研究论文

DOI:10.3969/j.issn. 1673–1689.2017.04.017

余甘子清除口臭作用的电子鼻评价方法研究

刘伯科， 秦 溪， 张晓栋， 林仲仪， 刘小玲 *

（广西大学 轻工与食品工程学院，广西 南宁 530004）

摘要：建立基于电子鼻技术口腔恶臭味的检测评价方法。采用电子鼻对口腔唾液不同孵育时间的恶臭味进行了测定，对测定数据进行 SPSS、PCA、LDA、Loadings 分析及雷达图特征性分析，获得电子鼻应用于口腔恶臭味评价的最佳检测时间、特征参数和表征传感器。进一步比较了电子鼻评价法、感官评价法和蛋白质沉淀–分光光度法三者的相关性，并采用 3 种方法分析了余甘子提取物对口腔唾液恶臭味气体的影响。各传感器在最大值点附近 5 s 区分度较好，因此作为特征提取参数。唾液孵育 12 h 时，传感器 R6(W1S)、R7(W1W)和 R9(W2W)与其他传感器有显著性差异(P<0.05)，其响应值与感官评价值的相关系数均大于 0.98。在口臭的检测和评估中，电子鼻评价法、蛋白质沉淀法和感官评价法结果具有一致性。口腔恶臭味的表征传感器为 R6(检测甲基类化合物)、R7(检测无机硫化物)和 R9(检测有机硫化物)，电子鼻评价法可用于抑制口臭活性物质追踪，余甘子提取物具有抑制口臭作用。

关键词：电子鼻；口臭；余甘子

中图分类号：R 331　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1673—1689(2017)04—0432—06

Evaluation Assessment of Oral Odor Inhibition of *Phyllanthus emblica* L. Using Electronic Nose

LIU Boke， *QIN Xi*， *ZHANG Xiaodong*， *LIN Zhongyi*， *LIU Xiaoling**

（College of Light Industry and Food Engineering，Guangxi University，Nanning 530004，China）

Abstract：An electronic nose （eNose）analysis was established to determine oral odor in this research. Saliva stench of different incubation times was detected by eNose. The optimal detection time，characteristic parameters and main sensors were obtained via the experimental data from SPSS，PCA，LDA，Loadings analysis and radar map characteristic analysis. The correlation among eNose measurement，sensory evaluation and protein precipitation-spectrophotometry method were compared and analyzed. The impact of *Phyllanthus emblica* L. extracts on saliva odor was determined by the above three methods. Each sensor was sufficiently distinguished in vicinity 5 s of maximum，which was thus used as the characteristic extraction parameters. There was significant difference （P＜0.05） between R6 （W1S），R7 （W1W），R9 （W2W） and the other sensors with 12 h incubation. The correlation coefficients between their response values and sensory evaluation values

收稿日期：2015–05–02

基金项目：广西壮族自治区自然科学基金项目(2014GXNSFAA118048)。

* **通作作者**：刘小玲(1972—)，女，壮族，广西凌云人，工学博士，教授，主要从事功能性食品研究。E–mail：xiaolingliu@hotmail.com

引用本文：刘伯科，秦溪，张晓栋，等. 余甘子清除口臭作用的电子鼻评价方法研究[J]. 食品与生物技术学报，2017，36(04)：432–437.

were larger than 0.98. Consistent results of the oral malodour examination and evaluation were achieved for all three methods. The characteristic sensors of oral odor were R6 detecting methyl compounds,R7 detecting inorganic sulfide and R9 detecting organic sulfide. The eNose can be used to evaluate the inhibition of oral odor. And *Phyllanthus emblica* L. extracts showed inhibition on oral odor.
Keywords: electronic nose,oral odor,*Phyllanthus emblica* L.

