

## 电子舌对不同类型酒味觉的辨识研究

邓莉

(武汉轻工大学 食品科学与工程学院 湖北省农产品加工与转化重点实验室, 湖北 武汉 430023)

**摘要:**为了研究电子舌对不同类型酒的识别能力,将所有样品按照酒:水=1:2(V/V)进行稀释后,采用TS-5000Z味觉分析系统进行检测,再对传感器信号进行主成分分析(PCA)、雷达图分析和稳定性分析。结果表明,主成分1(PC1)为苦味,贡献率为91.5%;主成分2(PC2)为酸味,贡献率为5.8%。1<sup>#</sup>和4<sup>#</sup>样品味觉相近,分为一类;2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>和5<sup>#</sup>样品味觉相近,分为一类;6<sup>#</sup>、7<sup>#</sup>样品与其他样品的味觉都不一样,各自单独分为一类。2<sup>#</sup>样品酸味最强,涩味最弱;7<sup>#</sup>样品酸味最弱、涩味最强、苦味最强;4<sup>#</sup>样品苦味最弱。可见电子舌能有效区分不同类型酒的味感差别。

**关键词:**电子舌;味觉分析系统;主成分分析;白酒

中图分类号:O652.9

文章编号:0254-5071(2018)07-0097-04

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2018.07.020

## Identification of taste of different kinds of liquor by electronic tongue

DENG Li

(Hubei Key Laboratory of Processing and Conversion of Agricultural Products, College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

**Abstract:** In order to study the identification ability of electronic tongue to different kinds of liquor, all samples were diluted according to the volume ratio of liquor: water 1:2 (V/V) and then detected by TS-5000Z taste analysis system. The sensor signal was analyzed by principal component analysis (PCA), radar image analysis and stability analysis. The results showed that PC1 showed bitter taste and the contribution rate was 91.5%, PC2 showed sour taste and the contribution rate was 5.8%, sample 1<sup>#</sup> and 4<sup>#</sup> had close taste, and they were classified into one category, sample 2<sup>#</sup>, 3<sup>#</sup> and 5<sup>#</sup> had close taste, and they were classified into one category. However, sample 6<sup>#</sup> and 7<sup>#</sup> were different from other samples and classified separately. Sample 2<sup>#</sup> had the strongest sour taste and weakest astringency; sample 7<sup>#</sup> had the weakest sour taste, the strongest astringency and bitter taste; sample 4<sup>#</sup> had the weakest bitter taste. So it is clear that electronic tongue can effectively distinguish the taste difference of different wine.

**Key words:** electronic tongue; taste analysis system; principal component analysis; liquor

白酒是由麦黍、玉米、高粱、红薯、米糠等粮食或其他果品发酵、曲酿、蒸馏而成的一种饮料,其无色透明,故称为白酒。白酒芳香浓郁,醇和软润,风味多样。目前白酒中被发现的香味组分总数已经达到350多种,其香型包括酱香型、清香型、浓香型、米香型和其他香型等<sup>[1-2]</sup>。白酒成分主要包括醇类化合物、酸类化合物、低分子有机酸及其酯类、高分子有机酸及其酯类、氨基酸、吡嗪类化合物、多元醇、微量元素等。

电子舌是模仿人体味觉机理制成的一种新型的现代化分析检测仪器,主要评价样品的酸、甜、苦、涩、鲜、咸及苦味回味、涩味回味和丰富性,具有重复性好、测量迅速、操作简单等优点<sup>[3-4]</sup>。由于样品不需要前处理,对样品不存在破坏,现已广泛应用在饮料、酒类、茶类、肉制品、乳制品等食品质量分析检测的方面<sup>[5-17]</sup>。

