

基于电子舌技术的红茶滋味品质评价

王银诚^{1,2}, 袁海波^{1*}, 李 佳¹, 滑金杰¹, 董春旺¹, 王近近¹, 李 山¹, 江用文¹

(1. 中国农业科学院茶叶研究所, 国家茶产业工程技术研究中心, 杭州 310008;

2. 中国农业科学院研究生院, 北京 100081)

摘要: **目的** 研究电子舌技术在红茶滋味品质评价上的应用, 探索电子舌评价结果同人工感官滋味审评结果间的关系。 **方法** 采用电子舌传感器响应值及滋味分值结合主成分分析、聚类分析等方法进行红茶滋味的评价, 并同人工感官滋味结果进行比较; 绘制滋味雷达图、酸鲜味等级评价图、滋味分属性间及感官滋味的相关性表。 **结果** 利用电子舌测定的数据结合主成分分析和聚类分析对茶样进行的分类结果同感官滋味分类结果一致; 不同类别间的茶样滋味特点不同, 滋味口感好的茶样鲜味强度高而苦涩味值低; 分属性滋味间的相关性显著。 **结论** 电子舌技术在红茶滋味的评价上有较好的应用, 可以定性的区分不同滋味等级的茶样, 且能定量的给出不同茶样间的酸、甜、苦、咸、鲜滋味的相对强度分值。

关键词: 电子舌技术; 红茶滋味; 滋味分属性

Evaluation of taste quality of black tea based on electronic tongue technology

WANG Yin-Cheng^{1,2}, YUAN Hai-Bo^{1*}, LI Jia¹, HUA Jin-Jie¹, DONG Chun-Wang¹, WANG Jin-Jin¹,
LI Shan¹, JIANG Yong-Wen¹

(1. Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, National Engineering Research Center for Tea Processing, Hangzhou 310008, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the application of electronic tongue technology in the taste quality evaluation of black tea and explore the relationship between the results of electronic tongue evaluation and the sensory taste of artificial senses. **Methods** The black tea taste was evaluated by the taste and flavor scores of the electronic tongue sensors combined with the principal component analysis and clustering analysis. The results were compared with those of the artificial sensory taste. The correlation table of the taste of the radar map, taste level evaluation map, and the correlation table of sub-attributes tastes and sensory tastes were made. **Results** The classification results of tea samples by sensory taste were consistent with that by using the data measured by electronic tongue combined with the principal component analysis and clustering analysis. The tea samples of different categories had different taste characteristics, and the umami flavor intensity with good taste was high with low intensity of bitter taste. There was a significant correlation between sub-attributes and taste. **Conclusion** The

基金项目: 浙江省“三农六方”科技协作计划项目(SN2014017)、国家茶叶产业技术体系红茶加工岗位项目(CARS-23)、中国农业科学院科研经费项目(201205)、国家自然科学基金项目(31471651)

Fund: Supported by the “San Nong Liu Fang” Science and Technology Cooperation Project of Zhejiang Province (SN2014017), the National Tea Industry Technology System of Black Tea Processing Post Project (CARS-23), the Research Fund Project of Chinese Academy of Agricultural Sciences (201205) and the National Natural Science Foundation of China (31471651)

*通讯作者: 袁海波, 副研究员, 主要研究方向为茶叶加工与质量控制。E-mail: 192168092@tricaas.com

*Corresponding author: YUAN Hai-Bo, Associate Researcher, Tea Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Tea Processing Engineering of Zhejiang Province, Hangzhou 310008, China. E-mail: 192168092@tricaas.com

electronic tongue technology has a good application in the evaluation of the taste of black tea. It can distinguish tea samples with different taste levels qualitatively and provide the relative intensity scores of sourness, sweetness, bitterness, saltiness, and umami quantitatively.

