

基于电子鼻不同识别模式对不同品牌酱油的区分与识别

安莹, 孙桃

(徐州工业职业技术学院, 江苏 徐州 221140)

摘要: 试验采用一款新型智能电子鼻系统, 对3种不同品牌的14个酱油样品进行不同识别模式分析。结果表明: 电子鼻传感器对各种酱油的气味有特定的反应, 能够有效收集不同品牌酱油的特征数据; 运用PCA分析电子鼻检测的数据, 可以有效区分不同品牌的酿造酱油; 运用DFA建立的3种不同品牌酱油的识别模型, 可以正确识别酱油品牌, 识别率为100%; 运用LDA线性判别分析, 可以区分3种不同品牌的酱油。因此, 电子鼻结合适当的识别模式可以用于不同品牌酱油的区分和识别。

关键词: 电子鼻; 识别模式; 不同品牌; 酱油; 区分

中图分类号: TS264.21

文献标志码: A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2016.02.012

文章编号: 1000-9973(2016)02-0060-05

Separation and Identification of Different Brands of Soy Sauce by Electronic Nose with Variety of Recognize Patterns

AN Ying, SUN Tao

(Xuzhou College of Industrial and Technology, Xuzhou 221140, China)

Abstract: This test has analyzed 14 samples of three different brands of soy sauce by using different identification patterns of a new intelligent electronic nose. The results show that the electronic nose sensors have a specific reaction to the flavor of all kinds of soy sauce, it can collect the characteristic data of different brands of soy sauce effectively and distinguish different brands of brewed soy sauce effectively by the model based on PCA analysis. A 100% recognition rate is acquired, when the soy sauce of three different brands is detected by the model based on DFA analysis. LDA could successfully distinguish the soy sauce. Therefore, electronic nose combined with proper recognition algorithms is able to differentiate and identify different brands of soy sauce.

Key words: electronic nose; recognition patterns; different brands; soy sauce; separation

酱油是人们生活中不可或缺的调味品, 含有多种氨基酸、维生素、无机盐等营养成分, 混合了鲜味、甜味、酸味、酒香、酯香和咸味等多种风味。随着消费意识的提高, 人们对酱油产品的品质也有越来越高的要求。味道是酱油产品重要的质量品质指标之一, 传统上一般依赖感官品评专家来判断, 但培养专职品评员费用高、时间长, 且由于身体状况、精神状态等因素影响, 会使分辨能力降低而产生误差, 这就迫切需要一种现代化的仪器来辅助或代替品评员繁重、复杂的工作。

电子鼻是一种模拟人类嗅觉识别味道的机械电子系统, 主要由气味取样操作器、气体传感器阵列和信号处理系统三种功能器件组成。电子鼻识别气味的主要机理是在阵列中的每个传感器对被测气体都有不同的灵敏度, 故整个传感器阵列对不同气体的响应图案是不同的, 而系统是根据传感器的响应图案来识别气味^[1]。本实验采用电子鼻对不同品牌、不同生产日期的酱油样品进行区分辨别, 通过主成分分析法来评价电子鼻对不同酱油样品的区分效果, 旨在确定电子鼻

收稿日期: 2015-08-05

作者简介: 安莹(1981-), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 副教授, 研究方向: 食品安全。

对酱油区分和识别的可行性,获取几种品牌酱油的电子鼻指纹图谱,为餐饮、食品行业进行酿造酱油检测提供方法依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验所采用的测试样品为市售的 3 个不同品牌、不同生产日期的酿造酱油(万通特鲜酱油、海天、巧嘴婆),测试样品未经任何前处理,见表 1。