本试验通过电子舌对酸、咸、苦、涩、鲜、苦味回味、涩味回味、丰富性味觉指标的量化,对不同品牌、不同香型

及不同种类的白酒进行差异分析,旨在检验电子舌对白酒样品的区分能力,为白酒工业进一步发展提供依据。

## 1 材料与方 法

## 1.1 材料与试剂

7种酒样品均为市售,编号为1<sup>#</sup>~7<sup>#</sup>。1<sup>#</sup>样品为兼香型白酒,酒精度42%vol;2<sup>#</sup>样品为清香型白酒,酒精度43%vol;3<sup>#</sup>样品为浓香型白酒,酒精度42%vol;4<sup>#</sup>样品为酱香型白酒,酒精度43%vol;5<sup>#</sup>样品为米香型白酒,酒精度52%vol;6<sup>#</sup>样品为黄酒,酒精度12%vol;7<sup>#</sup>样品为保健酒,酒精度35%vol。

## 1.2 仪器与设备

TS-5000Z味觉分析系统:日本Insent公司。TS-5000Z味觉分析系统由测试系统、服务系统和数据分析系统三部分组成。该设备采用人工脂膜传感技术,与人的舌头的味觉细胞工作原理类似。在测量过程中,传感器上的脂膜通过疏水作用和静电作用与呈味物质发生反应,导致脂膜上的膜电势发生变化,然后通过数字电压转化为数字信号,

收稿日期:2018-04-26

修回日期:2018-07-05

基金项目:武汉轻工大学校立项目(2015y12)

作者简介:邓莉(1985-),女,实验师,硕士,研究方向为食品检测。

被传感器输出终端的计算机检测到。TS-5000Z可以直观地表达食品或者药品等物质中的酸味、甜味、苦味、涩味、鲜味、咸味以及苦味回味、涩味回味、鲜味丰富性等味觉指标<sup>[2-9]</sup>。

本试验运用了酸味、苦味、涩味、鲜味、咸味5种不同类型的传感器来检测样品,各传感器的特点及性能见表1。

表1 5种脂膜传感器特点及性能  
Table 1 Characteristics and performance of 5 kinds of lipid membrane sensors

传感器名称	可评价的味道	
	本味	回味
酸味传感器 (CAO)	酸味(醋酸、柠檬酸、酒石酸等引起的酸味)	无
咸味传感器 (CTO)	咸味(食盐等无机盐引起的咸味)	无
苦味传感器 (COO)	苦味(苦味物质引起的味道,在低浓度下被感知为丰富性)	苦味回味(啤酒、咖啡等一般食品的苦味)
涩味传感器 (AED)	涩味(涩味物质引起的味道,低浓度下感知为刺激性回味)	涩味回味(茶、红酒等呈现的涩味)
鲜味传感器 (AAE)	咸味(氨基酸、核苷酸引起的鲜味)	鲜味丰富性(可持续感知的鲜味)

1.3 方法

1.3.1 样品处理

准确量取每种酒样30 mL,分别置于7个150 mL锥形瓶中,用蒸馏水稀释至90 mL,混合均匀。移取稀释后的酒样80 mL置于电子舌专用杯静置3 min后进行检测。每个样品循环检测4次,5个味觉传感器将分别获取4组数据,去掉第1次循环,取后面3次循环测试的数据。

1.3.2 数据处理与分析

运用TS-5000Z味觉分析系统配置的数据库管理系统(database management system, DBMS)和APACHE2网络服务器,对测得的味觉值进行主成分分析(principal component analysis, PCA),然后根据试验目的选择合适的图形展示试验结果。

2 结果与分析

2.1 主成分分析结果

主成分分析是一种考察多个变量间相关性的统计方法,主要研究如何通过少数几个主成分来揭示多个变量间的内部结构。基本思想是将原始数量较多的具有一定相关性的指标线性组合成一组新的互不相关的综合指标,通常把新的指标称作主成分,主成分中贡献率最大的为第一主成分,贡献率次之为第二主成分,总的贡献率越大,说明主成分越能反映原来多指标的信息。通过主成分分析发现,PC1为苦味,贡献率为91.5%;PC2为酸味,贡献率为5.8%,二者总的贡献率是97.3%,说明PC1和PC2包含了PCA转换中绝大部分的贡献率,能较好地反映原本多指标的信息。7种酒味觉的PC1、PC2因子得分图见图1。