KEY WORDS: electronic tongue technology; black tea taste; sub-attribute taste

1 引言

作为一种饮品, 滋味是构成红茶品质的重要因子。目前, 对茶汤滋味品质的评判主要通过有经验的专业评茶师进行, 主观性强, 重复性较差。电子舌技术是近些年兴起的一种智能识别滋味的新型分析识别检测手段, 其在酒类^[1-3]、肉类^[4]、饮料^[5]、茶类^[6-10]等方面应用较多。法国阿默思公司生产的 Astree 电子舌是目前使用较为成熟的电子舌之一, 其第五套传感器^[11](SRS, BRS, SWS, STS, UMS, GPS, SPS)为相对专一性的传感器, 测量样品基本五味(即酸、甜、苦、咸、鲜)的味觉强度, 使每个味觉指标量化并对每一个味觉信息提供 0~12 分的相对强度值, 其检测限可达 10^{-7} , 较人舌敏感度高 2~3 个数量级^[12-14], 能够有效克服人工感官滋味审评的缺点, 具有高重复性、灵敏性、可靠性等优势。结合电子舌对茶类滋味品质进行评价的文献较少, 多是利用电子舌对茶类进行不同等级的区分、地理位置的鉴别、茶叶内含成分含量的分析及茶饮料的区分^[6-10, 15], 针对红茶滋味评价的文献较少。本研究以宜红工夫茶为材料, 结合电子舌技术及人工感官滋味审评, 评价电子舌在红茶滋味评价上的应用效果, 确定电子舌评价滋味同人工审评结果间的相关性, 为今后用此电子舌技术评价

不同冲泡处理的茶汤滋味提供基础。

2 材料与方法

2.1 试验材料

16 个宜红工夫茶样品是从湖北省宜昌地区收集而来的商品茶, 其茶样信息见表 1。

2.2 试验仪器

α -Astree 电子舌系统(法国 Alpha MOS 公司), 包含: 第五套电子舌传感器, 即 5 根特定的滋味传感器 SRS(酸)、SWS(甜)、BRS(苦)、STS(咸)、UMS(鲜)和 2 根复合味觉传感器 GPS、SPS, 氯化铝参比电极, Alphasoft V12 控制及化学计量学软件; DK-S26 型电热恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司)。

2.3 试验方法

2.3.1 茶汤制备

对 16 个宜红工夫茶样进行的冲泡方式是: 每个茶样准确称取 3 g, 用 150 mL 沸水冲泡 5 min, 茶汤用 400 目滤布过滤, 冷却至室温($25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)后进行电子舌数据采集, 每个样品进行 7 次平行操作。

表 1 宜红工夫茶样品信息
Table 1 Information of Yihongcongoublack tea samples

茶样编号	茶叶名称	级别	生产日期	生产公司
1	五峰宜红茶	一级	2015 年春	湖北五峰茶业有限责任公司
2	白溢春五峰红	一级	2015 年春	湖北五峰白溢春茶业有限公司
3	武陵山五峰红	一级	2015 年春	五峰武陵山茶业股份公司
4	饮博士宜红	特级	2015 年春	湖北宜都市安明有机富锌茶业有限公司
5	鄂宜红茶	特级	2015 年春	湖北采花茶业有限公司
6	廪君牌清江红茶	一级	2015 年春	湖北长阳廪君茶叶专业合作社
7	宜牌宜红茶	一级	2015 年春	五峰宜红茶都有限公司
8	采花红茶	一级	2015 年春	湖北采花茶业有限公司
9	宜牌宜红工夫	特级	2015 年春	湖北宜红茶业有限公司
10	宜红牌满江红	特级	2015 年春	湖北邓村绿茶集团有限公司
11	楚红工夫红茶(韵)	特级	2015 年春	萧氏茶业集团有限公司
12	宜红工夫茶	特级	2015 年春	萧氏茶业集团有限公司
13	中国茗品红茶	二级	2015 年春	萧氏茶业集团有限公司
14	楚红工夫红茶(品)	特级	2015 年春	萧氏茶业集团有限公司
15	特级芽红楚红工夫	特级	2015 年春	萧氏茶业集团有限公司
16	茶博士三品红	特级	2015 年春	宜都市潘家湾富锌茶业有限公司

2.3.2 电子舌检测方法

为确保检测数据的可靠性和稳定性^[16], 先对电子舌进行自检、传感器活化、校准、诊断等操作, 全部通过后对样品检测方法、检测序列、清洗程序等参数进行设置。茶汤样品置于电子舌专用烧杯中, 每杯茶汤样品量为 100 mL。设置茶汤数据采集时间为 120 s, 每秒采集一个数据, 取第 120 s 时的稳定数据作为输出值。每 2 个茶汤样品间放置同样体积的纯水进行传感器的清洗, 清洗采集时间是 20 s。每个茶汤样品重复测定 7 次, 选取后 3 次的稳定测量数据作为统计分析的原始数据。