表 1 实验用酱油样品详表

Table 1 The soy sauce samples detail table

品牌名称	系列序号	生产日期	产地
万通特鲜酱油	W-1	20140211	江苏省徐州市经济开发区杨山路 26 号
	W-2	20140131	
	W-3	20140305	
	W-4	20131121	
	W-5	20131101	
	W-6	20140116	
	W-7	20140213	
海天生抽	H-1	20140108	广东省佛山市高新区沧江工业园
	H-2	20140118	
	H-3	20140128	
	H-4	20140312	
	H-5	20140322	
	H-6	20140317	
巧嘴婆天然好酱油	Q-1	20130801	江苏省徐州市恒香园调味品酿造厂

1.2 实验设备

INOSE 电子鼻(带 SmartNose 智能识别软件系统) 上海瑞玢国际贸易有限公司感官分析应用实验室。

1.3 实验原理及方法

1.3.1 实验原理

酱油样品经过电子鼻检测后,用智能识别软件分析对样品进行区分,在此基础上建立酱油数据模型,用模型识别未知样品的品种和含量,从而初步确定电子鼻对酱油的鉴别能力。

1.3.2 气体采集方法

先用空气清洗电子鼻传感器,清洗时间为 120 s,然后通过真空泵将样品中的气体吸入到电子鼻中。电子鼻采用动态顶空法采集气体,即在吸入检测气体的同时,样品上部的气体是连续流动的,由流动气体将样品的挥发成分不断吹扫出来,由微型真空泵将待检气体吸入检测室,气体进样速率 0.3 L/min,检测每个样

品时采集时间 150 s。每个样品含有 3 个平行样,每个样品测定 1 次。

1.3.3 信号检测方法

电子鼻采用 10 个不同性质的金属氧化物传感器组成的传感器阵列,每个传感器 0.1 s 采集 1 个数据,每个样品全部采样时间为 10 s,即共 6000 个数据供分析。

1.3.4 传感器的优化

根据不同传感器组合得出不同 ID 值,其中组间重心距离最大同时保证组内差异最小时的传感器组合即为传感器最佳组合。

1.3.5 数据分析方法

1.3.5.1 PCA 法

PCA 法即主成分分析法,是一种掌握事物主要矛盾的统计分析方法,它可以从多元事物中解析出主要影响因素,揭示事物的本质,简化复杂的问题。PCA 法通过分析高维数据能够产生一组新基,当数据在新基上投影时能够有效地识别数据之间的相似性和主要的差异。PCA 的一个主要优点是数据的信息主要保存在前几个主成分中,那么,可以把高维数据进行降维处理而不会丢掉很多信息。

1.3.5.2 DFA 法

DFA 是一种通过重新组合传感器数据来优化区分性的分类技术,目的是使组间重心距离最大的同时保证组内差异最小,改变组的划分会改变其分布。DFA 分析是在 PCA 的基础上,正确分类或标示样品,训练样品集建立模型,以此模型来对未知样品进行类别归属的判定^[2]。

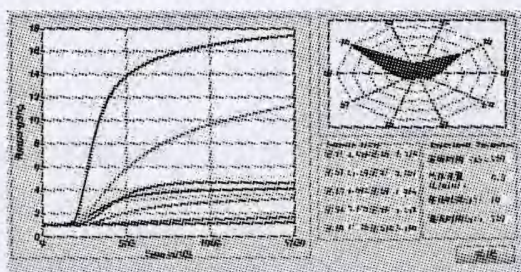
1.3.5.3 LDA 法

LDA 法也叫作线性判别,是模式识别的经典算法,其基本思想是将高维的模式样本投影到最佳鉴别矢量空间,以达到抽取分类信息和压缩特征空间维数的效果,投影后保证模式样本在新的子空间有最大的类间距离和最小的类内距离,即模式在该空间中有最佳的可分离性。

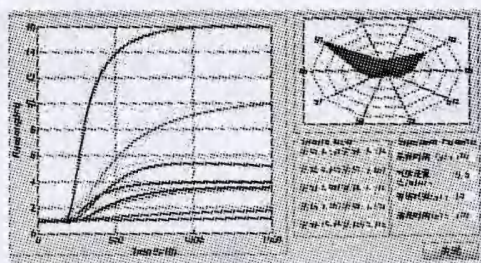
2 结果与分析^[3-6]