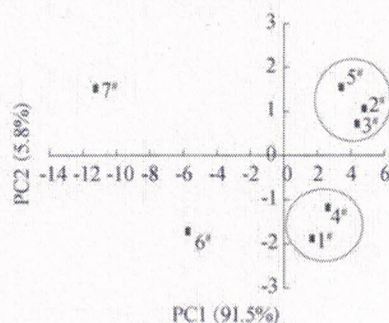


图1 7种酒味觉的PC1、PC2因子得分图  
Fig. 1 Factor score diagram of PC1 and PC2 of taste of seven kinds of liquor

由图1可知,1#和4#样品味觉比较接近,被区分为同一类;2#、3#和5#样品的味觉比较接近,被区分为同一类;6#、7#样品与其他样品的味觉都不一样,各自单独分为一类。可见不同味觉的样品能够很好地落在各自的区域类内,味觉相近的样品相隔的近,差别大的样品相隔的远。这些分类与实际情况相吻合,说明了TS-5000Z电子舌对样品的区分辨识能力较强。

2.2 不同类型的酒具体味觉特征的雷达图

雷达图可以客观、具体地反映各个样品之间的味觉差异大小,雷达图横坐标和纵坐标的单位表示味觉的单位,一个单位表示样品之间浓度相差20%,相关研究表明,相差20%的浓度正常人能够感觉到,但如果相差低于20%的浓度,也就是低于一个单位,正常人则不能感觉到样品之间的差异。不同类型的酒味觉特征雷达见图2。

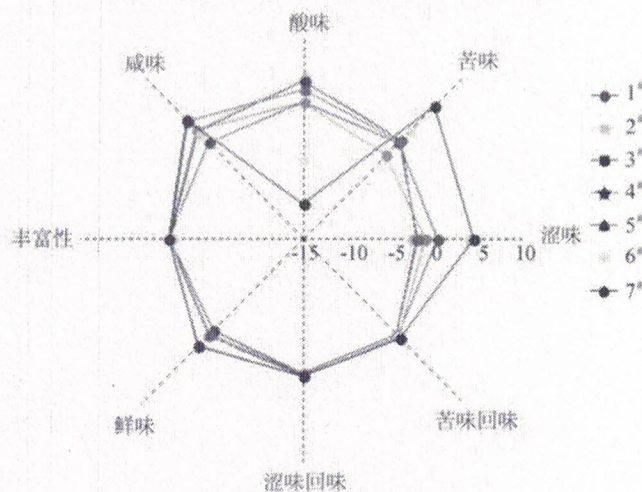


图2 7种酒的味觉雷达图  
Fig. 2 Rader chart of taste of seven kinds of liquor

由图2可知,7种酒中的酸味、涩味、苦味差别明显,2#样品酸味最强,7#样品酸味最弱;7#样品涩味最强,2#样品涩味最弱;7#样品苦味最强,4#样品苦味最弱。

2.3 不同类型的酒酸味和苦味的二维散点图

通过不同因素试验对比分析,苦味和酸味是对味觉指

标影响最大的两个因素,选择横坐标代表酸味,纵坐标代表苦味作二维散点图,结果见图3。

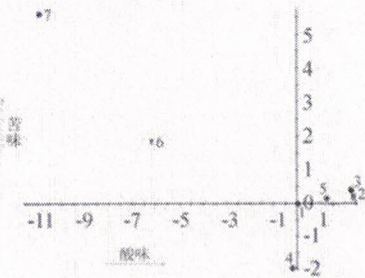


图3 不同类型的酒味觉指标的二维散点图

Fig. 3 Two-dimensional scatter plot of taste index of different kinds of liquor

由图3可知,散点图显示了不同酒在酸味和苦味的区别,2\*和3\*酒样酸味和苦味相近,7\*样品酸味最弱,苦味最强,6号样品次之;4\*样品苦味最弱。这与雷达图的结果一致。