2.3.3 感官滋味评定

由高级评茶师、高级评茶员组成的 5 人评茶小组, 对 2.3.1 中制备的茶汤依据标准 GB/T 23776-2009^[12]中的规定对其滋味进行感官密码评定, 给出具体的滋味描述并进行打分, 分数为百分制。

2.3.4 数据处理

应用 SPSS18.0 进行单因素方差分析(one-way ANOVA)及聚类分析、相关性分析; 应用 SIMCA-P⁺11 软件进行主成分分析; 应用电子舌分析软件 AlphasoftV12.3 进行 16 个茶样 7 根传感器响应信号值的雷达图的绘制。

3 结果与分析

3.1 电子舌传感器响应信号强度分析

电子舌的 7 根传感器每根都对 16 种茶汤有特定的响应信号值, 由图 1 响应信号值的雷达图可知, 7 根传感器中除 STS 外均对 16 种茶汤有较好的响应; STS 是对咸味呈味物质最敏感的一根传感器, 图中显示的信号值为负值, 说明这 16 种茶汤中几乎没有咸味贡献物。由图 1 也能看出 16 种茶汤样品的传感器响应轮廓图极其相似, 但在强度上存在差异, 需进行传感器响应值方差分析确认。

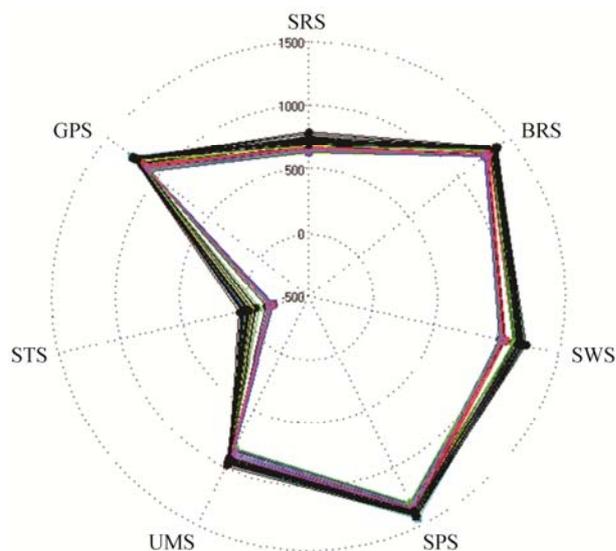


图 1 传感器响应强度雷达图

Fig. 1 The radar map of the sensor response signal values

3.2 电子舌传感器响应信号值方差分析

对电子舌 7 根传感器的响应信号值作单因素方差分析, 结果见表 2。从表 2 可看出, 各传感器间的组间误差比组内误差大得多, 说明误差主要来源于各传感器。各传感器的方差分析显著性水平都小于 0.001, 说明不同品牌的宜红工夫茶的茶汤对各传感器响应信号值有极显著影响, 即根据各传感器对茶汤的响应值能够将 16 种茶样明显区分开。

3.3 电子舌传感器响应信号值主成分分析及感官滋味结果

16 种不同品牌的宜红工夫茶在主成分图上有很明显的区分, 见图 2。前两个主成分 PC1、PC2 分别反映样品原有信息的 89.37%、6.98%, 表明 PCA 分析可以反映样品的

表 2 各传感器的单因素方差分析结果

Table 2 Results of one-way ANOVA analysis of variance of each sensor

传感器	F 值	均方根误差		显著性水平
		组间	组内	
SRS	228.782	5284.224	23.097	
GPS	165.839	10577.466	63.782	
STS	405.351	24980.708	61.627	
UMS	171.968	5523.001	32.116	$P < 0.01$
SPS	72.992	2862.953	39.223	
SWS	63.257	14492.146	229.1	
BRS	229.653	5946.501	25.893	

