

食品感官评价技术在茶叶品质评价中的应用研究进展

李小媛, 王洪伟, 童华荣*

(西南大学食品科学学院, 重庆 400715)

摘要: 食品感官评价是用于唤起、测量、分析和解释通过视觉、嗅觉、味觉、触觉以及听觉而感知到的食品及其他物质的特征或者性质的一种科学方法, 已经建立了科学的评价程序与方法, 已广泛应用于产品的感官特征评价及产品鉴别、产品开发、市场调查等方面的研究。我国茶叶品类多样, 产品风味独具特色。我国茶叶感官质量评价方法仍然是定级评价, 采用食品感官评价技术建立更客观、更有效的产品感官质量评价体系十分必要。本文介绍了食品感官评价定义、方法及其在茶叶风味化合物研究, 对典型茶叶(绿茶、红茶和乌龙茶)感官描述分析、典型茶叶感官术语及参考物、茶叶及茶产品消费者测试中的研究进展进行了综述, 并提出了食品感官评价技术在茶叶感官品质评价研究发展方向。

关键词: 感官评价; 感官品质; 应用; 茶叶

Progress in research of tea sensory quality assessment by sensory evaluation techniques

LI Xiao-Yuan, WANG Hong-Wei, TONG Hua-Rong*

(College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

ABSTRACT: Sensory evaluation is a scientific discipline used to evoke, measure, analyze and interpret those characteristics of foods and materials when they are perceived by the senses of sight, smell, taste, touch and sound. Sensory evaluation of food has established a set of scientific methods and evaluation programs, and it has been applied in evaluation of sensory characteristics, product identification, product development, market research and other aspect. There are diverse categories of Chinese tea with unique flavors. The sensory quality of tea is evaluated according to grading system in China. It is necessary to establish a more objective, more effective assessment system of tea sensory quality with food sensory evaluation techniques. This paper introduces sensory evaluation methods and the research progress of application of these methods in tea science, including sensory characteristics of flavor compounds in tea, sensory flavor terms of typical tea such as green tea, black tea and oolong tea and their reference standards, sensory descriptive analysis of tea quality, and consumer research. At the end, the research puts forward a direction of food sensory evaluation technique in tea sensory evaluation assessment.

KEY WORDS: sensory evaluation; sensory quality; application; tea

*通讯作者: 童华荣, 教授, 主要研究方向为茶学与食品感官科学。E-mail: thuarong@126.com

*Corresponding author: TONG Hua-Rong, Professor, College of Food Science, Southwest University, No.2, Tiansheng Road, Beibei District, Chongqing. E-mail: thuarong@126.com

1 引言

食品及茶叶的感官品质是决定消费者对产品购买意向的主要因素,特别是随着人们生活水平的不断提高,食品感官品质更显重要。食品及茶叶的感官品质状态是通过评价员的感官评价来直接获得的。随着 1950 年对食品感官品质研究建立起了描述分析方法以来,食品的感官评价已经形成了一套完善的评价员筛选、培训、评价和数据分析的程序和科学方法,广泛应用于食品科研、产品开发及生产加工等各个领域^[1]。

在我国,茶叶感官质量评价仍然采用定级评价,在评价过程中也使用感官术语,但这些术语只能阐述产品典型感官特征和强度的综合信息,不适用于对感觉到的产品感官性质及其强度的本质表达;同时,采用产品感官品质综合评分的方法获得的质量分数不是独立变量的测量值,难以进行感官品质与产品理化指标间的相关研究^[3],因此存在一定的局限性。而现代食品感官评价技术能更加准确、客观地对茶叶品质进行评定,本文就食品感官分析及其在茶叶感官品质评价中的运用进行综述。

2 食品感官评价及其应用

食品感官评价是用于唤起、测量、分析和解释通过视觉、嗅觉、味觉、触觉以及听觉而感知到的食品及其他物质的特征或者性质的一种科学方法^[3]。食品感官评价是在对评价员进行筛选和培训的基础上,使得整个评价组像一般的仪器一样工作,具有可接受的评价重现性、区别能力,使得感官评价结果具有很好的可靠性。食品感官评价方法分为两大类:分析型方法和情态型方法^[2]。