口臭是指呼吸时从口腔或者其它空腔所散发的让人产生不愉快气体的症状,是口腔疾病甚至全身疾病的征兆。口臭是口腔中微生物对滞留含硫氨基酸的代谢产物分解腐化而产生的挥发性硫化合物(VSCs)引起的[1]。在中国,口臭的患病率为27.5%[2]。临床实验证明口臭的VSCs与口腔中微生物及唾液总蛋白存在密切关系[3-7]。

在对口臭患者进行干预治疗时,需要对口腔恶臭味进行定性定量评估,以更客观评价和反映各种治疗效果。目前电子鼻迅速发展并广泛应用于食品中气味成分的检测,马淑凤[8]、姚璐[9]等运用电子鼻技术对不同品质的气味进行分析、识别,因此电子鼻能依据食品的不同气味进行等级区分。有研究表明电子鼻分析与感官评估有良好的线性相关性,且不受人的主观因素影响[10-11]。因此,作者采用电子鼻检测技术及其他传统方法,探索了口腔恶臭的评价。利用该评价方法分析了余甘子提取物的抑制口臭作用,为后续口臭的研究提供一种可靠的分析手段。

1 材料与方法

余甘子(*Phyllanthus emblica* L.)品种为玻璃甘,产自广东潮州,购于广西南宁市海吉星水果批发市场;唾液:采自健康人群的口腔;牛血清蛋白:上海罗氏制药有限公司产品;RE-52型旋转蒸发仪:上海亚荣生化仪器厂产品;PEN3便携式电子鼻:德国AIRSENSE公司产品。

2 试验设计与方法

2.1 唾液的收集处理

从8位自愿者口腔收集他们的唾液样本并集中处置。要求自愿者在取样前48 h内禁止食用强烈气味的食物,24 h内禁止使用香水、化妆品之类产品,12 h内禁止吸烟并建议不要摄取食物和饮料,起床后不做口腔清洁,在早上起床8:30收集全唾。全唾液集中到无菌离心管中,振荡均匀后分别精密量取1 mL于10 mL顶空瓶中,置于37℃密封恒温孵化。多余部分全唾置于-40℃低温保存,用于抑臭活性的检测。全唾液样本分别孵化1、3、6、9、12 h分别表示为M_1、M_3、M_6、M_9、M_{12}。同时以纯净水为空白对照样品M_0。每组实验重复3次。

2.2 感官法评价唾液恶臭

请5名嗅觉灵敏且具备一定感官评价经验的食品学科研究生担任感官评价人员。取孵化不同时间的唾液样本的顶空瓶,用玻璃棒插入孵化全唾中同方向搅动3圈,取出分别由5名感官评价人员用鼻子闻玻璃棒,并对其中的臭味程度用1~6分进行量化评分,表示为感官评定值。其中分数越高,表明臭味越显著(1-无气味;2-很难闻出气味;3-稍有不愉快气味;4-中度不愉快气味,可以接受;5-重度不愉快气味,还可接受;6-恶臭,无法忍受)。

2.3 电子鼻口臭检测模型建立

取孵化不同时间的唾液样本用PEN3型电子鼻进行检测。检测时间60 s,参数获取时间间隔为1 s,清洗时间100 s,传感器流速100 mL/min。每组均进行3次平行试验。

PEN3型电子鼻共有10个不同的传感器,每个传感器对不同的物质具有最大的响应值(见表1)。

2.4 蛋白质沉淀-分光光度法表征抑臭活性

参照王琳[12]等人的方法,待测活性物质浓度为3.25 mg/mL,以纯净水为空白对照样。Abs与蛋白质沉淀量成正比,Abs越大,说明待测物沉淀底物活性越强,抑臭活性越强。

2.5 余甘子提取物的抑臭效果评价

余甘子去核干燥粉末,用体积分数95%乙醇超声,过滤,真空浓缩干燥得浸膏,用水分散,得悬浮液,依次用等体积氯仿、乙酸乙酯、正丁醇充分萃取,浓缩干燥,得到不同极性部位萃取样。将所得的样品配置成浓度为3.25 mg/mL的样品液,在10 mL顶空瓶中分别加入1 mL全唾和0.2 mL样品液,振