综合信息。PCA 图上样品点之间的距离远近代表样品间滋味品质的差异大小；编号为 5、12、14、15、16 的茶样聚集在一起，在图上的左边，为 A 类；编号为 4、9、10、11 的茶样大致聚在一起，在图的上方，为 B 类；编号为 1、2、3、6、7、8 的茶样聚集在右边，为 C 类；编号为 13 的茶样位于图的下方，为 D 类。结合表 3 感官审评滋味结果可知，人工感官审评结果同传感器响应值主成分分析结果一致，根据滋味分值也能将 16 种品牌宜红茶样分为 4 类；滋味分值在 87~92 间，滋味口感最佳的茶样是 A 类茶；其次是 B 类茶；滋味分值为 84 分或 85 分的茶样是 C 类茶；D 类茶滋味分值最低，为 77 分，由于带有陈闷味而滋味口感最差。

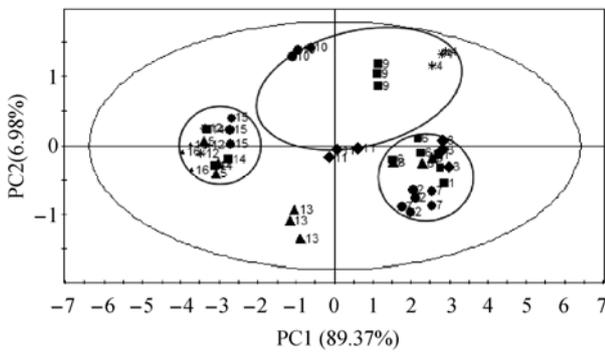


图 2 16 种宜红工夫茶的主成分得分图

Fig. 2 Score map of PCA of 16 kinds of Yihong congou black tea

3.4 电子舌滋味强度分值分析

将茶汤在每根传感器上的响应值转换成 0~12 分的滋味强度分值，并将分值按照间隔 60°均匀排列在圆周上(图 3)，其中 SRS、STS、UMS、SWT、BRS、SPS、GPS 分别代表酸味、咸味、鲜味、甜味、苦味及两种复合味值。轮廓相似，代表滋味类型的强度值类似。

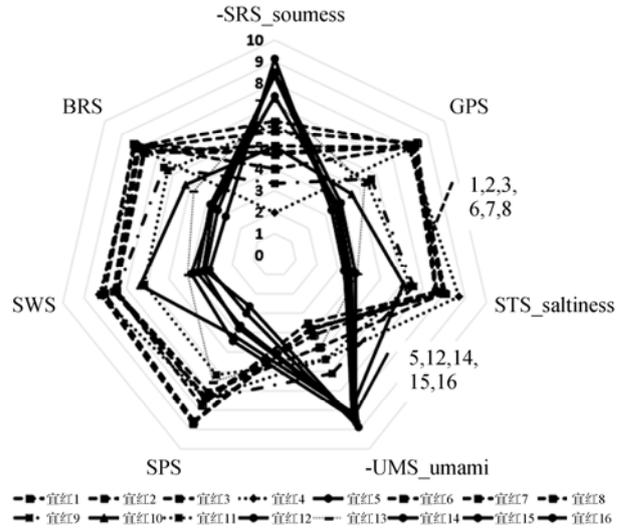


图 3 16 种宜红工夫茶滋味雷达图

Fig.3 The taste radar map of 16 kinds of Yihong congou black tea

结合前面主成分分析和感官滋味分析，将 16 种茶分成 4 类，由图 3 可知，口感最佳的 A 类茶(编号为 5、12、14、15、16)滋味分值轮廓相似，呈上下两边稍长的近“梭形”，特点是酸鲜味值较高、其他几种味值较低，鲜味值都在 8.2 以上，酸味值在 7.4~9 之间，同时甜苦及两综合味值都在 4 以下；口感较差的 C 类茶(编号为 1、2、3、6、7、8)滋味轮廓也相似，除鲜酸味值稍低外其他 5 种味值适中，鲜味值低于 5，酸味值在 4~6 之间，其他 4 种味值均在 7 以上；口感较佳的 B 类茶(编号为 4、9、10、11)滋味轮廓同前面两类均不同，9、11 的轮廓较接近，从图 4 的酸鲜味等级评价图上可知 4、9、11 的鲜味值同 C 类茶的接近，10 的鲜味值同 A 类茶接近都较高；口感最差的 D 类茶(编号为 13)滋味轮廓同其他 3 类茶都不一样，由酸鲜等级评价图知 13 号茶同 A 类茶样的距离接近，但其鲜味值比其低，甜苦及两复合滋味值都比其高。