分析型方法是采用经过训练的评价员对产品的感官性质或者对产品的感官差异进行全面分析,以评价产品的感官风味特征、比较产品的感官差异,具体方法包括描述性分析、差异性检验两类,描述性分析方法包括经典描述分析、时间-强度评价、阈值测定等;差异性检验包括三点检验、成对比较等多种方法。

情态型方法采用未经过训练的目标市场的消费者对产品的偏爱或者喜欢程度进行评价,以了解消费者对产品的态度^[2]。具体方法又包括偏爱测定和接受性测定。偏爱测定是消费者在比较的产品中挑选出最偏爱的产品;接受性测定则使用喜欢程度评价尺度来直接测定消费者产品的喜爱程度。

食品感官评价的方法和技术已应用于产品的感官特征评价及产品鉴别、产品贮藏过程中感官性质变化研究,同样适用于产品货架寿命、产品开发、市场调查等方面的研究,涵盖了学术与工业领域,具有极其重要的意义^[1]。

3 食品感官评价技术在茶及茶产品感官品质研究中的应用

3.1 茶叶风味化合物感官特征研究

3.1.1 阈值测定

阈值是风味化合物的特征性值,对于评估化合物对产品风味的贡献等有重要意义。Scharbert 等^[5]采用吸入-吐出技术对儿茶素和茶黄素类化合物识别阈值进行了测定。茶叶中主要儿茶素的识别阈值在 190 $\mu\text{mol/L}$ (Epigallocatechin gallate)~930 $\mu\text{mol/L}$ (Epicatechin)之间,酯型儿茶素的识别阈值比简单儿茶素低,5 个主要茶黄素类化合物识别阈值在 13 $\mu\text{mol/L}$ ~26 $\mu\text{mol/L}$ 之间,比其前体儿茶素低。Scharbert 等^[6]对红茶中检测到的黄酮和黄酮醇类化合物识别阈值测定表明,这些化合物的阈值很低,比儿茶素和茶黄素的阈值低很多,测定的 13 个黄酮醇苷的识别阈值在 0.00115 $\mu\text{mol/L}$ ~19.80 $\mu\text{mol/L}$ 之间;Keast 等^[7]采用三点测定法测定咖啡碱的苦味检测阈值为 1.2 mmol/L。

3.1.2 风味化合物感官特征及相互作用研究

Narukawa 等^[8,9]采用视觉模拟强度尺度评估滋味的强度研究茶叶中典型儿茶素的滋味强度,发现 EGCG 主要表现为涩、苦味;丹宁酸、没食子酸和绿原酸具有苦味和涩味,其苦味、涩味强度随浓度增加而增强。Thorngate 等^[10-12]的研究表明儿茶素具有苦味和涩味,其苦味相对比涩味强,通过时间-强度感官分析表明儿茶素的苦味和涩味强度、总持续时间随浓度的增加而增加。

Keast 等^[7]采用视觉模拟强度尺度法研究的蔗糖等对咖啡碱苦味的作用,发现蔗糖可以显著地抑制咖啡碱的苦味。Narukawa 等^[13]采用线性尺度研究 *L*-茶氨酸与肌苷 5'-磷酸间的协同作用,发现添加茶氨酸增强 IMP 的鲜味。Kaneko 等^[14]采用等强度匹配方法研究了茶没食子素、*L*-茶氨酸、琥珀酸的鲜味与 3.0 mmol/L 谷氨酸钠水溶液(pH 6.0)的等强浓度关系。

Ito 等^[15]采用阈值测定法研究了茉莉花茶中典型香气化合物在低于阈值浓度的己酸-反 2-己烯酯、顺-3-己烯醇、吲哚与 4-己内酯间的相互作用,发现前 3 种化合物在低于阈值浓度时没有气味,但是在其溶液中加入低于阈值浓度的 4-己内酯,其气味强度增强,在茉莉花茶茶汤中也表现出相同的趋势,表明 4-己内酯与己酸-反 2-己烯酯、顺-3-己烯醇、吲哚间有协调作用。

3.2 茶叶品质描述分析

描述分析起源于 1950 年建立的风味剖面法,后来又建立了质地剖面法、定量描述分析、谱分析法等经典描述分析方法^[16]。经典描述分析广泛于食品工业、研究与开发等各领域,在新产品开发过程中定义目标产品的感官性质,在质量控制/保证、产品研发中定义标准产品的感官性质;

