

电子鼻及其在肉品感官评定中的应用

周映霞¹, 武海²

(1. 西南大学 食品科学学院; 2. 西南大学 农学与生物技术学院, 重庆 400716)

摘要: 电子鼻是一种新颖的模拟人的嗅觉来分析、识别和检测复杂嗅味和挥发性成分的仪器, 它可以在几小时、几天甚至数月的时间内连续地、实时地监测特定位置的气味状况。因而, 在食品检测行业的应用越来越广泛。本文主要介绍电子鼻在国内外肉品感官检测领域的应用与发展前景。

关键词: 电子鼻; 感官评定; 应用

Electronic Nose and the Application in Meat Sensory Evaluation

ZHOUYingxia¹, WU Hai²

(1. Food college. Southwest University, Chongqing 400716, China;

2. Agriculture and Biotechnology College, Southwest University, Chongqing 400716, China)

Abstract: The electronic nose is a novel apparatus, which simulates human olfaction to analyze, recognize and examine complex gas and volatility, it can in a matter of hours, days or even few months of time in a row, real-time monitoring of the specific location of the odor situation. As a result, the food industry are in use of more and more. This article mainly introduces the electronic nose in food sensory evaluation of application and development prospects.

Key words: electronic nose; sensory evaluation; application;

中图分类号: TS201 文献标识码: A 文章编号: 1001-8123(2009)08-0055-04

气味是食品评价过程中一个很重要的评价指标。气味是挥发性的风味物质刺激鼻腔嗅觉感受器而产生的。以气味作为品质检测和控制手段一直是抽象而主观的判断。鼻子在鉴评许多食品方面, 一直是一种非常重要的工具, 但是这种传统方法需要训练有素的专业鉴评人员, 并且这些人员易受其健康状况、年龄、性别、性情、表达能力等多种因素的影响, 所以鉴评结果往往主观性强、重现性差, 并且容易出现嗅觉疲劳。虽然常规的气体分析设备, 如气相色谱仪和质谱仪可以测定气体成分和浓度, 且客观性强, 重现性好, 可以定量表达, 不容易出现嗅觉疲劳等等, 但也存在费时、费力, 还需要专门的操作技术人员, 而且

气味的成分和浓度与感觉效果之间的关系依然不清楚。因此, 随着生产过程自动化程度的提高, 包括食品在内的许多行业越来越需要一种客观性强、重现性好、方便快捷的仪器来鉴别气味。电子鼻就是在这样的需求下发展起来的一种仪器, 它既有仪器分析的客观性强、重现性好、不易疲劳的特点, 还可以像人类鼻子那样获得样品中挥发成分的整体信息即“指纹”数据, 而且操作简单, 鉴别迅速。由于它独特的功能, 电子鼻在食品行业的运用越来越广泛, 利用电子鼻对肉制品的质量、风味、加工生产等方面进行控制也越来越重要。

收稿日期: 2009-06-19

作者简介: 周映霞, 在读研究生. 研究方向: 食品安全与质量控制. Email: zyx899@163.com

1 电子鼻的组成及工作原理

1.1 电子鼻介绍^[1, 2]

电子鼻是在20世纪80年代末发展起来的一种分析、识别和检测复杂嗅味和挥发性成分的仪器,它能够感知和识别气味的电子系统,即电子嗅觉系统。电子鼻将仿生学、传感技术、信号处理、模式识别和计算机科学等多种学科融于一体,模仿生物感官——鼻子的功能。

“电子鼻”的概念是英国 Warwick 大学 Persand和Dodd教授于1982年模仿哺乳动物嗅觉系统的结构和机理,对几种有机挥发气体进行类别分析时提出来的。但当时并没有明确统一的定义。直到1989年在北大西洋公约组织(North Atlantic Treaty Organization, 简称 NATO)的一次关于化学传感器信息处理会议上才对电子鼻作了如下定义:“电子鼻是由多个性能彼此重叠的气体传感器和适当的模式分类方法组成的具有识别单一和复杂气味能力的仪器”。根据这个定义,我们可以知道电子鼻的工作原理就是模拟人的嗅觉器官对气体进行感知、分析和判断。