表 3 16 种宜红工夫茶感官滋味审评结果

Table 3 Sensory taste evaluation results of 16 kinds of Yihong congou black tea

茶样编号	滋味描述	分数	茶样编号	滋味描述	分数
5	尚醇正	87	11	浓醇高火	87
12	尚醇高火	87	1	醇和	85
14	尚醇厚有花香	90	2	尚醇厚	85
15	甜醇	92	3	尚醇正	84
16	尚醇高火	88	6	偏青略带涩	84
4	醇厚	87	7	尚醇正	85
9	尚醇正	86	8	尚醇正	85
10	醇正带烟	86	13	陈闷味重	77

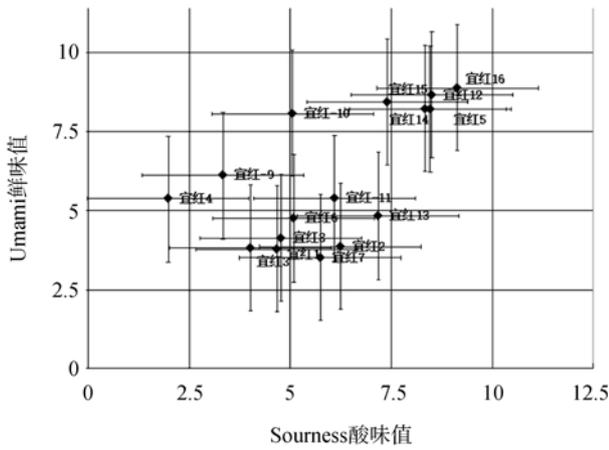


图 4 16 种宜红工夫茶酸鲜味等级评价图

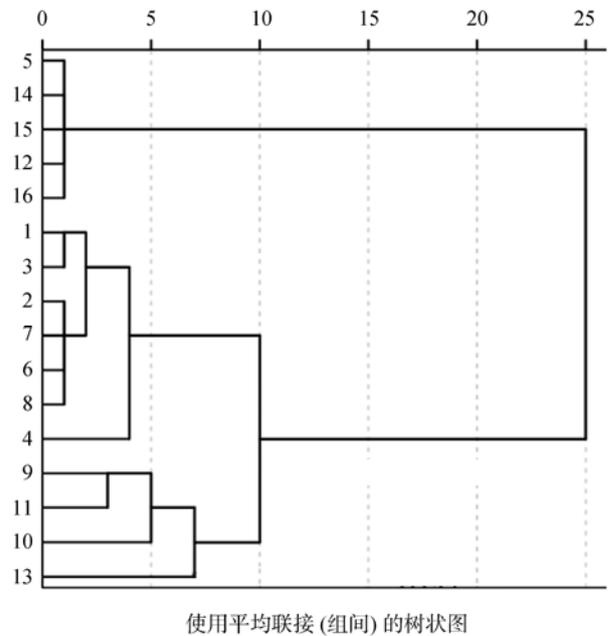
Fig. 4 The sourness and umami evaluation map of the 16 kinds of Yihong congou black tea

对 16 个茶样的滋味强度分值进行聚类分析, 如图 5 所示, 聚类图左边的一列数字代表的是 16 个茶样的序号, 上边的一行数字代表的是组间距离值; 当距离为 5 时, 根据滋味强度分值可以明显地将 16 个茶样分为 4 类, 编号 1、2、3、6、7、8 的茶样为一类, 编号 5、14、15、16、12 的茶样为一类, 4、9、10、11 的茶样为一类, 13 号茶样单独作为一类, 此分类结果同前面主成分分析及感官滋味分类结果一致。

3.5 电子舌滋味分属性间及感官滋味的相关性分析

对电子舌 7 根传感器响应值所转换的滋味分值及感官滋味分值进行相关性分析, 得到的结果见表 4, 7 个滋味间的相关性都呈极显著, 且相关程度高(高于 0.6); 酸味和鲜味呈显著负相关(-0.788), 鲜味同苦味呈显著正相关(0.936),

此结果同汤尚文等^[17]的研究结果一致; 感官滋味同传感器呈现的滋味间的相关性都不显著, 说明人工感官审评的滋味结果不能简单的仅依靠某一根传感器呈现的结果来判定, 茶汤滋味的呈现不是某一类呈味成分的含量的简单叠加, 而是多种滋味物质的综合效应, 包括相乘、相消、变调等。由于电子舌与真实味觉评价不能完全等同^[18], 若希望电子舌设备完全代替味觉的感官评定仍需大量的深入研究。