研究消费者的接受性与产品感官性质间的关系;建立产品感官性质与理化指标间的关系;追踪产品在贮藏过程中的感官性质变化、进行货架寿命研究^[17-18]。经典描述分析主要涉及到评价员的筛选、培训、描述语产生与定义、产品评价,数据分析与解释,现在已经建立起一套完备的程序^[18-20]。

3.2.1 茶叶风味术语及参考物

在经典描述分析中,感官性质术语(风味描述语)的建立至关重要。但这里的“术语”与我国茶叶审评中所定义的“术语”^[21-22]不同,食品风味术语是对产品所引起的感觉性质的表达,不包括强度信息,它是描述产品风味的一套词语,能够描述产品的风味特征,能够区别不同风味的产品,也能够表达产品的感官感觉定性特征,语义明确^[23-24]。

食品感官评价中,风味术语的建立是使用经过训练的评价组通过对大量代表性样品的评价、讨论而来建立起来的^[24-25]。在茶叶感官质量的描述分析研究中,已经有很多研究者根据不同的目标建立了包括绿茶、红茶、花茶、乌龙茶等产品的风味术语,主要采用定量描述分析方法研究各类茶叶的感官特征、与产品中风味化合物的关系。如 Palmer^[26]采用 11 个红茶感官性质术语,比较具有不同感官评价经验的评价员对这些术语的使用习惯;而 Togari 等^[27]采用甜花香、柑橘香、甜果香等 16 个感官性质术语对红茶、绿茶和乌龙茶的香气进行定量描述分析,研究各类茶叶的挥发性化合物与这些感官性质间的相关关系。各类茶叶典型风味术语见下述讨论。

在经典描述分析方法中,在评价组建立了产品感官性质术语后,紧接着就是建立这些术语的定义及参考物,通过参考物的使用使得评价组每个评价员对术语表达的感觉理解一致,同时,参考物的使用也有利于研究结果的交流^[23,28-30]。在茶叶风味描述分析中,早期建立的风味描述语,有的没有定义,部分给出了术语的语言定义,但没有实物参考,特别是香气术语,只是近年来才有研究者开始对建立的术语进行定义,并提出相应的参考物。

Kaneko 等^[31]在进行茶叶描述分析时建立了滋味及口感参考物:甜(蔗糖, 50 mmol/L)、酸(乳酸, 20 mmol/L)、咸(NaCl, 20 mmol/L)、苦(咖啡碱, 1 mmol/L)、鲜(谷氨酸钠, 8 mmol/L; pH 5.7)、涩(槲皮素苷-3-O-D-葡萄糖苷, 0.01 mmol/L);而 Drobna 等^[32]采用时间-强度分析方法对适用于茶叶感官评价的涩味的参考物进行比较,对明矾、单宁酸和 3 种果汁的比较发现: 0.7 g/L 的明矾作为红茶的涩味参考物是适宜的,其苦味和酸味等较弱,对涩味的评价没有影响。对于茶叶香气术语的参考物, Lee 等^[33]提出了绿茶的香气术语参考物,在其建立的 31 个气味术语都给出了参考物和相应的强度尺度评价价值,采用具有典型气味特征的化合物或者食材定义气味术语。这些参考物包括化合物如 2,6 二甲苯环己醇定义霉味;也有直接用食材,如粉碎的薄荷叶定义薄荷气味,还有用食材的萃取物,如用鲜芦笋水

提液定义芦笋气味。这些感官性质术语参考物的建立为评价员的培训和对术语的理解具有至关重要的意义; Alasalvar 等^[34]提出了 11 个红茶的香气术语及其参考物,几乎都是采用化合物来定义,如己烯醛定义青草气,用(R)-芳樟醇定义花香。