2.1 样品检测信号图

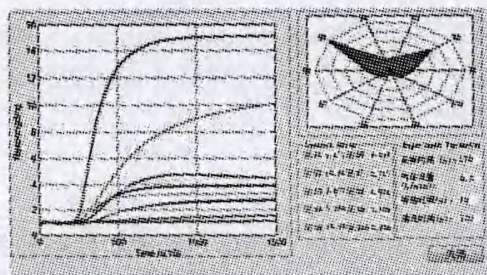
万通特鲜酱油的检测信号图见图 1。



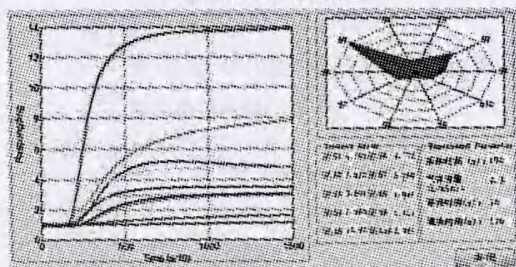
W-1 样品的检测信号图



W-6 样品的检测信号图



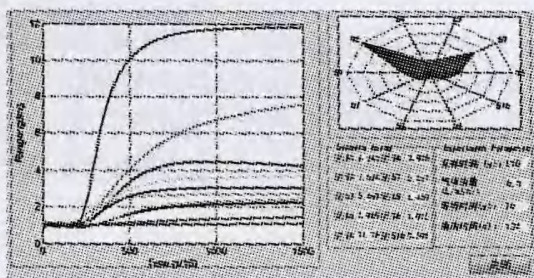
W-2 样品的检测信号图



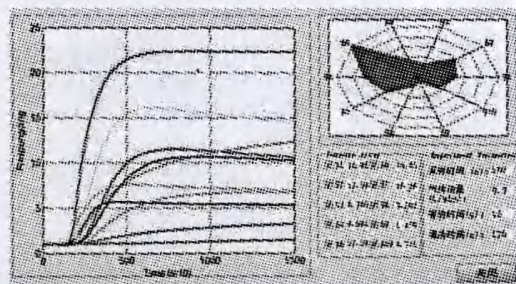
W-7 样品的检测信号图

图 1 W-1~W-7 样品的检测信号图

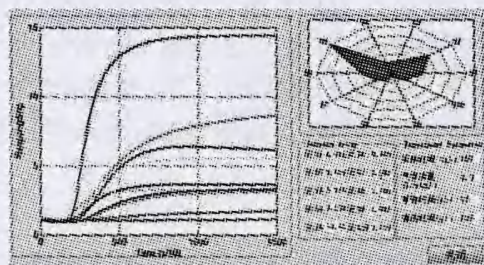
Fig. 1 The signal graph of the sample W-1~W-7
海天生抽的检测信号图见图 2。