1.2 电子鼻的基本组成^[3-5]

电子鼻一般由气敏传感器阵列、信号处理子系统和模式识别子系统等3大部分组成。工作时,气味分子被气敏传感器阵列吸附,产生信号;生成的信号被送到信号处理子系统进行处理和加工;并最终由模式识别子系统对信号处理的结果做出综合判断。在电子鼻的组成中,传感器阵列是整个系统的基础,阵列可以有多个分立元件构成,也可以是单片集成的。许多传感器都可以应用在电子鼻上,但是,当前仅有4种传感器用于商业上的电子鼻:金属氧化物传感器、金属氧化物半导体场效应管传感器、有机导电聚合物传感器、质量传感器。一种气味被识别的过程如图1所示:

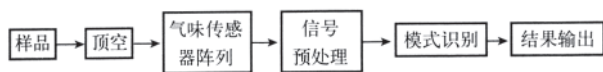


图1 气味识别的过程示意图

1.3 工作原理^[6]

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,它是通过传感器与气味的物质反应后,通过一系列物理、化学变化产生电信号,经电子线路放大及A/D转换成数字信号输入计算机中,进行数据分析和模式识别。电子鼻典型的工作程序是:传感器的初始化—测定样品与数据分析—清洗传感器。

2 电子鼻在肉品感官检测中的应用

由于电子鼻具有人和常规分析仪器所无法比拟的优点,如今已广泛地应用于肉类工业中。在肉类工业中,电子鼻主要对肉类食品的挥发气味进行识别和分类,最终对产品进行质量分级和新鲜度判别。

2.1 对肉品新鲜度的评定

肉品营养丰富是微生物生长良好的培养基,因此易受微生物污染引起腐败变质。利用电子鼻可以快速、准确地评定肉品的新鲜度从而保证肉品的品质。

1993年Winquit等^[7]最先将电子鼻用于牛肉的研究,采集到的电信号经数据转化并采用神经网络进行处理,证实电子鼻可预测粉碎牛肉的储藏时间。1998年Arnold等^[8]通过电子鼻分析了肉类制品加工过程中微生物种类和数量的变化,从而判断肉类制品的新鲜程度。瑞典Blixt^[9]等人选用10个金属氧化物半导体场效应晶体管管和4个Tagushi(MOS)集成电子鼻的传感器阵列,定量分析真空包装牛肉随时间延长腐败程度的变化,结果对变质程度的预测与感官品评结果的相关系数 r^2 为0.94。柴春祥等人^[10]对猪肉进行新鲜度感官评价、测定其挥发性盐基氮含量及气敏传感器输出信号值,并分析了三者的关系,表明可用气敏传感器检测猪肉新鲜度。孙钟雷^[11]根据猪肉的气味特征,建立了一套用于猪肉新鲜度识别的电子鼻系统。通过分析猪肉的腐败机理,合理选用了气敏传感器阵列。试验结果表明,所设计的电子鼻系统对猪肉新鲜度的识别率达90%,优于其它识别系统。传统鱼肉的新鲜度评价可以通过电流计生物传感器来测定胺或用酶反应来测定,但是这些方法在实际检测中不是很方便。O'Connell^[12]等采用11个费加罗公司的电子鼻系统来评价和分析阿根廷鳕鱼的新鲜度。他们从同一个市场得到新鲜鱼后,切成20~60g不同质量的片,放置到冰箱中储藏,每次实验都从其中取样进行分析。实验表明,电子鼻可以区分不同储藏天数的鱼肉,不同质量的鱼肉样品对电子鼻评价其新鲜度影响无关。Boothe等人^[13]利用电子鼻研究了鸡肉在保藏过程中挥发性成分的变化,判断了不同的贮藏时间和温度对鸡肉腐败变质的作用程度。2003年,Taurino等^[14]用电子鼻分析了意大利干制腊肠在不同贮期的挥发性成分构成,从而判断腊肠的新鲜程度。

2.2 对肉品品质等级的评定

在传统的等级评定中,人们往往需要测定各项物理指标和化学指标来对食品有一个综合的评定,需要大量的人力和物力。而对于同一种原料食品来说,不同等级的食品其气味是不同的。因此,可以应用仿生电子鼻对肉品进行质量分级,同时检测肉品原料等是