#### 2.4 稳定性试验数据分析

每个样品测试4次,去掉第1次循环测试的数据,其他的结果与1\*样品进行对比,结果见表3。

表3 样品测定稳定性试验结果  
Table 3 Experimental results of stability of samples

样品编号	酸味	苦味	涩味	咸味	鲜味	苦味回味	涩味回味	丰富性
	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.65	0.37	-2.84	1.66	-0.93	-0.04	-0.36	-0.16
2	2.28	0.21	-2.84	1.86	-1.14	-0.09	-0.36	-0.08
	2.10	0.13	-2.88	2.17	-1.31	-0.08	-0.34	-0.08
	1.85	0.45	-2.25	1.63	-0.82	-0.03	-0.16	-0.14
3	2.45	0.37	-2.33	1.85	-0.96	-0.09	-0.22	-0.21
	2.43	0.44	-2.05	1.65	-1.29	-0.07	-0.17	-0.04
	0.12	-1.89	-1.34	1.70	-0.10	0.18	-0.06	-0.03
4	-0.18	-1.91	-1.35	1.73	-0.29	0.12	-0.07	-0.04
	-0.68	-2.02	-1.53	2.00	-0.42	0.16	-0.06	-0.02
	1.57	0.20	-2.60	3.33	-0.2	-0.18	-0.33	-0.20
5	1.21	0.17	-1.95	3.27	-0.51	-0.23	-0.33	-0.03
	0.89	0.12	-2.31	3.5	-0.65	-0.14	-0.29	-0.01
	-6.91	1.97	3.82	1.22	1.81	-0.03	0.06	-0.4
6	-6.07	1.87	3.13	1.44	1.59	-0.17	-0.05	-0.4
	-5.61	1.77	2.50	1.73	1.28	-0.03	0.07	-0.41
	-11.62	5.69	4.17	3.35	1.71	0.33	-0.04	-0.07
7	-10.9	5.72	3.67	3.5	1.57	0.42	-0.03	-0.01
	-10.33	5.43	3.01	3.92	1.45	0.59	0	0

由表3可看出,同种样品同一种味觉值第2次、第3次和第4次循环测试的数据差别不大,说明传感器响应稳定,重现性好。

万方数据

#### 2.5 传感器分辨能力分析

传感器分辨能力分析结果见表4。

表4 传感器分辨能力分析  
Table 4 Resolution capability analysis of sensor

味觉指标	酸味	苦味	涩味	苦味回味	涩味回味	鲜味	丰富性	咸味
g	0.36	0.07	0.29	0.05	0.03	0.16	0.05	0.16
s	4.93	2.36	2.49	0.20	0.19	1.04	0.17	2.27
s2	4.65	2.18	2.47	0.19	0.14	1.04	0.13	1.12
m1	7.2	3.17	11.87	26.49	12.91	15.22	27.09	7.12
m2	7.65	3.43	11.94	26.79	17.43	15.23	35.98	14.43

注:g为重复测定的误差平均值;s1为同种样品不同浓度的误差值;s2为不同样品的误差值;m1为同种样品不同浓度对测定影响误差率,m2为不同样品对测定影响的误差率。 $m1 = g/s1 \times 100\%$ ;  $m2 = g/s2 \times 100\%$ 。

当 $m2=100\%$ 时,表明传感器不能有效识别;一般认为 $m2 \leq 50\%$ 时,传感器能有效识别样品的味觉指标,测试结果有效,否则判定测试数据无效。由表4可知,本试验酸、甜、苦、涩、鲜、苦味回味、涩味回味及丰富性所有的味觉指标的 $m2$ 均 $< 50\%$ ,说明传感器对样品进行了有效地分析。

