

优质祁门红茶滋味特征分析

陈冬¹, 马涛¹, 伞惟林¹, 王昶², 李全宏^{1,*}

(1. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083; 2. 安徽省祁门红茶发展有限公司, 安徽 黄山 245600)

摘要:以祁门红茶中3个不同类型的最高等级样品, 祁门工夫红茶(特茗等级)、祁红香螺(特级等级)和祁红毛峰(特级等级)为优质祁门红茶研究对象, 结合人工感官审评、智能感官分析和化学分析, 探讨优质祁门红茶的滋味特征。人工感官审评结果说明, 3个样品的滋味分属性特征不同, 优质祁门工夫红茶在甜度、鲜爽度、苦涩味、回甘4个分属性上优于优质祁红香螺和祁红毛峰。智能感官分析结果说明, 电子舌可以根据滋味特征有效区分优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰。化学分析结果说明, 3个样品之间, 茶多酚、咖啡碱和游离氨基酸质量分数存在显著性差异($P < 0.05$), pH值无显著性差异($P \geq 0.05$), 其中咖啡碱质量分数与苦涩味呈正相关, 游离氨基酸质量分数与鲜爽度呈正相关, 这与3个样品滋味分属性特征不同相关。

关键词:祁门红茶; 滋味; 人工感官审评; 智能感官分析; 化学分析

Taste Characteristics of Keemun Black Tea

CHEN Dong¹, MA Tao¹, SAN Weilin¹, WANG Chang², LI Quanhong^{1,*}

(1. College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;
2. Anhui Keemun Black Tea Development Co. Ltd., Huangshan 245600, China)

Abstract: In this study, the tasty characteristics of three kinds of premium Keemun black tea, Teming Keemun Gongfu black tea (the top grade), Teji Keemun Xiangluo (the top grade) and Teji Keemun Maofeng (the top grade), were studied by sensory evaluation, electronic sensory analysis and chemical analysis. The results of sensory evaluation showed that the three samples showed different taste attributes. Teming Keemun Gongfu black tea had higher sensory scores for sweetness, freshness and briskness, bitterness, astringency, and sweet aftertaste than the other two samples. Electronic tongue could distinguish the three samples effectively. The chemical analysis showed that there were significant differences in tea polyphenols, caffeine and free amino acids among the three samples ($P < 0.05$), while no significant difference in pH was seen ($P \geq 0.05$). Caffeine was positively correlated with bitterness and astringency. Free amino acids had positive correlation with freshness and briskness. These correlations were due to the different taste attributes among the three samples.

Key words: Keemun black tea; taste; sensory evaluation; electronic sensory analysis; chemical analysis

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201718027

中图分类号: TS272

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2017) 18-0168-07

引文格式:

陈冬, 马涛, 伞惟林, 等. 优质祁门红茶滋味特征分析[J]. 食品科学, 2017, 38(18): 168-174. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201718027. <http://www.spkx.net.cn>

CHEN Dong, MA Tao, SAN Weilin, et al. Taste characteristics of Keemun black tea[J]. Food Science, 2017, 38(18): 168-174. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201718027. <http://www.spkx.net.cn>

我国是世界茶叶主产国, 茶叶生产历史悠久。我国生产的祁门红茶享誉世界, 与斯里兰卡的乌瓦茶和印度大吉岭红茶并称为世界三大红茶。根据DB34/T 1086—2009《祁门红茶》^[1]的规定, 祁门红茶分为祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰, 三者的制作工艺不同, 滋味

也存在一定差异。目前, 国内和国际上鲜见对三者滋味品质的研究和报道。

茶叶的人工感官审评是评价茶叶品质的最主要方法, 也是世界各国对茶叶等级和价格确定的依据。对感官评价的规范和控制, 可以提高产品的质量以及评价

收稿日期: 2017-05-09

基金项目: 祁门红茶特征风味物质识别与风味稳态化研究项目 (201605410610284)

作者简介: 陈冬 (1987—), 女, 博士研究生, 主要从事农产品加工和食品风味化学研究。E-mail: chendong689689@126.com

*通信作者: 李全宏 (1966—), 男, 教授, 博士, 主要从事农产品加工和食品风味化学研究。E-mail: liquanhong66@163.com

的准确度^[2]。茶叶感官审评由具有专业资质的评茶师进行,对茶叶外形、香气、滋味、汤色和叶底等进行感官审评。经过不断改进,我国已逐步形成了较为规范的检验方法,对评茶人员的资质、审评用具、审评环境、审评步骤、计分方式等都有了详细规定,该审评方法也已被国际认可^[3-6],但目前鲜见对祁门红茶滋味属性评价的细则。

人工感官审评虽然能直观反映人的感官评价,但是评价过程耗时长,评价结果易受外界因素和评审员自身条件影响,从而影响评价结果的准确性和客观性^[3,7-8]。电子舌是一种分析、识别液体成分的智能仿生技术,模拟哺乳动物的舌的概念,实现了由仪器“味觉”对产品进行客观分析,能够分辨出酸、甜、苦、辣、咸等各种味道,具有快速、实时、简便、可靠、高灵敏度等特点,已应用于食品、医药和环境等领域^[9-10]。在食品领域主要应用于鉴别、分类、过程监控和品质控制等方面^[11-16]。