3.2.2 绿茶描述分析

定量描述分析(QDA 法)是一种非常有效的描述型感官分析方法,目前 QDA 法广泛运用于食品的研发、检测等方面,是一种具备剖析与描述功能的综合性感官分析方法,对提高产品的感官质量水平是有效的,也是一种实用性很强的质量评价工具^[35]。在对绿茶的风味描述分析感官评价中,一方面,研究者使用定量描述分析对产品的风味感官性质强度进行评价,作为指标研究产品中风味组分、仪器分析与感官性质间的关系。如 Shimoda 等^[36]采用新茶香、焙火香等 11 个香气术语描述蒸青绿茶的香气特征,研究这些感官性质的关键挥发性化合物;金孝芳等^[37]采用定量描述分析评价我国绿茶滋味特征,研究绿茶茶汤中关键呈味组分及其与滋味性质间关系;He 等^[38]采用定量描述分析研究我国绿茶和红茶的滋味特征与电子舌分析间关系;Qin 等^[39]用花香、甜香、果香等 8 个术语对我国绿茶香气进行定量描述分析,研究不同级别绿茶感官性质与电子鼻测定间的相关性。另一方面,研究者采用描述分析比较不同产品的风味特征。童华荣等^[40,41]也对花茶、沱茶等绿茶再加工产品风味感官特征进行定量描述分析,比较不同级别、产地等的感官差异;Lee 等^[42]采用 11 个感官性质的描述分析比较了不同脱咖啡碱绿茶的风味变化,发现超临界 CO₂ 萃取生产的脱咖啡碱绿茶在咖啡碱降低的同时,对绿茶特别重要的花香等感官性质强度显著降低;Lee 等^[43]采用描述分析发现绿茶在贮藏过程中,前 6 个月内几乎无变化,而 12 个月也只是发生轻微变化;Luyen 等^[44]对越南不同产地绿茶的感官性质的描述分析发现,不同产地绿茶在外观、香气、滋味等方面都有显著性差异。

Lee 等^[33]对绿茶风味感官评价进行了全面研究,研究者使用 138 个来自不同国家的绿茶产品,采用的方法建立一套包括有参考物定义的绿茶术语词典,共 33 个术语:包括基本味(甜味、苦味)、口感(涩)及果味、花香、焦味、发酵味等 30 个气味性质术语,并提出了术语的参考物,之后又建立了绿茶感官评价中的茶汤准备程序^[45]。

3.2.3 乌龙茶描述分析

茶叶的风味是影响其消费者接受性的关键要素,茶叶是一种古老的商品,在早期的贸易过程中早已经有感官评价系统存在,用于产品的定价等。对于乌龙茶风味感官分析主要集中于采用描述分析方法对不同级别、品类乌龙茶感官品质特征进行分析比较,研究对产品质量重要的感官性质,提供有意义的数据以保证评价结果的准确性和客观性。陈躬瑞等^[35]采用奶香、草香、花香、火候香、木香、甜香/蜜香、果香、药草香、杂味等香气性质和苦、酸、甘

甜、厚薄度、顺滑、刺激感、清爽、回甘、生津、砂粒感、涩 11 个滋味性质对武夷岩茶标准品进行定量描述分析,比较 6 种岩茶的风味特征;陈淑莉等^[46]建立了包种茶香气感官性质,包括花香、清香、甜香、牛奶香与烘烤香 5 个感官性质,对包种茶的香气进行分析。Yau 等^[47]采用 19 个感官性质(红褐色、黄褐色、澄清度、乌龙茶香气、甜香、大麦茶香、烘烤香、氧化味、肉桂香、金属味、冬瓜汁香、涩、苦、乌龙茶滋味、发酵味、肉桂香、碱味、回甘、回味)进行描述分析,研究了膜处理对乌龙茶饮料的感官品质影响,发现其中的 12 个感官性质对不加糖的乌龙茶饮料感官特性起着关键的贡献作用。

3.2.4 红茶描述分析

描述语的使用可准确定义所研究产品的感官感觉,描述分析方法的运用则能很好的显示出红茶在所评价的感官性质范围内的特性,与其他产品的区别。对于红茶的感官分析主要集中于应用描述分析方法比较不同产品规格差异、研究产品规格性质与理化指标间的关系,探讨影响产品品质的主要因素。Alasalvar 等^[34]用 10 位评价员、10 cm 的线性强度尺度对红茶苦、酸、鲜、涩、焦糖香、黄瓜样、海草味、花香、青草气、油炸气、青香、蜜糖香、麦芽味、玫瑰香、油味等 15 个感官性质进行描述分析,比较 7 个不同级别的土耳其红茶的感官品质,并研究了这些感官性质与化学组分间的关系。Zhang 等^[48]采用 1~9 点强度尺度对红茶涩味进行评价,以研究红茶典型风味组分(儿茶素和茶黄素)与涩味间的相关关系,最后得出茶黄素对红茶茶汤的颜色、亮度的贡献直接影响审评结果,与涩味无相关性,但是儿茶素总量与涩味有显著相关性的结论。Pang 等^[49]通过定量描述分析研究我国滇红工夫红茶的香气特征,并建立了影响这些香气感官性质的关键影响香气化合物;Kumar 等^[50]采用定量描述分析评价红茶的感官品质,比较仪器分析结果预测产品质量的有效性。程焕等^[51]采用浓度、厚度、甘度、鲜度、醇度、涩度、嫩度、陈味、纯正度、火工度等对红茶的感官品质进行评价,发现各种茶样之间的产地和等级间差异主要是鲜度和涩度。