使用平均联接(组间)的树状图

图 5 16 种宜红工夫茶滋味分值聚类图

Fig. 5 The taste score cluster map of the 16 kinds of Yihong congou black tea

表 4 滋味分属性及感官滋味间的相关性结果
Table 4 Correlation among sub-attribute tastes and sensory tastes

	SRS	GPS	STS	SPS	UMS	SWS	BRS	感官滋味
SRS	1	-0.733**	-0.869**	0.623**	-0.788**	-0.904**	-0.816**	0.208
GPS		1	0.937**	-0.936**	0.915**	0.914**	0.974**	-0.412
SPS			1	-0.946**	-0.821**	-0.918**	-0.918**	0.581*
UMS				1	-0.946**	-0.821**	-0.918**	0.581*
SWS					1	0.895**	0.936**	-0.473
BRS						1	0.973**	-0.258
感官滋味							1	-0.354

注: **表明差异性极显著($P < 0.01$); *表明差异性显著($P < 0.05$)。

4 结 论

利用电子舌进行茶样滋味评价的方法具有前处理简单、响应速度快、结果客观等优点^[18],在食品上有较广泛的研究前景。前人将电子舌技术应用到茶样上的研究多是利用第一套综合滋味传感器(ZZ、JE、BB、CA、GA、HA、JB)进行定性分析^[6-8,10,19],鲜有将此套专一性传感器运用到茶类的滋味评价中的研究,本研究采用专一性传感器结合主成分分析、聚类分析对16种不同品牌的宜红工夫茶样进行了分类,分类效果好,且同人工感官滋味评价的结果的分类一致,说明带有专一性传感器的电子舌在茶类的定性分析上也有很好的应用;专一性传感器较第一套综合滋味传感器的优点是能够提供样品的相对滋味强度分值,鉴于此本研究得到不同滋味口感的茶样滋味分属性强度不同,滋味雷达图可以很清晰的表达出各滋味特点,滋味口感好的茶样其酸鲜味值较高而苦涩及综合滋味值较低。本研究为进一步采用专一性传感器对茶样的呈味成分含量的检测提供了定量分析的理论基础。

目前对食品的滋味评价的方法,电子舌技术仍不能完全代替人工味觉,电子舌技术不能给出直观的滋味口感好坏的评价,故只能作为感官审评的辅助,仍需要对人工感官审评和电子舌评价间的关系进行进一步研究,建立相关模型;此外,由专一性传感器所得到的甜苦味强度分值因检测样品的不同而不同,今后需要针对茶汤这一样品进行茶汤中标准添加呈甜味和苦味的茶样滋味物质,结合人工感官甜苦味的分值来校准传感器呈现的分值,实现单独采用电子舌技术进行茶汤滋味的评价。