因此,本实验以NY/T 787—2004《茶叶感官审评通用方法》^[17]、GB/T 23776—2009《茶叶感官审评方法》^[18]和GB/T 14487—2008《茶叶感官审评术语》^[19]为依据,通过与评茶师商议,制定更加详细的祁门红茶滋味分属性的定义和评审方法,对优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰滋味分属性进行评价,揭示3个不同品系的优质祁门红茶的滋味特征。在人工感官审评的基础上,利用电子舌,从仪器分析水平上揭示优质祁门红茶的滋味特征。同时,对3个不同品系的优质祁门红茶的茶多酚、咖啡碱、氨基酸、pH值、总可溶性固形物(total soluble solid, TSS)理化指标进行测定,从化学成分的角度揭示优质祁门红茶的滋味特征。本实验将化学成分分析、人工感官审评和仪器智能感官审评相结合,为优质祁门红茶滋味评价探索更加科学全面的方法,为优质祁门红茶的鉴定和分析提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

参照Hausch^[20]和Lorjaroenphon^[21]等的原料选择方法,根据企业获奖情况和企业实际生产情况,以安徽省祁门红茶有限公司生产的祁门红茶3个类型的最高等级,即祁门工夫红茶特茗等级、祁红香螺特级等级和祁红毛峰特级等级,作为优质祁门红茶研究对象,每种茶叶各取3个样品。

福林-酚(分析纯)、氨基酸标准品(纯度≥99%)、咖啡碱标准品(纯度≥99%)、甲醇(色谱纯)美国Sigma-Aldrich公司;碳酸钠、茚三酮、氯化亚锡、十二水磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、没食子酸、碱式乙酸铅、浓硫酸、浓盐酸、氯化钠(均为分析纯)北京化学试剂公司。

1.2 仪器与设备

α -ASTREE电子舌检测装置 法国Alpha MOS公司;EY-300A分析天平 日本松下电器公司;CR21GIII离心机(50 mL、15 mL) 日本日立公司;752型紫外分光光度计、WAY-2S阿贝折光仪 上海精密科学仪器有限公司;DELTA pH计 梅特勒(上海)有限公司;W201B型电热恒温水浴锅 上海申生科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 原材料预处理

本研究中茶汤制备方法参照GB/T 23776—2009^[18]并做适当修改。将每种茶叶的3个样品混匀,以四分法取样,称取茶样1 g于沏茶器中,将50 mL煮沸的(100℃)超纯水加入茶叶中,冲泡5 min后,将茶汤收集到三角瓶中,以锡纸覆盖,迅速放置冰浴中冷却至0℃后,放置在冰浴中备用。

1.3.2 滋味分属性评审

参照GB/T 14487—2008《茶叶感官审评术语》^[19],与评审专家讨论后,确定将祁门红茶的滋味分为6种属性,每个属性给定尺度及其代表分值。6种属性的释义和评分标准如表1所示。由7位评茶师根据评审标准给每个样品的不同滋味属性进行打分。

表1 滋味属性的定义及评分标准
Table 1 Definitions and evaluation criteria of taste attributes for tea samples

属性	定义	评分标准
甜度	滋味温和而甜	强5分,较强4分,中等3分,较弱2分,弱1分,无0分
醇厚	口感饱满,抱团,可长时间停留在口腔而无刺激性味道	强5分,较强4分,中等3分,较弱2分,弱1分,无0分
顺滑	下咽时无不适口,不滞口,配合有回甘,久咽不绝	强5分,较强4分,中等3分,较弱2分,弱1分,无0分
鲜爽	清爽,鲜活	高5分,较强4分,中等3分,较弱2分,弱1分,无0分
苦涩	舌面厚,麻口	无5分,微有4分,有3分,明显2分,强1分
回甘	品饮后口腔生津的速度和口腔的感觉	强、迅速5分,强4分,有、较慢3分,慢2分,弱1分,无0分

1.3.3 电子舌实验

本实验采用法国 α -ASTREE电子舌检测装置,检测器由7根传感器(ZA、JB、HA、GA、CA、BB、JE)和Ag/AgCl标准参比电极组成,测试时浸入样品溶液中自动测试。取20 mL茶汤,倒入电子舌专用样品杯中,共执行7次平行实验。电子舌传感器在每个样品中的采集时间为120 s,每秒采集一个数据,选取第120秒所得的稳定数据作为输出值。待测样之间,设置电子舌传感器自动清洗,以超纯水为清洗液。

1.3.4 茶多酚质量分数的测定

茶多酚质量分数的测定参照GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[22]进行,并做适当修改。

标准曲线测定：用移液管分别移取10、20、30、40、50 $\mu\text{g/mL}$ 的没食子酸工作液各1.0 mL于10 mL试管内，在每个试管内分别加入5.0 mL的10%福林-酚试剂，摇匀。反应5 min，加入4.0 mL 7.5% Na_2CO_3 溶液，加水定容至刻度、摇匀。室温条件下放置60 min。用10 mm比色皿、在765 nm波长条件下用分光光度计测定吸光度。所得标准曲线为 $y=0.009\ 13x-0.028\ 83$ ($R^2=0.989\ 13$)