3.3 消费者研究

了解消费者对产品的态度以及对产品规格品质的期望对产品开发与推广、质量控制等都具有特别重要的意义,目前对茶叶及茶产品的消费者研究甚少。Hayakawa 等^[52]采用偏爱测定比较日本女性消费者对绿茶(蒸青、炒青)、红茶、乌龙茶的消费意向;Lee 等^[53]对从中国、日本和泰国等进口到美国的的绿茶进行了消费者接受性研究,并且采用描述分析研究了绿茶的感官性质与消费者接受性间关系。Park^[54]用比较了来自中国、日本、越南、韩国的绿茶的感官质量,结果是日本高品质的玉露绿茶却不符合韩国人的口味,韩国人偏爱于炒青绿茶而不是蒸青绿茶。Cho 等^[55]研究了 500 名饮茶的消费者对茶产品接受性,结果显

示年轻的消费者明显偏爱于选择红茶、绿茶以及乌龙茶,但老年群体中这种趋势是消弱的,绝大部分消费者在没有提供的产品的信息时会更喜爱柠檬味的红茶,但是知道更有益于身体健康的信息时,接受度会倾向于品尝起来会有苦味、涩味的绿茶和乌龙茶。Lee^[56]对各绿茶样品进行描述性分析和消费者接受度检测,偏最小二乘回归(PLS-R)的结果显示大多数的消费者喜欢的绿茶具有较强“甜味”和类似烘烤类的风味,而这种感官特征是制作茎叶混合的茶样在 250 °C 高温烘培时产生的。Lee^[57]研究发现超临界二氧化碳临界萃取过程中不仅减少咖啡因的含量,也降低了茶的一些重要特征风味的含量,消费者被招募为两组进行接受度测试:一组消费各类绿茶,包括热/冷罐装茶,相对而言更喜欢传统绿茶;而二组更喜欢散装绿茶,和脱咖啡因的绿茶。陈晏安^[58]应用描述性统计方法分析了广州乌龙茶的消费者的基本情况,以及现在的乌龙茶消费行为和习惯,在影响茶叶购买行为上主要分析了购买时的影响因素、质量评判标准、消费金额、购买地点等。

4 展望

随着食品感官分析研究与推广应用,有越来越多的研究报告应用于茶叶感官品质的分析,但目前还主要集中于对风味化合物的感官性质及相互作用研究、产品的风味的描述分析以比较感官特征。我国茶叶品类多样,产品风味独具特色,对于茶叶感官分析的现代化还需要继续广泛深入研究:(1)建立完善的各类茶叶描述分析体系,包括风味术语及其实物参考样,建立规范的评价程序,以推动感官分析技术在整个茶叶行业的广泛应用,特别是工业领域的应用,如茶及茶产品的风味研究、产品设计与开发、货架期研究、质量控制等。目前已经有大量传统产品的研究与应用报告,如葡萄酒^[59]、橄榄油^[60]、奶制品^[61]、海产品^[62]等;同时,不同国家对术语词汇的理解与使用有差异^[63-65],因此应该建立中文语汇的风味术语;(2)加强消费者的研究,了解消费者关注的产品感官性质,结合描述分析,建立更客观、更有效的产品感官质量标准、评价程序^[66-68],使得质量控制更具有操作性。

参考文献

- [1] Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices (2nd ed) [M]. New York: Springer-Verlag, 2010.
- [2] 韩北忠,董华荣. 食品感官评价[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009. Han BZ, Tong HR. Food sensory evaluation [M]. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 2009.
- [3] Meelgaard M, Cibille GV, Carr BT. Descriptive analysis techniques-Sensory evaluation techniques (3rd) [M]. Boca Raton: CRC Press, 2006.
- [4] Stone H, Bleibaum R, Thomas H A. Sensory evaluation practices [M]. Academic Press, 2012.