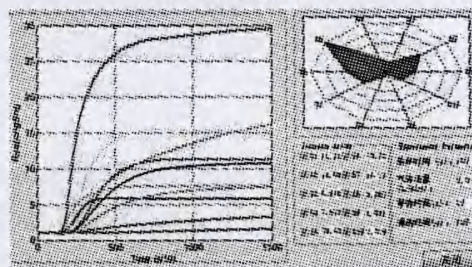
W-3 样品的检测信号图



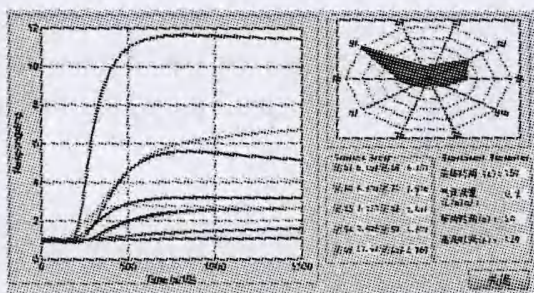
H-1 样品的检测信号图



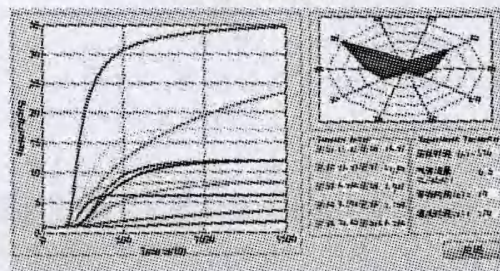
W-4 样品的检测信号图



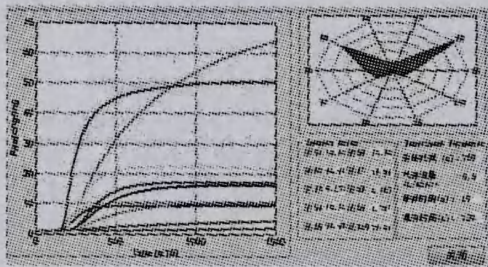
H-2 样品的检测信号图



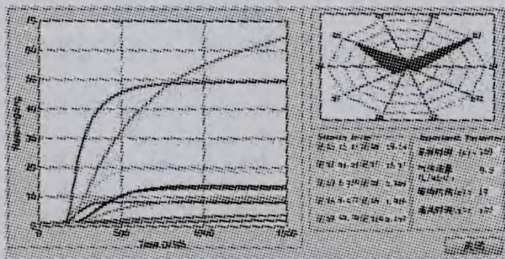
W-5 样品的检测信号图



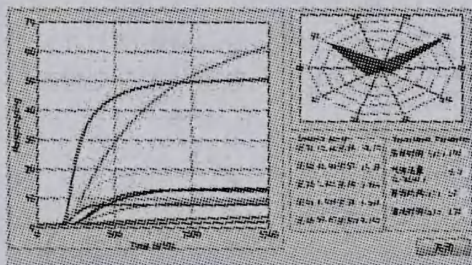
H-3 样品的检测信号图



H-4 样品的检测信号图



H-5 样品的检测信号图



H-6 样品的检测信号图

图 2 H-1~H-6 样品的检测信号图

Fig. 2 The signal graph of the sample H-1~H-6

巧嘴婆天然好酱油的检测信号图见图 3。

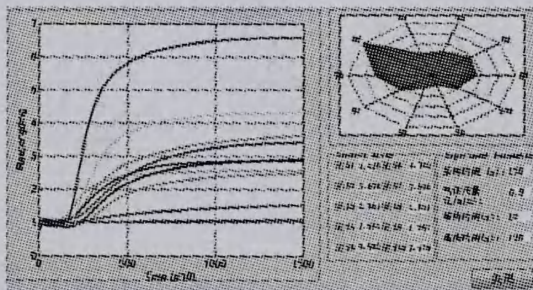


图 3 Q-1 样品的检测信号图

Fig. 3 The signal graph of the sample Q-1

2.2 传感器的优化

传感器推荐列表:

传感器组合	CSI值
1	91.04
2 S1_S3_S5_S9	91.05
3 S1_S2_S5_S9	91.25
4 S1_S3_S4_S8_S9	91.25
5 S1_S5_S9	91.09
6 S1_S5_S8_S9	91.08
7 S1_S9	91.09
8 S5_S9_S9	91.08
9 S1_S3_S4_S5_S8	90.15
10 S1_S3_S4_S8_S9	90.16
11 S1_S3_S4_S5	90.18
12 S1_S3_S4_S5_S8	90.13
13 S1_S3_S5_S9	90.02