荡均匀后,置于 37 ℃密封恒温孵化,于 12 h 时电子鼻分析其臭味程度。并采用 2.4 方法分析余甘子提取物及萃取物的沉淀底物活性大小。

表 1 PEN3 的标准传感器阵列

Table 1 Response feature of the PEN3 sensor array

阵列序号	传感器名称	检测成分	备注
R1	W1C	苯环芳香成分	甲苯,10 mL/m³
R2	W5S	氮氧化合物	NO_2,1 mL/m³
R3	W3C	芳香成分类,氨水	苯,10 mL/m³
R4	W6S	氢化物	H_2,1 mL/m³
R5	W5C	烷类,芳香成分	丙烷,1 mL/m³
R6	W1S	对甲基类灵敏	CH_4,100 mL/m³
R7	W1W	对无机硫化物灵敏	H_2S,1 mL/m³
R8	W2S	对乙醇类灵敏	CO,100 mL/m³
R9	W2W	芳香成分,对有机硫化物灵敏	H_2S,1 mL/m³
R10	W3S	对烷烃灵敏	CH_4,10 mL/m³3

2.6 数据处理与分析

用 SPSS 进行数据统计,通过 One-Way ANOVA 分析处理,并采用 Origin 作图。通过 Duncan 氏多重比较分析显著性差异,$P<0.05$ 表示差异显著。实验测定次数需重复 3 次,所得数据表示为平均值±标准差。同列标注不同小写字母表示图表中同列平均值之间有显著差异,同行标注不同大写字母表示图表中同行平均值之间有显著差异。采用电子鼻自带分析软件 WinMuster 进行 PCA 分析、LDA 分析和 Loadings 分析。

3 结果与讨论

3.1 唾液样本的感官评价

收集到的唾液样本经不同时间孵育后,分别由 5 名感官评价人员对样品进行鼻腔嗅觉感受,并将感受以分值记录,对其感官评分结果进行分析如表 2 所示。M_0 和 M_{12} 感官评价值一致,其余各孵化时间段标准偏差较小。各孵化时间段均呈现显著性差异,均与空白对照组差异显著。由于全唾随着孵化时间的延长,其中的致臭菌不断分解蛋白底物,臭味气体的浓度逐渐增大。

3.2 唾液样本的电子鼻评价

3.2.1 电子鼻特征值提取时间的确定 全唾 37 ℃恒温孵育 12 h 后的样本,用 PEN3 电子鼻检测。图 1 为电子鼻 10 个传感器感应信号随时间变化的响应曲线。图中横坐标为数据采集时间,纵坐标为 G/G_0,表示为传感器接触到检测样品挥发成分后的电导率 G 与传感器经过标准活性炭过滤气体的电导率 G_0 的比值,每条曲线代表一个传感器。从图中可以看出传感器随着时间变化响应信号快速增强到最大值,在最大值时各传感器响应值达到最大分离度,各挥发性气味物质得到明显区分,传感器采样至 40 s 后响应信号值较小并趋于稳定,且各感应器响应信号数值比较接近,不能得到气味物质的明显区分。因此为保证实验数据的可靠性,选取电子鼻感应器最大响应值附近 5 s 作为特征值提取时间。

表 2 唾液恶臭味感官评价(感官评定值)

Teble 2 Sensory Evaluation of saliva malodor (sensory evaluation value)

唾液样本	感官评定值(均值±标准差)	感官评定值范围
M_0	1.000±0.000[a]	1.0
M_1	2.267±0.115[b]	2.2~2.4
M_3	4.067±0.115[c]	4.0~4.2
M_6	4.700±0.200[d]	4.5~4.9
M_9	5.133±0.115[e]	5.0~5.2
M_{12}	6.000±0.000[f]	6.0

注:不同字母表示同列数据间存在显著差异($P<0.05$)

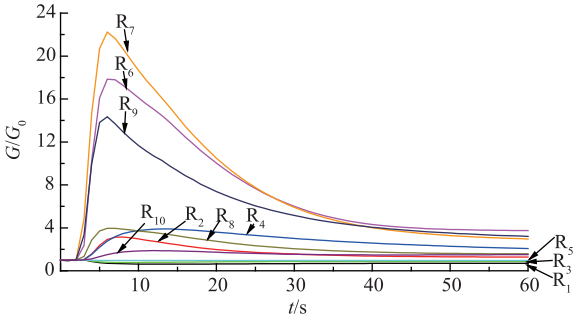


图 1 全唾孵育 12 h PEN3 传感器响应曲线图

Fig. 1 Response curve of the PEN3 sensor in saliva incubating for 12 h

3.2.2 唾液样本的电子鼻雷达图 全唾在 37 ℃恒温孵育不同时间的电子鼻雷达图如图 2 所示。图中数轴 1~10 分别代表 10 种传感器(见表 1),不同的孵育时间的唾液样本其雷达图面积、形状有一定的差异。从图 2 可见,传感器 1~5、8、10 的雷达面积较小,信号弱甚至无。传感器 R_6(W1S)、R_7(W1W)、R_9(W2W)的检测信号较为突出,且数值变化明显,这个 3 个传感器响应信号随唾液的孵化时间增强,但增强速率有所不同,在前 9 h 内,R_6 传感器响应信号增强速率最快,R_7、R_9 传感器响应信号的增强速