- [5] Scharbert S, Jezussek M, Hofmann T. Evaluation of the taste contribution of theaflavins in black tea infusions using the taste activity concept [J]. *Eur Food Res Technol*, 2004, 218(5): 442–447.
- [6] Scharbert S, Holzmann N, Hofmann T. Identification of the astringent taste compounds in Black Tea infusions by combining instrumental analysis and human bioresponse [J]. *J Agri Food Chem*, 2004, 52(11): 3498–3508.
- [7] Keast RSJ, Roper J. A complex relationship among chemical concentration, detection threshold, and suprathreshold intensity of bitter compounds [J]. *Chem Senses*, 2007, 32(3): 245–253.
- [8] Narukawa M, Kimata H, Noga C, *et al.* Taste characterisation of green tea catechins [J]. *Int J Food Sci Technol*, 2010, 45(8): 1579–1585.
- [9] Narukawa M, Noga C, Ueno Y, *et al.* Evaluation of the bitterness of green tea catechins by a cell-based assay with the human bitter taste receptor hTAS2R39 [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2011, 405(4): 620–625.
- [10] Thorngate JH, Noble AC. Sensory evaluation of bitterness and astringency of 3R(-) - epicatechin and 3S(+) - catechin [J]. *J Sci Food Agric*, 1995, 67(4): 531–535.
- [11] Peleg H, Gacon K, Schlich P, *et al.* Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers [J]. *J Sci Food Agric*, 1999, 79(8): 1123–1128.
- [12] Valentová H, Skrovánková S, Panovská Z, *et al.* Time-intensity studies of astringent taste [J]. *Food Chem*, 2002, 78(1): 29–37.
- [13] Narukawa M, Morita K, Hayashi Y. L-theanine elicits an umami taste with inosine 5'-monophosphate [J]. *Biosci Biotech Biochem*, 2008, 72(11): 3015–3017.
- [14] Kaneko S, Kumazawa K, Masuda H, *et al.* Molecular and sensory studies on the umami taste of Japanese green tea [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(7): 2688–2694.
- [15] Ito Y, Kubota K. Sensory evaluation of the synergism among odorants present in concentrations below their odor threshold in a Chinese jasmine green tea infusion [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2005, 49(1): 61–68.
- [16] Murray JM, Delahunty CM, Baxter IA. Descriptive sensory analysis: past, present and future [J]. *Food Res Int*, 2001, 34(6): 461–471.
- [17] Meilgaard MC, Carr BT, Civille GV. Sensory evaluation techniques [M]. Boca Raton: CRC Press, 2006.
- [18] Heymann H, King ES, Hopfer H. Classical descriptive analysis. In novel techniques in sensory characterization and consumer profiling [M]. Paula Varela, Gastón Ares (eds), CRC Press, 2013.
- [19] ASTM Committee E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Products. Guidelines for the Selection and Training of Sensory Panel Members [M]. Astm International, 1981.
- [20] Lawless HT. Screening panelists using simple sensory tests. laboratory exercises for sensory evaluation [M]. Springer US, 2013.
- [21] 陆松侯, 施兆鹏. 茶叶审评与检验 (第4版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.
- Lu SH, Shi ZP. Sensory Evaluation and inspection of tea (4ed) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2010.
- [22] GBT 14487-2008 茶叶感官审评术语 [S].
- GBT 14487-2008 Terms of tea sensory tests [S].
