 选拔, 培训和管理评价员一般导则. 第 1 部分: 优选评价员[Z]. 2002.
- Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and management of evaluators. Part 1: Selection of evaluators [Z]., 2002.
- [19] RAMÍREZ-RIVERA EDJ, DÍAZ-RIVERA P, RAMÓN-CANUL LG, *et al.* Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel [J]. *J Dairy Sci*, 2018, 101(7): 5851–5864.
- [20] DZHIVODEROVA-ZARCHEVA M, NIKOVSKA K, IVANOVA S, *et al.* Sensory profiling of dairy starch dessert creams enhanced with various types and concentrations of tahini [J]. *Iny J Gastron Food S*, 2024, 36: 100925.
- [21] 汪蓓. 杀青与提香温度对绿茶香型及其特征香气影响的研究[D]. 重庆: 西南大学, 2020.
- WANG B. Study on the effects of pan-firing and baking temperature on the aroma type and characteristic of green tea [D]. Chongqing: Southwest University, 2020.
- [22] WANG HR. Analysis of taste characteristics and identification of key chemical components of fifteen Chinese yellow tea samples [J]. *J Food Sci Technol*, 2021, 58(4): 1378–1388.
- [23] ZHIHUI W, CHENXI G, WEIWEI W, *et al.* The flavor characteristics and antioxidant capability of aged Jinhua white tea and the mechanisms of its dynamic evolution during long-term aging [J]. *Food Chem*, 2024, 436: 137705.
- [24] 蒋青香. 白芽奇兰茶叶关键香气成分的鉴定及其茶粉香气品质的研究[D]. 厦门: 集美大学, 2020.
- JIANG QX. Study on the identification of key aroma compounds of Baiyaqilan tea and its instant tea aroma quality [D]. Xiamen: Jimei University, 2020.
- [25] 舒娜. 六堡茶关键风味物质研究[D]. 重庆: 西南大学, 2021.
- SHU N. Rresearch on key flavor components of Liupao Tea [D]. Chongqing: Southwest University, 2021.
- [26] 杨丽, 张英静, 王竹. FP/QDA 法在无糖酸奶感官性质分析中的比较[J]. 中国乳品工业, 2022, 50(1): 60–64.
- YANG L, ZHANG YJ, WANG Z. Comparison of FP/QDA method in sensory properties analysis of sugar-free yogurt [J]. *China Dairy Ind*, 2022, 50(1): 60–64.
- [27] LI H, LUO L, WANG J, *et al.* Lexicon development and quantitative descriptive analysis of Hunan fuzhuan brick tea infusion [J]. *Food Res Int*, 2019, 120: 275–284.
- [28] 王治会, 杨普香, 岳翠男. 黄茶滋味感官定量描述分析与接受性评价模型构建[J]. 食品工业, 2019, 40(9): 204–208.
- WANG ZH, YANG PX, YUE CN. Sensory quantitative description analysis and acceptability evaluation model of yellow tea taste [J]. *Food Ind*, 2019, 40(9): 204–208.
- [29] 金孝芳, 罗正飞, 童华荣. 绿茶茶汤中主要滋味成分及滋味定量描述分析的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(7): 343–346.
- JIN XF, LUO ZF, TONG HR. Study on main taste compounds and quantitative descriptive analysis of taste in green tea infusion [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 33(7): 343–346.
- [30] OUYANG J, JIANG R, XU H, *et al.* Insights into the flavor profiles of different grades of Huangpu black tea using sensory histology techniques and metabolomics [J]. *Food Chem: X*, 2024, 23: 101600.
- [31] ZHAO Y, YAN L, CHEN L, *et al.* Enhancing the flavor profile of strong-flavored green tea from Sichuan: Evaluation and optimization study [J]. *LWT*, 2024, 1: 116447.
- [32] 陈国和, 胡腾飞, 谢贺, 等. 普洱茶与茯砖茶风味轮的构建及应用[J]. 茶叶科学, 2023, 43(5): 631–644.
- CHEN GH, HU TF, XIE H, *et al.* Construction of flavor wheel and quantitative sensory description analysis of Pu'er Tea and Fu Brick Tea [J]. *J Tea Sci*, 2023, 43(5): 631–644.
- [33] YUE C, WANG Z, PENG H, *et al.* UPLC-QTOF/MS-based non-targeted metabolomics coupled with the quality component, QDA, to reveal the taste and metabolite characteristics of six types of Congou black tea [J]. *LWT*, 2023, 185: 115197.
- [34] 谢雪华, 邱月, 王旭骅, 等. 基于 QDA 和 GC-MS 的热加工牛肉特征挥发性风味物质分析[J]. 中国食品学报, 2023, 23(5): 301–310.
- XIE XH, QIU Y, WANG XH, *et al.* Analysis of characteristic volatile flavor substances in thermally processed beef meats based on QDA and GC-MS methods [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2023, 23(5): 301–310.
- [35] HEO J, LEE SJ, OH J, *et al.* Comparison of descriptive analysis and flash profile by naïve consumers and experts on commercial milk and yogurt products [J]. *Food Qual Prefer*, 2023, 110: 104946.
- [36] HE W, CHUNG HY. Multivariate relationships among sensory, physicochemical parameters, and targeted volatile compounds in commercial red sufus (Chinese fermented soybean curd): Comparison of QDA® and flash profile methods [J]. *Food Res Int*, 2019, 125: 108548.
- [37] MARQUES C, TOAZZA CEB, BONA E, *et al.* Sensory profile estimation of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) juice acidified with lactobionic acid: Combination of flash profile, E-nose and sensometrics [J]. *Food Chem Adv*, 2024, 4: 100591.