率比较缓慢,这说明在前 9 h 孵育期间内,随唾液孵化时间延长,口腔微生物通过腐败蛋白底物主要生成了甲基类的臭味成分物质。在 9~12 h 孵育区间内,R_6 传感器响应信号增强速率最慢。而 R_7 传感器响应信号值迅速增强,这说明了在此孵育区间,口腔微生物通过化学腐败使口腔中充满了无机硫化物的臭味成分物质,可能是 H_2S 等物质。由此可见,唾液中的气味以无机硫化物、甲基类化合物、芳香成分及有机硫化物为主,分析雷达特征图可明显判别出 R_6、R_7、R_9 传感器在唾液气味判断上起决定性作用,可用于监测唾液臭味气味的识别和判定。

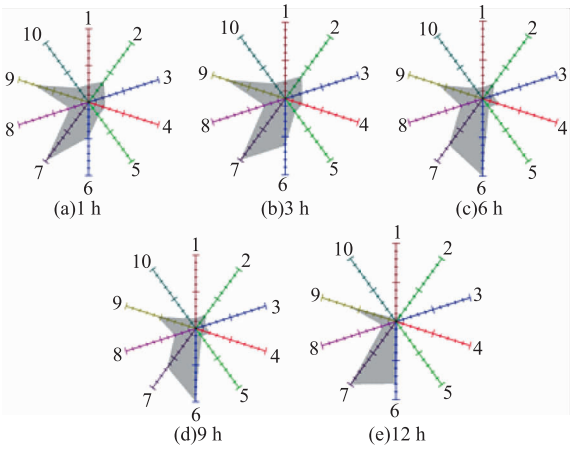


图 2　全唾不同孵育时间的雷达扫描图

Fig. 2　Radar scan map of saliva with different incubation time

3.2.3　唾液样本的电子鼻传感器信号响应　对不同孵化时间唾液进行电子鼻检测,提取不同传感器的响应比 G/G_0,结果如表 2 所示。采用 3.2.1 方法提取电子鼻所测得的数据,对进行显著性分析,前 9 h 内,电子鼻 R_1、R_3、R_5 传感器对全唾的不同孵育时间气味的响应值没有显著性差异,但是其各传感器响应值呈上升趋势,当孵育达到 12 h 时,3 个传感器均显示有显著性差异,显著值为 1.0。对每个孵育时间段中电子鼻各传感器进行显著性分析,在 1~3 h、6~9 h 时,R_2、R_4、R_6、R_7、R_8、R_9、R_{10} 传感器均无显著性差异或差异性不明显。当孵育时间达到 12 h 时,各传感器均有显著性差异,因此在活性检测中只有当孵育时间达到 12 h 时,才能明显表征出活性物质对气味产生的影响。因此选取 12 h 作为其唾液样品用于电子鼻检测的孵育时间。在 1~12 h 区间,传感器 R_7、R_6、R_9 响应值始终居于前三,明显高于其余传感器,且与其他传感器有显著性差异(表 3)。因此可以把传感器 R_7、R_6、R_9 响应值作为活性检测的一个判断依据。

3.3　电子鼻唾液臭味评价模型分析

3.3.1　主成分分析　采用电子鼻系统自带数据分析软件 WinMuster 中 PCA 分析 2.3 实验中所采集的电子鼻图谱。PCA 是一种将多个变量变换为较少的综合变量的多元统计分析技术,转变成的变量基本涵括了原始变量的全部信息,是一种分析、简化数据集的技术,将复杂的测量数据可以转换为二维和三维数据,将数据重新分配形成散点图,形成一个新的坐标系统,PCA 分析中的第一主成分为所有数据投影的第一大方差的坐标,第二主成分为所有数据投影的第二大方差的坐标,依次类推,体现阵列传感器在单个数轴上的彼此相关性。第一主成分