显示得分图

保存结果

关闭

图 4 酱油样品传感器组合优化截图

Fig. 4 The screenshots of sensor combinatorial optimization of soy sauce samples

由图 4 可知,对于 14 个酱油样品来说,最佳传感器组合为 S1S3S5。

2.3 PCA 分析结果

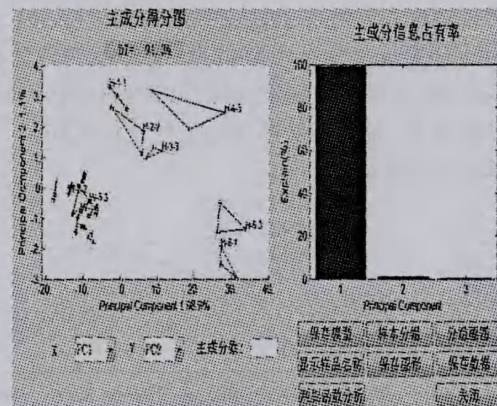


图 5 万通酱油样品的主成分分析图

Fig. 5 PCA chart of Wantong soy sauce

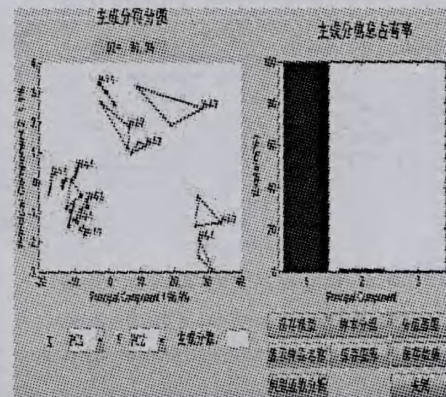


图 6 海天酱油样品的主成分分析图

Fig. 6 PCA chart of Haitian soy sauce

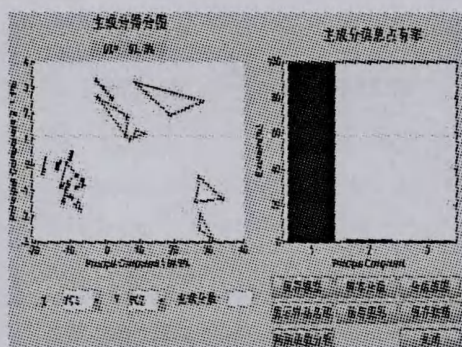


图 7 巧嘴婆酱油样品的主成分分析图
Fig. 7 PCA chart of Qiaozuipo soy sauce

由图 5~图 7 可知,两个主成分的贡献率为 100%,完全能够反映样品的整体信息。图中不同品牌不同生产日期的酱油样品分布在图中的不同区域内,相互之间没有重叠,DI=91.3% > 80%,说明 PCA 分析法能将酱油样品很好地地区分开。另外,巧嘴婆品牌和万通品牌的酱油样品在图中距离较近,说明这两个品牌的酱油样品在气味上具有一定的相似性。不同生产日期的海天酱油分布距离较大,而其他两种的分布距离较小,说明海天牌酱油随储存时间的变化,其风味变化影响较大,而且酱油样品的重复性比较好。