#### 3 结论

本试验采用TS-5000Z对不同类型的7种酒检测分析。由主成分分析可知,PC1为苦味,贡献率为91.5%;PC2为酸味,贡献率为5.8%。1\*和4\*样品味觉相近,分为一类;2\*、3\*和5\*样品味觉相近,分为一类;6\*、7\*样品与其他样品的味觉都不一样,各自单独分为一类。可见电子舌能有效地进行不同类型的酒聚类分析。

雷达图和二维散点图清楚客观的反映了7种酒的具体味觉特征,2\*样品酸味最强,涩味最弱;7\*样品酸味最弱,涩味最强、苦味最强;4\*样品苦味最弱。

试验中同一样品多次测得的数据差别不大,且所有的味觉指标误差率 $m2 < 50\%$ ,可见电子舌传感器响应稳定,重现性好,对样品的所有味觉指标能有效识别。

#### 参考文献:

- [1] 牛云蔚,陈晓梅,肖作兵,等. 3种不同年份五粮液的关键香气成分分析[J]. 食品科学, 2017, 38(18): 126-130.
- [2] 周玮婧,江小明. 气相色谱法测定不同香型白酒中醇类与醛类物质含量[J]. 中国酿造, 2017, 36(4): 180-183.
- [3] 巴特尔达赖,王锡昌,吴娜,等. 电子舌技术在真假伊力老陈酒鉴别中的应用[J]. 食品工业科技, 2017, 38(9): 290-293.
- [4] 田婷,邱树毅,文聆吉,等. 电子舌在不同轮次酱香型白酒区分中的应用[J]. 中国酿造, 2016, 35(12): 145-148.
- [5] 袁姗姗. 基于电子鼻、电子舌及其融合技术对柑橘品质的检测[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
- [6] 张瑜,罗显,刘芳舒,等. 不同脱苦涩处理刺梨果汁风味品质分析[J]. 食品科学, 2016, 37(4): 115-119.
- [7] 丛艳君,易红,郑福平,等. 基于电子舌技术不同超声处理时间的奶

- 酪滋味分析[J]. 食品科学, 2015, 36(6): 114-118.
- [8] 谢 靓, 蒋立文, 涂 彬, 等. 电子舌-固相萃取-气相色谱-质谱联用比较 3 种不同干燥方式对浏阳豆豉品质的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(22): 92-98.
- [9] 张 航, 赵松林, 陈卫军, 等. 电子舌传感器快速检测油茶籽油中掺杂棕榈油[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 218-222.
- [10] 贾洪峰, 梁爱华, 何江红, 等. 电子舌对啤酒的区分辨识研究[J]. 食品科学, 2011, 32(24): 252-255.
- [11] 胡勤玲, 郑良清, 王 申, 等. 基于电子舌对富含 ACE 抑制肽大米蛋白水解物的脱苦评价[J]. 食品科学, 2014, 35(24): 24-28.
- [12] 陈多多, 孔 慧, 彭进明, 等. 基于电子舌技术的柿单宁制品涩味评价模型建立[J]. 食品科学, 2016, 37(23): 89-94.
- [13] 杨晓雁, 袁春龙, 张 晖, 等. 酒度、总酸、pH 值以及饮用温度对干红涩味的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 118-123.
- [14] 姜 莎, 陈芹芹, 胡雪芳, 等. 电子舌在红茶饮料区分识别中的应用[J]. 农业工程学报, 2009, 25(11): 345-349.
- [15] HU W, HU X S, 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.
- [16] RUDNITSKAYA A, POLSHIN E, KIRSANOV D, et al. Instrumental measurement of beer taste attributes using an electronic tongue[J]. *Anal Chim Acta*, 2009, 646(2): 111-118.
- [17] YU H Y, ZHANG Y, XU C H, et al. Discrimination of wine age of Chinese rice by electronic tongue based on amino acid profiles[J]. *Transact Chinese Soc Agri*, 2017, 33(2): 297-301.