试样母液制备：称取0.2 g（精确到0.001 g）均匀磨碎的茶试样于10 mL离心管中，加入在70 $^{\circ}\text{C}$ 中预热过的70%甲醇溶液5 mL，用玻璃棒充分搅拌均匀湿润，立即转移入70 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中，浸提10 min（隔5 min搅拌1次），浸提后冷却至室温，转入离心机3 500 r/min离心10 min，将上清液转移至10 mL容量瓶。残渣再用5 mL的70%甲醇溶液提取液提取1次，重复以上操作。合并提取液定容至10 mL，摇匀，过0.45 μm 滤膜过滤，待用（该提取液在4 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，最多保存24 h）。

测试液的制备：移取母液1.0 mL于100 mL容量瓶中，用水定容，摇匀，待测。

试液测定：测试液各1.0 mL于10 mL试管内，在每个试管内分别加入5.0 mL的10%的福林-酚试剂，摇匀。反应5 min，加入4.0 mL 7.5% Na_2CO_3 溶液，加水定容至刻度、摇匀。室温条件下放置60 min。用10 mm比色皿、在765 nm波长条件下用分光光度计测定吸光度（ A ）。

空白：用移液管分别移取水1.0 mL于10 mL试管内，在每个试管内分别加入5.0 mL的福林-酚试剂，摇匀。反应5 min，加入4.0 mL 7.5% Na_2CO_3 溶液，加水定容至刻度、摇匀。室温条件下放置60 min。用10 mm比色皿、在765 nm波长条件下用作空白溶液测定。

茶多酚质量分数按公式（1）计算：

$$\text{茶多酚质量分数}/\% = \frac{A \times V \times d}{\text{SLOPE}_{\text{Std}} \times 10^6 \times m} \times 100 \quad (1)$$

式中： A 为样品测试液吸光度； V 为样品提取液体积（10 mL）； d 为稀释因子100； $\text{SLOPE}_{\text{Std}}$ 为没食子酸标准曲线的斜率； m 为样品质量（0.2 g）。

1.3.5 游离氨基酸质量分数的测定

游离氨基酸质量分数的测定参照GB/T 8314—2013《茶 游离氨基酸含量的测定》^[23]方法并做适当修改。

氨基酸标准曲线的制作：分别吸取1 mL氨基酸工作液于一组25 mL比色管中，pH 8.0磷酸盐缓冲液2 mL和2%茚三酮溶液0.5 mL，在沸水浴中加热15 min，冷却后加蒸馏水定容至25 mL，放置10 min后，用5 mm比色杯，于波长570 nm处，以试剂空白溶液作参比，测定吸光度（ A ）。所得标准曲线为 $y=0.439\ 4x-0.009\ 27$ ($R^2=0.996$)

试液制备：称取3 g（准确至0.001 g）磨碎试样于

500 mL锥形瓶中，加沸蒸馏水450 mL，立即移入沸水浴中，浸提45 min（每隔10 min摇动一次）。浸提完毕后立即趁热减压过滤，滤液移入500 mL容量瓶中，残渣用少量热蒸馏水洗涤2~3次，并将滤液滤入上述容量瓶中，冷却后用蒸馏水稀释至刻度，摇匀。

试液测定：准确吸取试液1.0 mL，注入25 mL比色管中，加0.5 mL pH 8.0 磷酸盐缓冲液和0.5 mL 2%茚三酮溶液，在沸蒸馏水浴中加热15 min。待冷却后加蒸馏水定容至25 mL。放置10 min后，用10 mm比色杯，于波长570 nm处，以试剂空白溶液作参比，测定吸光度（ A ）。

游离氨基酸质量分数按公式（2）计算：

$$\text{游离氨基酸质量分数}/\% = \frac{C \times V_1}{1\ 000 \times V_2 \times m} \times 100 \quad (2)$$

式中： C 为根据试样测得的吸光度（ A ），从氨基酸标准曲线上查得的氨基酸相应质量/mg； V_1 为试液总量/mL； V_2 为测定用试液量/mL； m 为试样用量/g。

1.3.6 咖啡碱质量分数的测定

咖啡碱质量分数的测定，参照GB/T 8312—2013《茶 咖啡碱测定》^[24]方法并做适当修改。

咖啡碱标准曲线的制作：分别吸取0、1、2、3、4、5、6 mL咖啡碱工作液于一组25 mL容量瓶中，各加入1.0 mL 0.01%盐酸溶液，用蒸馏水稀释至刻度，混匀，用10 mm石英比色杯，于波长274 nm处，以试剂空白溶液作参比，测定吸光度（ A ）。将测得的吸光度与对应的咖啡碱浓度绘制标准曲线。所得标准曲线为 $y=0.048\ 39x+0.161\ 24$ ($R^2=0.999\ 85$)。