参考文献

- [1] Rudnitskaya A, Rocha SM, Legin A, *et al.* Evaluation of the feasibility of the electronic tongue as a rapid analytical tool for wine age prediction and quantification of the organic acids and phenolic compounds. The case-study of Madeira wine [J]. *Anal Chim Acta*, 2010, 662(1): 82-89.
- [2] Gutiérrez JM, Moreno-Barón L, Pividori MI, *et al.* A voltammetric electronic tongue made of modified epoxy-graphite electrodes for the qualitative analysis of wine [J]. *Microchim Acta*, 2010, 169(3-4): 261-268.
- [3] 牛云蔚, 张晓鸣, 肖作兵, 等. 樱桃酒感官评价与电子舌感官分析的相关性研究[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(16): 105-107.
Niu YW, Zhang XM, Xiao ZB, *et al.* Study on correlation between sensory evaluation and sensors analysis of electronic tongue of cherry wines [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 33(16): 105-107.
- [4] 韩剑众, 黄丽娟, 顾振宇, 等. 基于电子舌的肉品品质及新鲜度评价研究[J]. *中国食品学报*, 2008, 8(3): 125-132.
Han JZ, Huang LJ, Gu ZY, *et al.* Evaluation of meat quality and freshness based on the electronic tongue [J]. *J Chin Inst Food Sci Technol*, 2008, 8(3): 125-132.
- [5] 郭宇明. 用于饮料辨识的电子舌技术研究[D]. 吉林: 东北电力大学, 2011.
Guo YM. The study of electronic tongue used in the recognition of beverage [D]. Jilin: Northeast Dianli University, 2011.
- [6] 姜莎, 陈芹芹, 胡雪芳, 等. 电子舌在红茶饮料区分辨识中的应用[J]. *农业工程学报*, 2009, (11): 345-349.
Jiang S, Chen QQ, Hu XF, *et al.* Application of electronic tongue on black tea beverage discrimination [J]. *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2009, (11): 345-349.
- [7] 关为, 田呈瑞, 陈卫军, 等. 电子舌在绿茶饮料区分辨识中的应用[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(13): 56-59.
Guan W, Tian CR, Chen WJ, *et al.* Application of electronic tongue on green tea beverage discrimination [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 33(13): 56-59.
- [8] Chen Q, Zhao J, Vittayapadung S. Identification of the green tea grade level using electronic tongue and pattern recognition [J]. *Food Res Int*, 2008, 41(5): 500-504.
- [9] 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.
- [10] Chen Q, Zhao J, Guo Z, *et al.* Determination of caffeine content and main catechins contents in green tea (*Camellia sinensis* L.) using taste sensor technique and multivariate calibration [J]. *J Food Comp Anal*, 2010, 23(4): 353-358.
- [11] 徐维盛, 王竹, 杨月欣. 电子舌技术快速辨识15种茶汤滋味[J]. *食品工业*, 2014, 35(12): 154-158.
Xu WS, Wang Z, Yang YX. Rapid discrimination of fifteen kinds of tea infusion by electronic tongue technology [J]. *Food Ind*, 2014, 35(12): 154-158.
- [12] GB/T 23776-2009 茶叶感官审评方法[S].
GB/T 23776-2009 Method for sensory evaluation of tea [S].
- [13] Jimenez C, Rochefeuille S, Berjoan R, *et al.* Nanostructures for chemical recognition using ISFET sensors [J]. *Microelec J*, 2004, 35(1): 69-71.
- [14] Legin A, Rudnitskaya A, Vlasov Y, *et al.* Application of electronic tongue for qualitative and quantitative analysis of complex liquid media [J]. *Sensor Actuat B: Chem*, 2000, 65(1): 232-234.
- [15] Xiao H, Wang J. Discrimination of Xihulongjing tea grade using an electronic tongue [J]. *Afric J Biotechnol*, 2009, 8(24): 6985-6992.
- [16] 王璐, 黄明泉, 孙宝国, 等. 电子舌技术在甜面酱口感评价中的应用[J]. *食品科学*, 2012, 33(20): 347-351.
Wang L, Huang MQ, Sun BG, *et al.* Application of electronic tongue technique in taste evaluation of sweet sauce [J]. *Food Sci*, 2012, 33(20): 347-351.
- [17] 汤尚文, 郭壮, 李健美. 基于电子舌技术的不同品牌市售干脆面滋味品质评价[J]. *食品与发酵工业*, 2016, (6): 164-167.
Tang SW, Guo Z, Li JM. Taste profile characterization of different brands of crisp noodle by electronic tongue analysis [J]. *Food Ferment Ind*, 2016, (6): 164-167.

- [18] 王兴亚, 庞广昌, 李阳. 电子舌与真实味觉评价的差异性研究进展[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 213-216.
Wang XY, Pang GC, Li Y. Research progress of difference between electronic tongue and real taste evaluation [J]. Food Mach, 2016, 32(1): 213-216.
- [19] Beullens K, Mészáros P, Vermeir S, *et al.* Analysis of tomato taste using two types of electronic tongues [J]. Sensor Actuat B: Chem, 2008, 131(1): 10-17.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



王银诚, 硕士, 主要研究方向为茶学。
E-mail: 13588105089@163.com



袁海波, 硕士, 副研究员, 主要研究方向
为茶叶加工与质量控制。
E-mail: 192168092@tricaas.com



声明 2

本刊 2016 年第 7 卷第 7 期(2016, 7(7): 2860-2866)张云等作者“超高效液相色谱-串联质谱法测定植物油中邻氨基苯甲二酰胺类农药”一文做如下更改:

将第 2 作者的姓名由“黄传辉”改为“黄传晖”。