## 《中国酿造》杂志征稿启事

《中国酿造》创刊于1982年,是由中国商业联合会主管,中国调味品协会及北京食品科学研究院主办的综合性科技期刊。并历次被评为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、《中国知网》重点收录期刊、《万方数据库》全文收录期刊、《中文科技期刊数据库》来源期刊、中国学术期刊网络出版总库收录期刊、美国《乌利希期刊指南》(UPD)收录期刊、英国《食品科学文摘》(FSTA)收录期刊、英国《国际农业与生物科学研究中心》(CABI)收录期刊、美国《化学文摘》(CA)收录期刊、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)收录期刊、中国科学评价研究中心(RCCSE)数据库收录期刊,也是学位与研究生教育的中文重要期刊。

本刊主要面向全国各大高等院校、科研院所、各级党政机关、相关企事业单位的广大专家学者、工程技术人员、本科生、硕士博士研究生、管理人员等。

《中国酿造》主要栏目有:研究报告、专论综述、创新与借鉴、经验交流、分析与检测、产品开发、酿造文化、海外文摘等。

欢迎踊跃投稿!

网站: www.chinabrewing.net.cn 邮箱: zgnzzz@163.com 电话: 010-83152738/83152308

征稿范围:

(1)新工艺、新技术、新设备在酿造行业的应用;(2)调味品的研发创新与推广应用;(3)调味品产业生产管理及产品质量安全评价;(4)食品添加剂在酿造行业的应用;(5)现代高新检测技术在酿造行业的应用;(6)酿酒产品开发、生产管理及产品质量安全的控制;(7)发酵法制备酒精、氨基酸、高级醇及有机酸等工艺研究;(8)微生物发酵工艺及培养基发酵条件优化;(9)发酵工程菌种的筛选与人工诱变、杂交选育及基因工程改造研究;(10)生物质能源的开发利用及规模化制备;(11)传统发酵食品生产工艺改进、微生物菌种改良、发酵机理及规模化生产研究;(12)食品及发酵工业废水、废渣处理及综合利用;(13)益生菌及功能型发酵乳制品研究与开发;(14)行业实用技术、政策、法规、标准及行业动态和最新举措等。

注意事项:

(1)来稿要求论点明确、数据可靠、逻辑严密、文字精炼。在文稿首页用脚注说明论文属何项目、何基金(编号)资助,本刊将优先报道国家级、省部级及国际合作项目的科研成果;第一作者及通讯作者(一般为导师)简介(包括姓名、出生年月、性别、职称、学位、研究方向或目前主要从事的工作、邮箱、联系电话)。(2)稿件要求8000字以内,须有中图分类号,文献标志码,中英文标题、单位、作者,并有200~300字的中英文摘要和5~8个关键词,标题、摘要、标题、图题请用中英文对照。摘要内容应包括研究目的、方法、结果和结论;综述文章可写指示性摘要。(3)来稿内容涉及配方时,应写明配料的名称和配比,勿用代号;工艺过程要完整,不要省略;插图、表格需放在正文相应地方,不要集中;引用的图表要有出处,计量要用法定单位。(4)文稿参考文献一般研究论文约25篇参考文献,不可少于20篇,综述论文不少于35篇。研究性论文和综述性论文中近5年文献不少于参考文献总数的一半,外文文献不少于5篇,期格式请参照GB/T 7714—2015《信息与文献参考文献著录规则》。(5)来稿必须是最新的、作者自身创造性的科研成果,且是在中英文正式刊物上未发表的论文。本刊严禁一稿多投、重复内容多次投稿、不同文种重复投稿。(6)本刊以实现对所有来稿的文字复制比对工作,若文字复制比超过30%的稿件本刊不予采用。(7)稿件一经录用,即被认为同意收录于《中国学术期刊(光盘版)》、万方数据库等,同意入编数据库及上网发布,与此有关的作者著作权使用费与稿酬一次性给付。作者如有异议,请在投稿时声明。