试样：称取3 g（准确至0.001 g）磨碎试样于500 mL锥形瓶中，加沸蒸馏水450 mL，立即移入沸水浴中，浸提45 min（每隔10 min摇动一次）。浸提完毕后立即趁热减压过滤，滤液移入500 mL容量瓶中，残渣用少量热蒸馏水洗涤2~3次，并将滤液滤入上述容量瓶中，冷却后用蒸馏水稀释至刻度，摇匀。

试液测定：准确吸取试液10 mL移入100 mL容量瓶中，加入4 mL 0.01 mol/L盐酸溶液和1 mL碱性乙酸铅溶液，用蒸馏水稀释至刻度，混匀，静置澄清过滤，准确吸取滤液25 mL，注入50 mL容量瓶中，加入0.1 mL 4.5 mol/L硫酸溶液，加蒸馏水稀释至刻度，混匀，静置澄清过滤。用10 mm比色杯，与波长274 nm处，以试剂空白溶液作参比，测定吸光度（ A ）。

咖啡碱质量分数按公式（3）计算：

$$\text{咖啡碱质量分数}/\% = \frac{C \times V \times 100 \times 50}{1\ 000 \times 10 \times 25 \times m} \times 100 \quad (3)$$

式中： C 为根据试样测得的吸光度（ A ），从咖啡碱标准曲线上查得的咖啡碱相应质量浓度/（mg/mL）； V 为试液总量/mL； m 为试样用量/g。

1.3.7 茶汤pH值的测定

使用pH计（精度0.01）测定茶汤的pH值。

1.3.8 TSS质量分数的测定

采用数字阿贝折光仪测定TSS,用蒸馏水调零后,选择温度校正模式,测定样品的TSS质量分数。

1.4 数据处理

所有人工感官审评均由7位评茶师完成,7位评茶师打分结果中,去掉一个最高分和一个最低分,求均值,即为人工感官审评结果。所有化学分析均重复3次。相关性分析采用的Pearson相关性分析。数据统计分析由SPSS 18.0软件和Origin 9.0软件完成。

2 结果与分析

2.1 优质祁门红茶滋味属性结果分析

茶汤滋味由苦、涩、鲜、甜、酸、咸6种味觉元素构成,祁门红茶的滋味以鲜爽醇厚甘甜著称,因此本研究中,主要考察了祁门红茶在甜度、醇厚度、顺滑度、鲜爽度、苦涩度和回甘6个方面的滋味分属性。如图1所示,祁门工夫红茶的甜度、鲜爽、苦涩、回甘、醇厚和顺滑属性评分分别为5、4.8、4.8、4.0、3.8和3.8,说明祁门工夫红茶的甜度强、鲜爽度高、几乎无苦涩感、回甘感强、醇厚度 and 顺滑感较强。祁红香螺的甜度、鲜爽、苦涩、回甘、醇厚和顺滑属性评分分别为4.2、4.2、3.0、3.0、3.6和3.0,说明祁红香螺的甜度较强、鲜爽度较高、有苦涩感、有回甘感、醇厚度较强、顺滑感中等。祁红毛峰的甜度、鲜爽、苦涩、回甘、醇厚和顺滑属性评分分别为3.8、4.2、3.8、3.0、3.8和3.6,说明祁红毛峰的甜度较强、鲜爽度较高、微有苦涩感、有回甘感、醇厚度 and 顺滑感较强。

总体而言,3种红茶在各个滋味分属性上均有相应的特点。在甜度分属性上,祁门工夫红茶最高,祁红毛峰最低。茶叶中的甜味物质主要是可溶性糖和带甜味的氨基酸,可溶性糖包括果糖、蔗糖、麦芽糖、半乳糖、鼠李糖等,带甜味的氨基酸包括,甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、苯丙氨酸、色氨酸、茶氨酸等^[25]。红茶的制作过程中,揉捻会造成细胞破损,细胞内溶物溶出^[26]。祁门工夫红茶和祁红香螺在茶叶成型过程中,揉捻的力度比祁红毛峰大,揉捻时间也比祁红毛峰长,因此祁门工夫红茶和祁红香螺的内溶物比祁红毛峰多,甜度也比祁红毛峰高。在醇厚分属性上,3种红茶相似。顺滑分属性中,祁门工夫红茶与祁红毛峰相似,均高于祁红香螺。鲜爽和回甘分属性中,祁门工夫红茶均高于祁红香螺和祁红毛峰。在苦涩分属性上,苦涩味越低,得分越高,祁红香螺的苦涩味最重,其次是祁红毛峰,苦涩味最小的是祁门工夫红茶。茶叶中涩味的主要呈味成分是茶多酚,

茶多酚质量分数多少,以及糖类、氨基酸类物质与茶多酚的协同和抵消作用均会对涩味的评分产生影响^[27]。综合滋味各分属性评分,祁门工夫红茶在滋味的各分属性评分上,均高于祁红香螺和祁红毛峰的评分,祁红毛峰在滋味的各分属性的评分之和大于祁红香螺。