表 3　不同孵育时间 PEN3 传感器响应值比对表

Table 3　Comparison of PEN3 sensor with different incubation time

传感器代码	响应值 G/G_0				
	1 h	3 h	6 h	9 h	12 h
R_7(W1W)	4.259 ± 0.193^{Ca}	4.423 ± 0.095^{Ca}	5.579 ± 0.514^{BCb}	5.104 ± 0.435^{Bb}	20.673 ± 0.769^{Aa}
R_6(W1S)	2.166 ± 0.127^{Dc}	2.863 ± 0.149^{Dc}	6.483 ± 0.410^{Ca}	8.027 ± 0.247^{Ba}	19.250 ± 1.710^{Ab}
R_9(W2W)	3.559 ± 0.112^{Cb}	3.721 ± 0.070^{Cb}	4.589 ± 0.367^{Bc}	4.178 ± 0.297^{Bc}	13.193 ± 0.267^{Ac}
R_8(W2S)	1.192 ± 0.026^{Ce}	1.320 ± 0.032^{Ce}	2.253 ± 0.147^{Bd}	2.445 ± 0.126^{Bd}	4.355 ± 0.314^{Ad}
R_4(W6S)	1.054 ± 0.002^{Cef}	1.091 ± 0.012^{Cf}	1.704 ± 0.160^{Be}	1.642 ± 0.177^{Be}	2.824 ± 0.204^{Ae}
R_2(W5S)	1.580 ± 0.063^{Cd}	1.690 ± 0.017^{BCd}	1.743 ± 0.081^{Be}	1.742 ± 0.105^{Be}	2.546 ± 0.072^{Aef}
R_{10}(W3S)	1.125 ± 0.010^{Ce}	1.166 ± 0.005^{Cf}	1.247 ± 0.005^{Bf}	1.279 ± 0.029^{Bf}	1.649 ± 0.062^{Afg}
R_5(W5C)	0.983 ± 0.007^{Bf}	0.979 ± 0.004^{Bg}	0.977 ± 0.001^{Bf}	0.975 ± 0.001^{Bfg}	0.957 ± 0.008^{Ag}
R_3(W3C)	0.958 ± 0.014^{Bf}	0.942 ± 0.007^{Bg}	0.938 ± 0.013^{Bf}	0.949 ± 0.009^{Bfg}	0.815 ± 0.005^{Ag}
R_1(W1C)	0.927 ± 0.025^{Bf}	0.902 ± 0.007^{Bg}	0.898 ± 0.026^{Bf}	0.922 ± 0.016^{Bg}	0.733 ± 0.007^{Ag}

注:不同大写字母表示同行数据间存在显著差异(P<0. 05),不同小写字母表示同列数据间存在显著差异(P<0. 05)

贡献率为95.61%,第二主成分贡献率为 4.00%,因此两个主成分累计贡献率为 99.61%>95%。因此这 2 个主成分已表达了样品的基本信息特征,可用来代表不同孵育时间(即不同臭味指数)全唾的整体信息。除 1 h 与 3 h、6 h 与 9 h 稍微有部分重叠,其区分效果不是特别理想, 但唾液 1~3 h、6~9 h 及 12 h 的臭味成分能够基本分开,因此 PCA 可以区分不同臭味指数的全唾。

3.3.2 线性判别分析(LDA) 与 PCA 相比其差异之处在于 LDA 通过计算先前赋予分类信息,同类别内的分布以及相互距离能够得到识别注意,因此提高了分类精度。第 1 判别函数(LDA1)的贡献率为 73.27%,第 2 判别函数(LDA2)的贡献率为 18.51%,累计贡献率为 91.78%。前 3 h 的全唾气味变化主要体现在 LDA2 上,贡献率较小,变化速率也较小,且 1 h 和 3 h 未能分开,可能由于孵育刚开始,顶空瓶中含有部分氧气,厌氧型腐败菌不能很好地分解腐化物质生成挥发性硫化物所致。随着孵育时间增加,LDA1 所占比重增加,可能与挥发性硫化物及甲基类化合物含量相关。当孵育时间达到 12 h 时,气味的变化速率最快, 且在 LDA1 和 LDA2 上变化明显,跟之前的气味区分度大,有显著差异。通过 LDA 分析可以完全区分出 12 h 与前面孵育时间段的臭味组成。