否掺假从而保证肉品品质。

Rajamaki等^[15]用金属氧化物半导体传感器阵列,采用主要成分分析、局部最小方差和人工神经网络分析方法对包装猪肉的品质进行了分析和评价,并将其实验结果与传统的感官评价、微生物检测以及顶空气相色谱的结果相比较。通过对比Rajamaki等人发现,电子鼻检测灵敏度高,结果真实可靠。Sullivan等^[16]用GC-MS和由8个金属氧化物传感器和PLS模式识别法形成的电子鼻分析了4种不同饲养方式的猪肉在加工过程中的气味变化。试验表明:电子鼻不仅可以清晰地区分不同饲养方式的猪肉,也可以评价猪肉加工过程中香气的变化,从而对肉制品的品质做出评定。张晓敏等^[17]利用电子鼻对用于肉制品中的四个不同厂家生产的玉米香精样品进行评价,并对所获得的数据进行主成分分析(PCA)及判别因子分析(DFA),发现即使感官评价差别不大的不同厂家生产的同一香精之间,也存在着明显的差异。实验表明,利用电子鼻技术可快速、准确地对肉制品的风味做出了评价和控制。Bourrounet等^[18]用电子鼻对小牛肉进行等级评定和分析。Bourrounet将小牛肉贮藏起来,根据不同的贮藏时间划分为不同的等级,以此为基础用电子鼻对不同贮藏期的小牛肉的挥发性成分构成进行判断,依据自组织映射网络对样品结果进行分析,分析的等级评定结果与贮藏的时间一致。Santos等人^[19]用电子鼻分析了伊比利亚火腿。伊比利亚火腿是一种传统火腿,它的原料肉和加工工艺都有严格的限制和要求。伊比利亚火腿中已经确定风味成分70多种, Santos等人利用电子鼻对其中一些特殊的挥发性物质的含量进行测定。通过主成分分析(PCA)和人工神经网络(ANN)数据分析技术的配合使用,电子鼻可以判断伊比利亚火腿的原料肉种类和成熟时间,从而排除不合格和假的产品。因此,电子鼻将有可能替代传统的等级评定方式。

2.3 肉品加工过程的评定

肉品加工过程中易被微生物和其他的物质污染,因此工厂在加工过程中肉制品的安全卫生控制是关键问题。目前,肉品厂在加工肉制品时,检测的方式是采用定点、定时抽样检测。这种离线、破坏性检测方法耗时长、人力资源要求大、及时性差。因此制造商还是希望能有操作更简单易行的检测器械,进行原位、实时测量。在生产过程中,可以用电子鼻实现烹调、发酵、存储等过程的监测,检测环境中是否出现异常气味。电子鼻为生产线上连续检测提供了快捷的评估方式。Hansen等^[20]使用六个金属氧化物传感器组成的电子鼻在线分析肉制品加工中挥发性气体成分变

化、评价肉品的质量,同时对环境条件进行监控,最终对产品的质量进行预测和评价。这种检测方式方便、快捷、在问题产生的早期就能检测到,减少了经济的损失。

3 存在的问题及发展前景

电子鼻技术作为一种新兴的技术种类正持续快速地发展着,然而,受敏感膜材料、制造工艺、数据处理方法等方面的限制,现今电子鼻的应用范围与人们的期望还存在一定的差距。这些问题主要有:降低成本、取样浓缩装置的小型实用化、气敏传感器的灵敏度、检测的时间和速度、合适的数据分析方法、如何培训电子鼻以建立起完整的检测数据库。但随着传感器技术的进展和人对嗅觉过程的深入了解,电子鼻的功能必将日益增强,愈来愈多地取代生产和生活过程中人鼻的作用,取得愈来愈广泛的应用。电子鼻的体积逐渐趋于微型,从“台式”到“便携式”,到“手持式”电子鼻的出现;成本也大幅度降低,价格也已经从最初的十多万美元但现在的不到一万美元。估计不久的将来电子鼻会像计算机一样,能被普通家庭接受及消费。例如用作家庭医疗诊断工具、牛奶和肉类新鲜度测试仪器或环境卫生测试等。