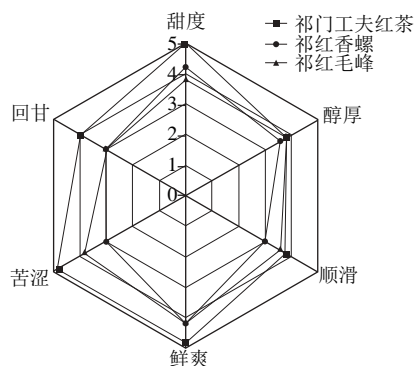


图1 祁门红茶滋味属性雷达图

Fig. 1 Spider plot for taste scores of Keemun black tea

2.2 优质祁门红茶电子舌智能感官分析结果

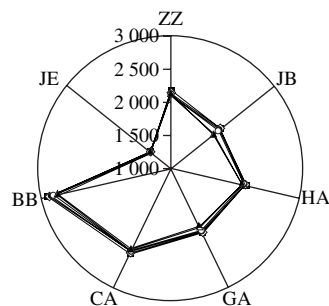
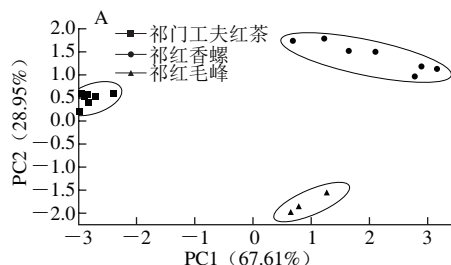
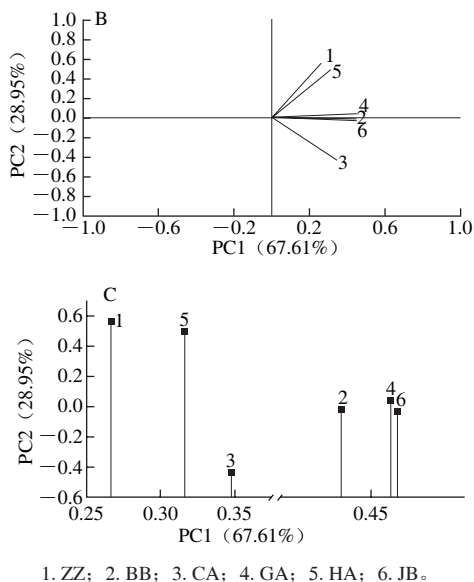


图2 祁门红茶电子舌传感器响应值

Fig. 2 Electronic tongue response to Keemun black tea

电子舌的检测器由7根传感器(ZA、JB、HA、GA、CA、BB、JE)组成,7根传感器对“酸、甜、苦、咸、鲜”味道具有交叉敏感性,即每根传感器对多类物质均有响应,但敏感度有差异。如图2所示,JE传感器的响应值显著低于其他6个传感器,对于本研究中的样品而言,属于不敏感传感器,为了消除不敏感传感器对其他传感器结果的弱化,本研究选择了ZA、JB、HA、GA、CA、BB传感器的响应值进行分析。





1. ZZ; 2. BB; 3. CA; 4. GA; 5. HA; 6. JB。

图3 祁门红茶电子舌PCA (A) 和载荷图 (B、C)

Fig. 3 Principal component analysis (A) and loading plot (B, C) of Keemun black tea measured by electronic tongue

电子舌不同感应器对样品的响应值是对样品智能感官特征所呈现的综合信息, 实际上是多维的复杂的数据信息, 为了简洁清楚的呈现样品智能感官特征, 需要利用化学计量学工具对复杂而庞大的多维数据进行分析处理。主成分分析 (principal components analysis, PCA) 是一种无监督分析, 可以在未知样品分类信息的情况下将样品进行聚类分组。PCA通过将多指标 (多维) 的信息进行数据转换和降维, 并对降维之后的特征向量进行线性分类, 然后在PCA得分图上显示主要的二维得分图, 当所得主成分总贡献率超过85%时, 此方法可使用。

如图3A所示, PC1的贡献率为67.61%, PC2的贡献率为28.95%, 总贡献率为96.56%, 超过了85%, 因此电子舌可以很好地用于定性分析优质祁门红茶, 可以快速区分优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰。Lvova等^[12]曾报道, 电子舌可将不同种类的绿茶清晰地区分开。He Wei等^[3]在电子舌对红茶的研究中发现, 电子舌可将不同产地的红茶区分开。Gao Lin等^[8]在电子舌对普洱茶的应用研究中发现, 电子舌能够有效地区分不同产地以及不同树种的普洱茶。

在滋味属性人工感官审评中, 3种红茶存在一定差异, 而智能感官中的电子舌分析也可以实现从滋味上区分3种红茶, 说明电子舌和人工感官审评都能实现对优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰的区别。

PCA将原有的各感应器响应值变量进行降维处理, 最终主要以PC1和PC2进行表示, 因此各感应器的响应值与PC1和PC2都具有一定的相关性。载荷分析可进行主成分与各感应器的原始响应值的相关性分析, 载荷图可反

映不同主成分与各个变量间的相关程度, 根据载荷图可判断变量对样品区分的影响和代表性的大小, 位点坐标表示变量在主成分上的比例大小, 主成分对该变量信息的代表性也越大, 相关系数越高。