3.3.3 传感器贡献率分析 (Loadings 分析) Loadings 分析与主成分分析都是基于相同的算法,该分析用来计算传感器本身,识别出电子鼻检测过程中传感器的贡献率,某传感器负载参数越远离原点(0,0),越接近 1,表示其传感器的贡献率越大。如处于原点附近, 则表示该传感器的作用可以忽略。传感器 R_6(W1S)、R_7(W1W)、R_9(W2W)对第一主成分的贡献率较大,R_6 对第二主成分有负载现象,因而传感器 R_7、R_9 对第二主成分的贡献率较大,R_3(W3C)、R_5(W5C)、R_1(W1C)、R_{10}(W3S)与原点接近,表明在此次分析中对结果贡献率最低。前两主成分分析累计贡献率为 99.61%>>75%,因此传感器 R_6、R_7、R_9 的响应值可以作为其活性检测的指标。通过 Loadings 分析得到全唾中臭味物质主要为无机硫化物 (W1W)、甲基类化合物 (W1S)、有机硫化物(W2W)。这也证实了口臭的主要物质为挥发性硫化物、甲硫醇类化合物。

3.4 电子鼻评价方法与感官评价法的相关性分析

对 3.2.3 分析中有显著差异的传感器 R_6、R_7、R_9 与 3.1 中感官评定值进行相关性分析, 相关系数均在 0.9 以上,都具有良好的拟合度。因此采用电子鼻中传感器的 R_6、R_7、R_9 可准确取代感官评价,该方法便捷方便,不受人的主观因素影响。

3.5 余甘子提取物抑臭活性分析

表 4 中,与空白对照比对,乙醇提取物和各萃取部位都有显著性差异,说明余甘子有明显的抑臭作用。电子鼻传感器 R_6(W1S)、R_9(W2W)信号显示,乙酸乙酯萃取部位与其他部位有显著性差异,说明余甘子乙酸乙酯萃取部位有明显抑制硫化物产生的作用,传感器 R_7(W1W)信号显示,氯仿与乙酸乙酯萃取部位无显著性差异,但两者相对其他部位有显著差异,说明余甘子中中小极性物质有明显的抑制甲基类化合物产生的活性。将测试样品的电子鼻图谱应用 WinMuster 软件导入臭味评价模型中,分析得到模型臭味指数,从表 4 中可以看出乙酸乙酯萃取部位的模型臭味指数远远低于其他各样品的指数值。通过分析沉淀蛋白能力判别,乙酸乙酯及正丁醇萃取层有很好的沉淀底物活性,乙酸乙酯萃

表 4 余甘子提取物抑臭活性比对表

Table 4 Comparison of activity to suppress oral malodor of *Phyllanthus emblica* L. extracts

样品液	感官评定值	电子鼻传感器信号值				沉淀蛋白能力
		R_6(W1S)	R_7(W1W)	R_9(W2W)	模型臭味指数	
空白对照	6.000±0.000^{d}	11.213±0.697^{b}	32.494±2.059^{e}	21.253±0.742^{e}	32.097±1.385^{d}	0.000±0.000^{f}
体积分数 95%乙醇提取液	4.233±0.252^{b}	11.077±0.587^{b}	19.179±1.147^{c}	13.481±0.723^{c}	14.817±0.950^{b}	0.457±0.011^{c}
氯仿	5.100±0.200^{c}	7.839±0.325^{a}	12.906±0.662^{b}	8.448±0.493^{b}	15.357±0.647^{b}	0.054±0.006^{e}
乙酸乙酯	3.333±0.115^{a}	8.369±0.681^{a}	9.670±0.318^{a}	6.993±0.236^{a}	5.467±0.386^{a}	0.648±0.010^{a}
正丁醇	3.967±0.153^{b}	12.854±0.458^{c}	14.738±0.967^{b}	9.314±0.544^{b}	15.083±0.457^{b}	0.602±0.011^{b}
水余液	5.900±0.100^{d}	15.045±0.427^{d}	27.477±1.879^{d}	18.419±1.016^{d}	25.873±2.355^{c}	0.253±0.020^{d}