- [38] 戴前颖, 安琪, 郑芳玲, 等. 基于定量描述分析法和适合项勾选法的黄大茶香气感官特性及喜好度分析[J]. 食品科学, 2022, 43(21): 23–33.
DAI QY, AN Q, ZHENG FL, *et al.* Analysis of aroma sensory characteristics of and preference for large-leaf yellow tea using quantitative descriptive analysis and check-all-that-apply [J]. Food Sci, 2022, 43(21): 23–33.
- [39] 陈亦新, 兰义宾, 问亚琴, 等. 自选特性排序剖面法在食品研究与开发中的应用及研究现状[J]. 食品工业科技, 2022, 43(13): 475–483.
CHEN YX, LAN YB, WEN YQ, *et al.* Application and research status of flash profile in food research and development [J]. Sci Technol Food Ind, 2022, 43(13): 475–483.
- [40] 姚月华, 索化夷, 赵欣, 等. Flash Profile法和定量描述分析法对市售酸奶和巴氏杀菌酸奶感官性质的分析[J]. 食品与发酵工业, 2018, 44(12): 237–244.
YAO YH, SUO HY, ZHAO X, *et al.* Sensory attributes of commercial yogurts and pasteurized yogurts using Flash Profile and quantitative descriptive analysis [J]. Food Ferment Ind, 2018, 44(12): 237–244.
- [41] GÁMBARO A, ROASCIO A, HODOS N, *et al.* The impact of sensory attributes of mandarins on consumer perception and preferences [J]. J Agric Food Res, 2021, 6: 100196.
- [42] 高杰, 润子木, 马蕊, 等. 消费者感官评价对酸奶品质提升的导向研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(21): 6855–6861.
GAO J, RUN ZM, MA R, *et al.* Oriented research of yogurt quality improvement based on consumer sensory evaluation [J]. J Food Saf Qual, 2022, 13(21): 6855–6861.
- [43] YANG JE, LEE J. Consumer perception and liking, and sensory characteristics of blended teas [J]. Food Sci Biotechnol, 2020, 29: 63–74.
- [44] 安琪, 邱桐, 张莹, 等. 基于不同年龄段消费者的黄大茶偏好研究[J]. 茶叶科学, 2022, 42(3): 435–446.
AN Q, QIU T, ZHANG Y, *et al.* Study on the preference of large yellow tea based on consumers with different ages [J]. J Tea Sci, 2022, 42(3): 435–446.
- [45] 韩颖颖, 王亚东, 韩兆盛, 等. 基于 CATA 和 GC-MS-O 的不同牧场牛奶感官特性及香气活性物质分析[J]. 食品科学, 2024, 45(1): 143–149.
HAN YH, WANG YD, HAN ZS, *et al.* Analysis of sensory characteristics and aroma-active substances of milk from different farms using check-all-that-apply and gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry [J]. Food Sci, 2024, 45(1): 143–149.
- [46] VIGNEAU E, CARIOU V, GIACALONE D, *et al.* Combining hedonic information and CATA description for consumer segmentation [J]. Food Qual Prefer, 2022, 95: 104358.
- [47] 童慧霖. 基于感官组学的龙井茶等级感官特征及化学品质评价研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2022.
TONG YL. Sensory and chemical quality evaluation of different grades of Longjing tea using sensory omics [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2022.
- [48] ARES G, DAUBER C, FERNÁNDEZ E, *et al.* Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation [J]. Food Qual Prefer, 2014, 32: 65–76.
- [49] HEUSSEN F, HOLTHUYSEN N, KREMER S, *et al.* Beyond liking: Innovative approach using CATA to better understand consumer's associations to products [J]. Food Qual Prefer, 2023, 108: 104860.
- [50] WANG S, CHEN X, WANG E, *et al.* Comparison of pivot profile (PP), rate-all-that-apply (RATA), and pivot-CATA for the sensory profiling of commercial Chinese tea products [J]. Food Res Int, 2023, 173: 113419.
- [51] VIDAL L, ARE S, GASTO N, *et al.* Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies [J]. Food Qual Prefer, 2016, 1: S0950329316302695.
- [52] 张毅, 孙健, 岳瑞雪, 等. 冰烤薯风味轮的构建及应用[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(23): 236–245.
ZHANG Y, SUN J, YUE RX, *et al.* Construction of flavor wheel for quickly frozen baked sweet potato and its applications [J]. Food Ferment Ind, 2023, 49(23): 236–245.
- [53] MELLO LSS, ALMEIDA EL, MELO L. Discrimination of sensory attributes by trained assessors and consumers in semi-sweet hard dough biscuits and their drivers of liking and disliking [J]. Food Res Int, 2019, 122: 599–609.
- [54] HE W, CHUNG HY. Multivariate relationships among sensory, physicochemical parameters, and targeted volatile compounds in commercial red sufus (Chinese fermented soybean curd): Comparison of QDA and Flash profile methods [J]. Food Res Int, 2019, 125(11): 108548.1–108548.13.
- [55] 于猛, 李颂. 地理标志茶叶产品标准的现状、问题和建议[J]. 中国茶叶, 2024, 46(3): 60–65.
YU M, LI S. Current Status, issues, and suggestions of geographical indication product standards for tea [J]. China tea, 2024, 46(3): 60–65.

(责任编辑: 蔡世佳 于梦娇)

作者简介



王 迪, 硕士研究生, 主要研究方向为食品检测、质量安全、茶叶感官审评等。
E-mail: 1241796051@qq.com



吴小勇, 高级工程师, 主要研究方向为食品药品安全、质量管理、检验检测、茶叶审评等。
E-mail: 527635991@qq.com