2.4 DFA 分析结果

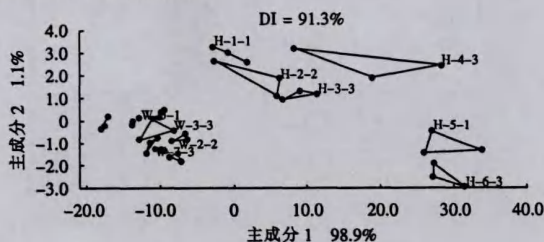


图 8 酱油样品的 DFA 模型
Fig. 8 DFA model of soy sauce

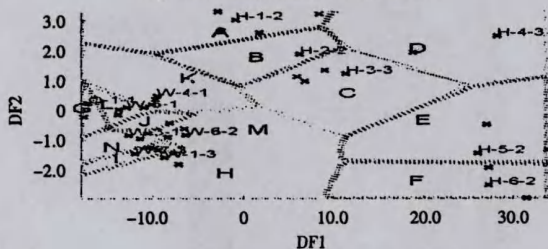


图 9 酱油样品 DFA 模型识别结果
Fig. 9 DFA model chart of soy sauce

研究选取 14 个样品的电子鼻检测数据,在 PCA 成分分析的基础上,运用 DFA 建立样品品种模型,见图 8。以此模型对 3 个品牌的 14 个样品进行品种识别,识别正确率为 100%,见图 9 和表 2。因此,充分收

集样本进行训练,用 DFA 建立模型,可以有效进行酱油样品品牌的识别。

表 2 DFA 识别酱油品牌结果
Table 2 Results of DFA species recognition

样品标号	分析结果	结论
W-1	万通	正确
W-2	万通	正确
W-3	万通	正确
W-4	万通	正确
W-5	万通	正确
W-6	万通	正确
W-7	万通	正确
H-1	海天	正确
H-2	海天	正确
H-3	海天	正确
H-4	海天	正确
H-5	海天	正确
H-6	海天	正确
Q-1	巧嘴婆	正确

2.5 LDA 分析结果

以上 14 种酱油样品的 LDA 分析数据,见图 10,在 PCA 分析中距离较近的同一种品牌的 5 个品种发生了重叠,不能区分,但与其他品种能够相互区分,总体识别指数 DI 值为 91.3%,数据的区分度很高。

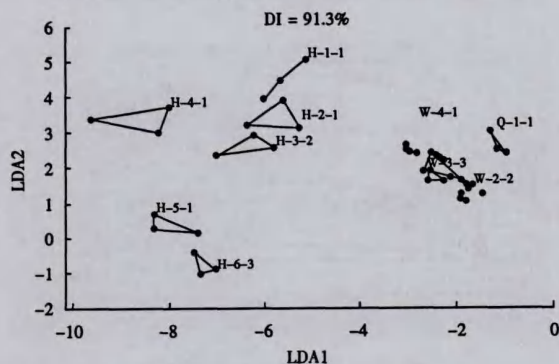
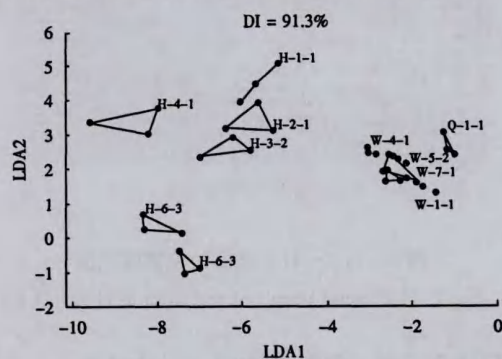


图 10 酱油样品 LDA 分析图

Fig. 10 LDA model chart of soy sauce

(下转第 68 页)

表 2 发酵鱼肉肠发酵过程中的质构变化(对照组)

Table 2 Texture profile analysis for grass carp fermented sausages (control)

质构	时间	3 h	6 h	9 h	12 h	15 h	18 h
硬度(N)		42	45.32	48.92	52.72	56.35	60
弹性		0.73	0.95	1.22	1.28	1.43	1.52
胶黏性		0.72	0.88	1.27	1.32	1.36	1.43

由表 1 和表 2 中数据可知,无论是菌种组还是对照组,其硬度、弹性、胶黏性比发酵前增加。总体上讲,添加发酵剂组其弹性、胶黏性显著高于对照组。草鱼肉经微生物作用后,鱼肉蛋白质因酸碱度下降而变性并形成胶状组织,肉块间的结着力增加,弹性增大,故发酵终产品有较好的硬度和弹性,此特性有助于鱼肉香肠被切成薄片。