- [23] Drake MA, Civille GV. Flavor Lexicons [J]. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 2003, 2(1): 33–40.
- [24] McDonnell E, Hulin-Bertaud S, Sheehan EM, *et al.* Development and learning process of a sensory vocabulary for the odor evaluation of selected distilled beverages using descriptive analysis [J]. *J Sens Stud*, 2001, 16(4): 425–445.
- [25] Keane P. The flavor profile. In ASTM manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation [M]. Philadelphia: ASTM, 1992.
- [26] Palmer DH. Multivariate analysis of flavour terms used by experts and non-experts for describing teas [J]. *J Sci Food Agric*, 1974, 25(2): 153–164.
- [27] Togari N, Kobayashi A, Aishima T. Relating sensory properties of tea aroma to gas chromatographic data by chemometric calibration methods [J]. *Food Res Int*, 1995, 28(5): 485–493.
- [28] Rainey BA. Importance of reference standards in training panelists [J]. *J Sens Stud*, 1986, 1(2): 149–154.
- [29] Ishii R, O'Mahony M. Use of multiple standards to define sensory characteristics for descriptive analysis: Aspects of concept formation [J]. *J Food Sci*, 1991, 56(3): 838–842.
- [30] Krasner SW. The use of reference standards in sensory analysis [J]. *Water Sci Technol*, 1995, 31: 265–272.
- [31] Kaneko S, Kumazawa K, Masuda H, *et al.* Molecular and sensory studies on the umami taste of Japanese green tea [J]. *J Agric Food Chem*, 2006, 54(7): 2688–2694.
- [32] Drobna Z, Wismer WV, Goonewardene LA. Selection of an astringency reference standard for the sensory evaluation of black tea [J]. *J Sens Stud*, 2004, 19(2): 119–132.
- [33] Lee J, Chambers DH. A lexicon for flavor descriptive analysis of green tea [J]. *J Sens Stud*, 2007, 22(3): 256–272.
- [34] Alasalvar C, Topal B, Serpen A, *et al.* Flavor characteristics of seven grades of black tea produced in Turkey [J]. *J Agric Food Chem*, 2012, 60(25): 6323–6332.
- [35] 陈躬瑞, 陈躬瑞, 林惠玉, 等. 武夷岩茶的感官定量描述分析 [J]. *中国食品学报*, 2013, (7): 222–228.
- Chen G, Lin H, Liu Z, *et al.* Sensory evaluation of wuyi rock tea by quantitative descriptive analysis [J]. *J Chin Instit Food Sci Technol*, 2013, 13(7): 222–228.
- [36] Shimoda M, Shigematsu H, Shiratsuchi H, *et al.* Comparison of volatile compounds among different grades of green tea and their relations to odor attributes [J]. *J Agric Food Chem*, 1995, 43(6): 1621–1625.
- [37] 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.
- [38] He W, Hu X, Zhao L, *et al.* Evaluation of Chinese tea by the electronic tongue: Correlation with sensory properties and classification according to geographical origin and grade level [J]. *Food Res Int*, 2009, 42(10): 1462–1467.
- [39] Qin Z, Pang X, Chen D, *et al.* Evaluation of Chinese tea by the electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry: Correlation with sensory properties and classification according to grade level [J]. *Food Res Int*, 2013, 53(2): 864–874.
- [40] 童华荣. 茉莉花茶风味描述分析 [J]. *西南农业大学学报, 增刊*, 1993, s8: 93–95.
- Tong HR. Descriptive Sensory Analysis of Jasmine Tea [J]. *J Southwest Agric Univ*, 1993, S8: 93–95.