注:不同字母表示同行数据间存在显著差异(P<0. 05)

取层活性最强,且与正丁醇有显著性差异。由感官评价值可以明显看出,相对空白而已,各样品液臭味指数都有减小,且呈现显著性差异,其中乙酸乙酯萃取层的感官评定值最小,因而活性最强。综合可得,从感官评价、电子鼻分析、沉淀底物活性分析来说,体积分数 95%乙醇提取液有明显的抑制口臭能力,余甘子萃取分离后所得乙酸乙酯萃取物活性显著高于 95%乙醇提取液,是由于萃取分离对余甘子的抑臭活性物质进行了富集纯化。3 种方法在抑臭活性分析判定上具有一致性,因而可以作为后续余甘子分离纯化活性追踪方法。

4 结 语

建立应用电子鼻测定口腔恶臭味测定的采集方法,电子鼻在测定口腔恶臭中在传感器最大值附近 5s,各传感器体现最大分离度,因而选定其特征值提取时间。传感器 R_6(W1S)、R_7(W1W)、R_9(W2W)在臭味表征上与其他传感器有显著性差异,在臭味表达上起主要作用。在抑臭物质活性检测中只有当孵育时间达到 12 h 时,才能明显表征出活性物质对气味产生的影响。

电子鼻检测中,传感器 R_6(W1S)、R_7(W1W)、R_9(W2W)与感官评价值有较显著正相关,相关系数大于 0.98。应用 3 种方法评估余甘子提取物的抑臭活性,结果表明电子鼻、感官及蛋白沉淀–分光光度法均表现出一致性, 运用这个测定评价体系分析,发现余甘子提取物均有抑臭活性,其中乙酸乙酯萃取层活性最大。作者的研究为抑臭活性的评价建立一个系统的测定分析方法,可用于后续抑臭物质活性追踪。

参考文献:

[1] UENO M,TAKEUCHI S,SAMNIENG P,et al. Turbidity of mouthrinsed water as a screening index for oral malodor [J]. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**,2013,116(2):203-209.

[2] ZHANG Zhifeng. Reasons and solutions on oral malodor[J]. **Oral Care Industry**,2013(1):57-58.

[3] NAKANO Y,YOSHIMURA M,KOGA T. Correlation between oral malodor and periodontal bacteria [J]. **Microbes Infect**,2002,4(6):679-683.

[4] PERSSON S,EDLUND M B,CLAESSON R,et al. The formation of hydrogen sulfide and methyl mercaptan by oral bacteria[J]. **Oral Microbiol Immunol**,1990,5(4):195-201.

[5] LEE H,KHO H S,CHUNG J W,et al. Volatile sulfur compounds produced by Helicobacter pylori [J]. **J Clin Gastroenterol**,2006,40(5):421-426.

[6] SOPAPORNAMORN P,UENO M,SHINADA K,et al. Relationship between total salivary protein content and volatile sulfur compounds levels in malodor patients[J]. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**,2007,103(5):655-660.

[7] PHAM T A. Comparison between self-perceived and clinical oral malodor.[J]. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology & Oral Radiology**,2012,113(1):70-80.

[8] MA Shufeng,WANG Zhouping,DING Zhansheng,et al. Study on the quality of jucy peaches during store using an electronic nose[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2010,29(3):390-394.

[9] YAO Lu, DING Yaming,MA Xiaozhong,et al. Identification and classification of Jinhua ham by electronic nose [J]. **Joural of Food Science and Biotechnology**,2012,31(10).

[10] TANAKA M,ANGURI H,NONAKA A,et al. Clinical assessment of oral malodor by the electronic nose system[J]. **J Dent Res**,2004,83(4):317-321.

[11] NONAKA A,TANAKA M,ANGURI H,et al. Clinical assessment of oral malodor intensity expressed as absolute value using an electronic nose[J]. **Oral Dis**,2005,11(Suppl 1):35-36.

[12] WANG Lin,YANG Xiaozhu,HU Deyu. Anti-halitosis effect of radix scutellariae and polyphenol [J]. **Chinese Journal of Conservative Dentistry**,2006(3):149-152.