如图3B、C所示, ZZ、GA和HA感应器相比其他感应器能更好的代表祁红香螺的信息, 可提供区分祁红香螺的主要信息。BB、CA和JB感应器相比其他感应器能更好的代表祁红毛峰的信息, 可提供区分祁红毛峰的主要信息。对于祁门工夫红茶而言, ZZ、GA和HA感应器可提供祁门工夫红茶的部分信息。

2.3 优质祁门红茶滋味成分分析

茶多酚、咖啡碱、游离氨基酸是与茶叶品质密切相关的3类化合物^[28]。如表2所示, 3种红茶茶多酚和游离氨基酸质量分数相似, 咖啡碱的平均质量分数为3.37%, 小于茶多酚和游离氨基酸的质量分数。He Wei等^[3]也曾报道, 红茶中的茶多酚质量分数高于咖啡碱。官兴丽等^[29]曾报道, 咖啡碱是茶叶中质量分数最高的生物碱, 在茶叶中的质量分数一般在2%~4%范围内。这些研究结果均与本研究中的研究结果相似。

表2 祁门红茶滋味成分分析 (n=3)

Table 2 Concentrations of taste compounds of Keemun black tea (n=3)

样品	茶多酚 质量分数/%	咖啡碱 质量分数/%	游离氨基酸 质量分数/%	pH	TSS 质量分数/%
祁门工夫红茶	7.05±0.30 ^b	3.30±0.01 ^b	7.63±0.00 ^a	5.84±0.02 ^a	0.22±0.01 ^b
祁红香螺	9.46±0.49 ^a	3.09±0.01 ^c	6.23±0.04 ^c	5.86±0.02 ^a	0.23±0.01 ^b
祁红毛峰	6.26±0.06 ^c	3.72±0.00 ^a	7.56±0.04 ^b	5.84±0.01 ^a	0.34±0.01 ^a

注: 同列不同肩标小写字母表示在95%置信水平差异显著。

如表2所示, 3种红茶之间, 茶多酚质量分数存在显著性差异 ($P<0.05$)。茶多酚是多酚类物质及其衍生物质的总称, 是茶汤中涩味的主要来源, 会在茶叶制作的萎凋、揉捻、发酵过程中, 从破损的细胞中释放出来, 同时也会在酶的作用下, 发生酶促氧化、降解或聚合反应, 最终未氧化的多酚物质、已氧化的多酚氧化物、已转化了的不溶物同时存在于茶叶中^[30]。茶叶制作的揉捻过程中, 细胞会在萎凋基础上发生进一步破裂, 茶多酚和酶会更多的从细胞中溶出, 在氧气和酶的作用下, 茶多酚质量分数以及茶多酚的种类将会在揉捻过程中发生变化。虽然3种茶都属于祁门红茶, 但是加工制作中揉捻力度不同, 时间不同, 细胞内的酶溶出量和酶激活程度不同, 茶多酚的溶出量不同, 氧化程度也不同, 因此3个样品之间茶多酚质量分数存在一定差异。

茶多酚是茶汤中涩味的主要来源, 但在3种红茶样品中, 茶多酚的质量分数与滋味属性中的苦涩味评分呈负相关, 如表3所示, 但是不显著且显著性低 (0.53), 这是因为茶汤的苦涩, 是多种物质共同作用产生的。酯型儿茶素和黄酮类, 虽然在茶汤中的表现主要是涩味, 但也具有弱苦味剂的效应, 儿茶素类成分在茶汤中能与喹

呤碱类成分形成氢键络合物,减轻茶汤的苦味和涩味^[31]。茶叶中的氨基酸和可溶性糖等鲜甜物质,能拮抗而抵消茶的茶叶中的苦涩味,可以在一定程度上缓解茶汤的苦味和涩味,这些物质俗称协调成分^[31]。当多酚类、氨基酸二者的含量都高而比值低时,味感浓而鲜爽,当二者质量分数高比值也高,则味浓而涩;若二者含量低,比值高,则味淡涩;若茶多酚含量低,氨基酸含量高,酚氨比低,则味淡而鲜爽;若茶多酚含量高,氨基酸含量低,酚氨比高,则味浓而苦涩^[32]。因此,茶汤的苦涩感,与苦涩成分及苦涩成分与其他滋味成分之间的协调关系紧密相关。茶多酚虽然是构成茶汤苦涩味的主体,但滋味是味觉器官对滋味成分错综复杂的综合反应,苦涩味也不是茶多酚一个滋味成分决定的,是多种物质共同的结果。

表3 祁门红茶主要滋味成分与滋味属性的相关性分析 ($n=3$)

Table 3 Correlations between taste compounds and taste attributes ($n=3$)

指标	茶多酚质量分数 与苦涩味	咖啡碱质量分数 与苦涩味	游离氨基酸质量 分数与鲜爽度
相关系数	-0.68	0.27	0.54
显著性	0.53	0.83	0.64

如表2所示,3种红茶样品之间,咖啡碱质量分数差异显著($P<0.05$)。茶叶中的苦味物质主要是咖啡碱、花青素、茶皂素等,其中以咖啡碱质量分数最高,因此,咖啡碱是茶叶苦味的主要来源^[33]。如表3所示,咖啡碱与苦涩味呈正相关。滋味分属性人工感官审评中,祁红香螺的苦涩感最强,这可能是因为祁红香螺中的茶氨酸和咖啡碱质量分数之和在3个样品中最高。