4 结语

由于电子鼻的独特功能,使其在食品等领域受到了越来越大的关注。相信随着传感器技术的进展和人对嗅觉过程的深入了解,电子鼻的功能必将日益增强,电子鼻的应用领域将会不断扩大,也将会逐步走向实用。

参考文献

- [1] 陈晓明,李景明,李艳霞,等. 电子鼻在食品工业中的应用研究进展[J]. 传感器与微系统, 2006, 25(4): 8-11.
- [2] 聂雪梅,刘仲明,张水华,等. 电子鼻及其在食品领域的应用[J]. 传感器技术, 2004, 23(10): 1-3.
- [3] 杜锋,雷鸣. 电子鼻及其在食品工业中的应用[J]. 食品科学, 2003, 24(5): 161-163.
- [4] 贾宗艳,任发政,郑丽敏. 电子鼻技术及在乳制品中的应用研究进展[J]. 中国乳品工业, 2006, 34(4): 35-38.
- [5] 潘胤飞,赵杰文,邹小波,等. 电子鼻技术在苹果质量评定中的应用[J]. 农机化研究, 2004, (3): 179-182.

- [6] 张晓敏. 电子鼻在食品工业中的应用进展[J]. 中国食品添加剂, 2008, 2: 50-56.
- [7] WINQUIST, F. H. RNSTEN, E. G. SUNDGREN, H. AND LUNDSTROM, I. Performance of an electronic nose for quality estimation of ground meat[J]. Measurement Science Technology, 1993, 4: 1493-1500.
- [8] Arnold J. W., Senter S.D. Use of digital aroma technology and SPME GC-MS to compare volatile compounds produced by bacteria isolated from processed poultry meat samples. Journal of the science of food and agriculture, 1998, 78: 343-348.
- [9] Ylva Blixt, Elisabeth Borch. Using an electronic nose for determining the spoilage of vacuum packaged beef [J]. International Journal of Food Microbiology, 1999, 46: 123-134.
- [10] 柴春祥, 杜利农. 气体传感器在猪肉新鲜度检测中的应用研究[J]. 食品科技, 2002, 5: 59-61.
- [11] 孙钟雷. 电子鼻技术在猪肉新鲜度识别中的应用[J]. 肉类研究, 2008, 2: 50-53.
- [12] Manuela O' Connell, Gabriela Valdora, Gustavo Peltzer. A practical approach for fish freshness determinations using a portable electronic nose[J]. Sensors and Actuators, 2001, B80: 149-154.
- [13] Dorothy DH Boothe, Judy. W Arnold. Electronic nose analysis of volatile compounds from poultry meat samples, fresh and after refrigerated storage[J]. Sci Food Agric, 2002, 82: 315-322.
- [14] 张楠, 翁江来, 马长伟. 电子鼻及其在肉品检测中的应用[J]. 肉类研究, 2005, (8): 29-31.
- [15] Rajamaki T., Alakomi H. L., et al. Application of an electronic nose for quality assessment of modified atmosphere packaged poultry meat. Food control, 2004, 17: 5-13.
- [16] M.G. O' Sullivana, D. V. By rnea, et al. A comparison of warmed-over flavour in pork by sensory analysis, GC/MS and the electronic nose. Meat Science, 2003, 65: 1125-1138.
- [17] 张晓敏, 等. 采用电子鼻评价肉制品中的香精质量[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 175-178.
- [18] Bourraunet B, Talou H, Gaset A. Application of a multi gas sensor device in the meat industry for boar-taint detection, Sensors and Actuators B, 1995, 26-27: 250-254.
- [19] Santos J. P., Garcia M., Aleicandre & al., et al. Electronic nose for the identification of pig feeding and ripening time in Iberian hams. Meat Science, 2003, 66: 737-732.
- [20] Hansen T., Petersen M, A, et al. Sensory based Quality control utilizing an electronic nose and GC-MS analyses to predict end-product from raw materials, Meat science, 2005, 69: 621-634.