- [41] 童华荣, 唐多友, 许瑛, 等. 沱茶风味描述感官分析[J]. 西南农业大学学报, 1993, 15(1): 34–37.
Tong HR, Tang DY, Xu Y, *et al.* Descriptive sensory analysis of Tuo Tea [J]. J Southwest Agric Univ, 1993, 15(1): 34–37.
- [42] Lee SM, Lee H, Kim K, *et al.* Sensory characteristics and consumer acceptability of decaffeinated green teas [J]. J Food Sci, 2009, 74(3): S135–S141.
- [43] Lee J, Chambers DH. Flavors of green tea change little during storage [J]. J Sens Stud, 2011, 25(4): 512–520.
- [44] Luyen DHM, Tu HD, Lebailly P, *et al.* Comparison of sensory characteristics of green tea produced in thai nguyen and phu tho province, Vietnam [J]. J Food Sci Eng, 2014, 4: 107–114.
- [45] Lee SM, Chung SJ, Lee OH, *et al.* Development of sample preparation, presentation procedure and sensory descriptive analysis of green tea [J]. J Sens Stud, 2008, 23(4): 450–467.
- [46] 陈淑莉, 区少梅. 包种茶之描述分析[J]. 食品科学(台), 1998, 25(6): 700–713.
Chen SL, Ou SM. Analysis on the organoleptic quality of Taiwan pouchog tea [J]. J Food Sci (Taiwan), 1998, 25(6): 700–713.
- [47] Yau NJN, Huang YJ. The effect of membrane-processed water on sensory properties of Oolong tea drinks [J]. Food Qual Prefer, 2000, 11(4): 331–339.
- [48] Zhang DZ, Kuhr S, Engelhardt UH. Influence of catechins and theaflavins on the astringent taste of black tea brews [J]. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 1992, 195(2): 108–111.
- [49] Pang X, Qin Z, Zhao L, *et al.* Development of regression model to differentiate quality of black tea (Dianhong): correlate aroma properties with instrumental data using multiple linear regression analysis [J]. Int J Food Sci Technol, 2012, 47(11): 2372–2379.
- [50] Kumar PVS, Basheer S. Comparative assessment of tea quality by various analytical and sensory methods with emphasis on tea polyphenols [J]. J Food Sci Technol 2011, 48(4): 440–446.
- [51] 程焕, 贺玮, 赵镭, 等. 红茶与绿茶感官品质与其化学组分的相关性[J]. 农业工程学报, 2012, 28(增刊 1): 375–380.
Cheng H, He W, Zhao L, *et al.* Correlation between sensory attributes and chemical components of black and green tea [J]. Transact CSAE, 2012, 28(Supp.1): 375–380.
- [52] Hayakawa F, Hibi Y. Preference for steamed or roasted green tea in young and elder females [J]. J Integr Stud Dietary Habits, 1995, 6(2): 51–56.
- [53] Lee J, Chambers DH. Descriptive analysis and US consumer acceptability of 6 green tea samples from China [J]. J Food Sci, 2010, 75(2), S141–S147.
- [54] Park JH, Choi HK, Park KH. Chemical components of various green teas on market [J]. J Korean Tea Soc 1998, 4(2): 83–92.
- [55] Cho HY, Chung SJ, Kim HS, *et al.* Effect of sensory characteristics and non-sensory factors on consumer liking of various canned tea products [J]. J Food Sci, 2005, 70(8): s532–s538.
- [56] Lee OH, Lee HS, Sung YE, *et al.* Sensory characteristics and consumer acceptability of various green teas [J]. Food Sci Biotechnol, 2008, 17: 349–356.
- [57] Lee SM, Lee HS, Kim KH, *et al.* Sensory characteristics and consumer acceptability of decaffeinated green teas [J]. J Food Sci, 2009, 74(3): S135–S141.
- [58] 陈晏安. 不同生活型态消费者乌龙茶消费行为分析—以广州消费者为例[D]. 福州: 福建农林大学, 2013
Chen Y A. Oolong tea consumer behavior analysis of different lifestyle consumer—Taking Guangzhou consumers as an example [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2013.
- [59] Jackson RS. Wine Tasting[M]. 2ed. Burlington, Academic Press, 2009.
- [60] Monteleone E, Langstaff S, Olive oil sensory science [M]. New Delhi: Wiley-Blackwell, 2014.
- [61] Clark S, Costello M, Drake M, *et al.* The sensory evaluation of dairy products (2ed) [M]. New York: Springer, 2008.
- [62] Martinsdóttir E, Schelvis R, Hyldig G, *et al.* Sensory evaluation of seafood: general principles and guidelines, in fishery products: quality, safety and authenticity [M]. New Delhi, Wiley-Blackwell, 2009.
- [63] Drake MA., Jones VS., Russell T, *et al.* Comparison of lexicons for descriptive analysis of whey and soy proteins in New Zealand and the U.S.A [J]. J Sens Stud, 2007, 22: 433–452.
- [64] Drake MA., Yates MD, Gerard PD, *et al.* Comparison of differences between lexicons for descriptive analysis of Cheddar cheese flavor in Ireland, New Zealand, and the United States of America [J]. Int Dairy J, 2005, 15: 473–483.
- [65] Hanson JE, Kendall DA, Smith NF. The missing link: Correlation of consumer and professional sensory descriptions [J]. Beverage World, 1983, 102: 108–116.
- [66] Piggott J. Alcoholic beverages. Sensory evaluation and consumer research [M]. Oxford: Woodhead Publishing Limited, 2012.
- [67] Lyon DH, Francombe MA, Hasdell TA. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control (2ed) [M]. Maryland: Aspen Publishers Inc., 2000.
- [68] Kilcast D. Sensory analysis for food and beverage quality control: a practical guide [M]. Woodhead Publishing Ltd., 2010.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



李小嫻, 硕士研究生, 主要研究方向为茶叶生化工程。

E-mail: bantang249@163.com



童华荣, 教授, 主要研究方向为茶学与食品感官科学。

E-mail: thuarong@126.com