如表2所示,3种红茶样品之间,游离氨基酸质量分数也存在显著性差异($P<0.05$)。茶叶中氨基酸,是指有 α -氨基的有机酸,可以作为底物,在茶叶的制作过程中,通过降解和转化生成香气成分和其他滋味成分,也会在干燥过程中通过美拉德反应,生成风味成分^[23]。3种红茶加工工艺的差异会引起氨基酸在3个样品中反应和变化不同,因此,3个样品中游离氨基酸质量分数不同。如表3所示,游离氨基酸与鲜爽度呈正相关。游离氨基酸是茶汤中鲜味的主要来源,在红茶的发酵过程中,蛋白质不断水解形成游离氨基酸,随着发酵氧化的深入,一部分游离氨基酸会形成相应的醛和聚合物,游离氨基酸的相对质量分数有所下降,但增进了茶汤的鲜爽度^[34]。

如表2所示,3种红茶样品之间,pH值无显著性差异($P\geq 0.05$)。茶汤的酸碱度取决于游离的氢离子和氢氧根离子浓度,通常茶汤中游离的氢离子的浓度大于游离的氢氧根离子,所以茶汤呈弱酸性^[35]。茶汤的pH值主要与茶叶原料的嫩度和发酵程度存在一定的相关性^[23]。3种红茶样品的原料和发酵程度相同,因此,虽然是3个不同类型的祁门红茶,但pH值没有显著性差异。TSS主

要反映了水溶性糖的质量分数,祁门工夫红茶和祁红香螺样品之间的TSS无显著性差异($P\geq 0.05$),祁红毛峰的TSS质量分数显著高于祁门工夫红茶和祁红香螺($P<0.05$),这应该与加工过程多糖降解和水溶性糖的释放有关系。糖类物质是甜味的主体,但不是茶汤的主要呈味物质,不过它们可以在一定程度上缓解茶汤的苦味和涩味,调节茶叶的滋味^[31]。

因为3种红茶样品之间,主要滋味成分茶多酚、咖啡碱和游离氨基酸均存在一定差异,并且滋味是茶叶中多种成分共同作用的结果,因此3种红茶样品具有各自独特的滋味属性,这与人工感官滋味分属性分析和电子舌智能感官分析的结果一致。

3 结论

本实验制定了祁门红茶滋味分属性的定义和评审方法,优质祁门工夫红茶在各滋味分属性上的得分均高于优质祁红香螺和祁红毛峰,三者 in 滋味分属性上各有特点,滋味分属性感官分析可以区分三者。电子舌作为智能感官分析手段,对不同滋味特征的样品会有产生不同的响应值,利用PCA可有效区分优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰,也可作为区分三者的方法。优质祁门工夫红茶、祁红香螺和祁红毛峰之间,3个重要滋味成分,茶多酚、咖啡碱和游离氨基酸质量分数存在显著性差异($P<0.05$),相关性分析证明了优质祁门红茶的滋味是由多种成分共同作用的结果,化学成分分析说明了三者在滋味分属性上会有不同的表现,这与人工感官审评和电子舌智能感官分析的结果一致。本研究将为优质祁门红茶的鉴定和分析提供技术手段,为祁门红茶进一步的研究提供理论基础。

参考文献:

- [1] 安徽省质量技术监督局. 祁门红茶: DB34/T 1086—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 2.
- [2] 霍红. 模糊数学在食品感官评价质量控制方法中的应用[J]. 食品科学, 2004, 25(6): 185-188. DOI:10.3321/j.issn:1002-6630.2004.06.049.
- [3] HE Wei, HU Xiaosong, ZHAO Lei, 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 Research International, 2009, 42(10): 1462-1467. DOI:10.1111/j.1365-2621.2012.03112.x.
- [4] PANG Xueli, QIN Zihan, ZHAO Lei, 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]. International Journal of Food Science and Technology, 2012, 47(11): 2372-2379. DOI:10.1111/j.1365-2621.2012.03112.x.
- [5] QIN Zihan, PANG Xueli, CHEN Dong, 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 Research International, 2013, 53(2): 864-874. DOI:10.1016/j.foodres.2013.02.005.