3 结论

在草鱼肉发酵香肠的发酵过程中,对于接种嗜酸乳杆菌、木糖葡萄球菌混合菌种的发酵鱼肉香肠,菌落总数和乳酸菌数的上升曲线相似,发酵 12 h 后均进入对数生长期,发酵结束时,两者的数量在 $10^9 \sim 10^{10}$ cfu/g 之间,说明添加发酵剂后香肠的内源微生物得到了很好的生长,较高含量的细菌主要是乳酸菌,赋予产品特有的风味和坚实的质地;而对照组的菌落总数和乳酸菌数均增长缓慢,与菌种组相比,差异极显著($P < 0.01$)。同

样,菌种组的葡萄球菌数量在发酵 12 h 后进入对数生长期,18 h 后菌数达 10^5 cfu/g 左右,葡萄球菌数量的增加有利于发酵香肠良好风味和感官品质的形成。肠杆菌在发酵香肠的整个发酵过程中一直呈下降的趋势,表明接种微生物发酵剂的鱼肉香肠,由于 pH 值降低,呈酸性,有效杀死或抑制肠杆菌的生长。草鱼肉经微生物作用后,发酵终产品有较好的硬度和弹性。

参考文献:

- [1]朱志远,卢士玲,孙晓斌,等.发酵剂对发酵香肠微生物和理化品质的影响[J].江苏农业学报,2009,25(4):890-893.
- [2]王澜,王玉田.混合菌种发酵羊肉香肠理化性质的初探[J].食品科技,2011,36(1):94-96.
- [3]陈宇飞,杨柳.香肠发酵过程中产品品质的变化[J].中国调味品,2014,39(6):28-31.
- [4]罗欣.发酵剂微生物及其代谢与发酵香肠的工艺控制[J].食品与发酵工业,2002,28(3):67-71.
- [5]Bozkurt H, Erkmen O. Effect of some commercial additives on the quality of sucuks[J]. Food Chemistry, 2007, 101: 1465-1473.
- [6]侯玉泽,丁晓雯.食品分析[M].郑州:郑州大学出版社,2011.
- [7]沈清武.发酵干香肠成熟过程中的菌相变化及发酵剂对产品品质的影响[D].北京:中国农业大学,2004.
- [8]王俊,周光宏.发酵香肠成熟过程中理化性质变化研究[J].食品科学,2004,25(10):63-65.

(上接第 64 页)

3 结论

本文利用电子鼻技术对 3 种不同品牌酱油进行检测,结果表明:电子鼻传感器对各种酱油的气味有特定的反应,能够有效收集不同品牌酱油的特征数据;运用 PCA 分析电子鼻检测的数据,可以有效区分不同品牌的酿造酱油;运用 DFA 建立的 3 种不同品牌酱油的识别模型,可以正确识别酱油品牌,识别率为 100%;运用 LDA 线性判别分析,可以区分 3 种不同品牌的酱油;结合电子鼻的已有研究和本研究的结论推测,电子鼻作为近年来新兴的感官分析仪器,具有较高的灵敏度和精密度,可以提供可靠的试验数据,在调味品的检测方面可以广泛推广,对将来调味品行业的发展具有

重要的现实指导意义。

参考文献:

- [1]丁玉勇.基于电子鼻和多种模式识别算法的不同种食用香辛料的鉴别[J].食品科学,2013(34):274-278.
- [2]车君艳.不同品牌调味品的电子鼻分析及感官评价[J].中国调味品,2013,38(12):60-62.
- [3]高丽萍,王俊.不同成熟度草莓鲜榨果汁的电子鼻和电子舌检测[J].浙江大学学报,2012,38(6):715-724.
- [4]黄文彪.感官评价方法的比较及在酱油甜味剂筛选中的应用[J].中国调味品,2011,36(8):28-30.
- [5]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):108-113.
- [6]田怀香,孙宗宇.电子鼻在金华火腿香精识别中的应用[J].中国调味品,2008,33(11):61-64.