- [6] ADNAN M, AHMAD A, AHMED A, et al. Chemical composition and sensory evaluation of tea (*Camellia sinensis*) commercialized in Pakistan[J]. Pakistan Journal of Botany, 2013, 45(3): 901-907.
- [7] CHEN Quansheng, ZHAO Jiewen, CHEN Zhe, et al. Discrimination of green tea quality using the electronic nose technique and the human panel test, comparison of linear and nonlinear classification tools[J]. Sensors and Actuators B Chemical, 2011, 159(1): 294-300. DOI:10.1016/j.snb.2011.07.009.
- [8] GAO Lin, BIAN Minxian, MI Ruifang, et al. Quality identification and evaluation of Pu-erh teas of different grade levels and various ages through sensory evaluation and instrumental analysis[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2016, 51(6): 1338-1348. DOI:10.1111/ijfs.13103.
- [9] GAY M, APETREI C, NEVARES I, et al. Application of an electronic tongue to study the effect of the use of pieces of wood and micro-oxygenation in the aging of red wine[J]. Electrochimica Acta, 2010, 55(22): 6782-6788. DOI:10.1016/j.electacta.2010.05.090.
- [10] 王茹, 田师一. 模式识别技术在电子舌中的应用与发展[J]. 食品科技, 2009, 34(2): 108-112.
- [11] IVARSSON P, HOLMIN S, HOJER N, et al. Discrimination of tea by means of a voltammetric electronic tongue and different applied waveforms[J]. Sensors and Actuators B Chemical, 2001, 76(1/2/3): 449-454. DOI:10.1016/S0925-4005(01)00583-4.
- [12] LVOVA L, LEGIN A, VLASOV Y, et al. Multicomponent analysis of korean green tea by means of disposable all-solid-state potentiometric electronic tongue microsystem[J]. Sensors and Actuators B Chemical, 2003, 95(1/2/3): 391-399. DOI:10.1016/S0925-4005(03)00445-3.
- [13] GORJANOVIĆ S, NOVAKOVIĆ M, VUKOSAVLJEVIĆ P, et al. Polarographic assay based on hydrogen peroxide scavenging in determination of antioxidant activity of strong alcohol beverages[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(14): 8400-8406. DOI:10.1021/jf101158j.
- [14] ALIT M, TUDU B, DUTTS P K, et al. Classification of black tea taste and correlation with tea taster's mark using voltammetric electronic tongue[J]. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2010, 59(8): 2230-2239. DOI:10.1109/TIM.2009.2032883.
- [15] GHOSH A, BAG A K, SHARMA P, et al. Monitoring the fermentation process and detection of optimum fermentation time of black tea using an electronic tongue[J]. IEEE Sensors Journal, 2015, 15(11): 6255-6262. DOI:10.1109/JSEN.2015.2455535.
- [16] 雷勇杰, 章桥新, 张覃轶. 电子舌常用传感器研究进展[J]. 传感器与微系统, 2007, 26(2): 4-7. DOI:10.3969/j.issn.1000-9787.2007.02.002.
- [17] 农业部. 茶叶感官审评通用方法: NY/T 787—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 1-4.
- [18] 国家质量监督检验检疫总局. 茶叶感官审评方法: GB/T 23776—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 2-15.
- [19] 国家质量监督检验检疫总局. 茶叶感官审评术语: GB/T 14487—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 28-32.
- [20] HAUSCH B J, LORJAROENPHON Y, CADWALLADER K R. Flavor chemistry of lemon-lime carbonated beverages[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(1): 112-119. DOI:10.1109/PLASMA.2009.5227282.
- [21] LORJAROENPHON Y, CADWALLADE K R. Characterization of typical potent odorants in cola-flavored carbonated beverages by aroma extract dilution analysis[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(3): 769-775. DOI:10.1021/jf504852z.
- [22] 国家质量监督检验检疫总局. 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法: GB/T 8313—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 3-5.
- [23] 国家质量监督检验检疫总局. 茶 游离氨基酸含量的测定: GB/T 8314—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 2-3.
- [24] 国家质量监督检验检疫总局. 茶 咖啡碱测定: GB/T 8312—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013: 1-3.
- [25] 王汉生. 茶叶色、香、味的化学基础[J]. 广东茶叶, 2005(2): 39-41.
- [26] 文勇. 祁红的香气形成与加工工艺研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2002: 1-6.
- [27] 杨贤强, 王岳飞, 陈留记. 茶多酚化学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 134-201.
- [28] 徐立恒, 吕进, 林敏, 等. 茶叶中3种主要组分的近红外光谱分析作为茶叶质量的快速评定方法[J]. 理化检验: 化学分册, 2006, 42(5): 334-336. DOI:10.3321/j.issn:1001-4020.2006.05.004.
- [29] 官兴丽, 刘跃云. 茶叶咖啡碱的功效及含量测定研究进展[J]. 福建茶叶, 2012(3): 5-8. DOI:10.3969/j.issn.1005-2291.2012.03.002.
- [30] 王秀梅. 祁门红茶加工过程中代谢谱分析及其品质形成机理研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012: 6-9.
- [31] 边孟贤. 普洱茶滋味品质仪器分析及与感官审评的相关性研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014: 15-33.
- [32] 程启坤, 阮宇成, 王月根, 等. 绿茶滋味化学鉴定法[J]. 茶叶科学, 1985, 5(1): 7-17. DOI:10.13305/j.cnki.jts.1985.01.002.
- [33] 曾永强, 康乐民. 浅谈茶叶的色、香、味[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2013(4): 33-34. DOI:10.3969/j.issn.1007-1253.2013.04.017.
- [34] 刘玉芳, 杨春, 林朝赐. 发酵时间对工夫红茶品质的影响研究初报[J]. 福建茶叶, 2008, 30(2): 21-22. DOI:10.3969/j.issn.1005-2291.2008.02.009.
- [35] 沈培和. 茶汤的pH值[J]. 中国茶叶, 1985(3): 12-13.