

电子鼻在果蔬及肉类检测中的应用进展

徐 泽

(盘山县疾病预防控制中心, 辽宁盘锦 124000)

摘要: 随着科学技术的进步, 电子技术在各行各业得到了广泛应用。电子鼻具有高灵敏、快速、准确和无损等优点, 在食品工业领域得到了越来越多的关注。电子鼻是一种新型的传感器技术, 可以模拟人类的嗅觉系统对气体进行检测和识别, 可用于食品行业的质量控制和安全监测。本文综述电子鼻在果蔬及肉类检测中的应用进展, 涉及工作原理、适用场景、未来发展等多方面内容。

关键词: 电子鼻; 电子技术; 食品检测; 技术应用

Application Progress of Electronic Nose in Fruit, Vegetable and Meat Detection

XU Ze

(Panshan County Disease Prevention and Control Center, Panjin 124000, China)

Abstract: With the progress of science and technology, electronic technology has been widely used in all walks of life. Electronic nose has the advantages of high sensitivity, speed, accuracy and nondestructive. The electronic nose has gained more and more attention in the food industry. The electronic nose is a new type of sensor technology that can simulate the human olfactory system to detect and identify gases, which can be used for quality control and safety monitoring in the food industry. This paper summarizes the application progress of electronic nose in fruits and vegetables and meat detection, involving the working principle, applicable scenarios, future development and other aspects.

Keywords: electronic nose; electronic technology; food testing; technology application

当今社会不断发展, 人们对食品检测技术的要求也不断提高。目前, 电子设备已被用于描述食品工业中的化合物, 其中电子鼻是一种气体传感器阵列, 可对特定的挥发性化合物提供指纹响应, 可用于模式识别算法^[1]。挥发性分子通常与气体传感器的传感材料发生反应, 导致电学相关特性发生不可逆的变化, 如电导率, 并通过模式识别算法检测、表征这些变化, 并进行分类^[2]。电子鼻是一种强大的感官设备, 能够区分不同基质的香气特征。电子鼻已被应用于食品工业中, 可用于描述乳制品的风味、品种类型、成熟阶段, 可预测乳制品的保质期。电子仪器的兴起有助于研发出无损、快速、低成本和环保测量的新方法^[3-5]。本文将探讨电子鼻在果蔬及肉类的应用, 为未来的研究和实际的应用提供有益参考。

1 电子鼻

电子鼻是一种传感设备, 配有一组模仿人类嗅觉感知的电子化学传感器, 会提供一个数字指纹, 可以使用合适的统计工具进行分析, 通常由样品处理装置、检测器、数据采集系统组成^[6]。电子鼻对肉类样品的顶空分析是基于整体的“指纹识别”。使用嗅觉测量方法评估食品的质量有诸多优点, 如分析成本低、易于使用、快速、无损、无需初步样品制备步骤、环保和数据自动处理^[7]。金属氧化物半导体传感器常用于电子鼻, 具有快速响应、高灵敏度、低成本的优点。电子鼻是一种在结构和方法上不同于其他方法的系统, 如图像处理、神经网络, 在食品的检测与分类中应用效果好^[8]。近年来, 电子鼻已成为备受欢迎的传感技术, 能够取代传统的电子传

作者简介: 徐泽(1994—), 男, 辽宁盘锦人, 本科, 助理工程师。研究方向: 食品科学与工程。

感技术。电子鼻通过评估样品顶部空间中特定挥发性代谢物的存在和含量，实现具有不同香气特征的食品基质的区分和分类，是一种自动化、无损、成本低和效益高的技术，适合用于食品工业的常规控制、质量保证^[9-10]。

2 电子鼻在食品中的应用

2.1 电子鼻在蔬菜中的应用

在种植、收获、储存过程中，人们需要判别蔬菜的来源和成熟阶段，且蔬菜容易受到机械损伤，感染微生物，这不仅降低了蔬菜品质，增加了真菌感染的风险，也极大地影响了食品安全，降低了经济效益。因此，判别蔬菜来源和成熟阶段，及时识别受损蔬菜，进行快速无损检测非常必要^[11]。蒋鑫妹^[12]通过电子鼻研究了天然和人工成熟苹果的果实品质，通过主成分分析、线性判别分析、随机森林分析对12个传感器产生的香气模式进行处理，平均识别准确率为98%，可以被认为是区分自然成熟或人工成熟苹果的最佳算法。蓬桂华等^[13]利用电子鼻技术对辣椒进行风味差异区分，电子鼻技术能区分大方皱椒的不同地域风味。LI等^[14]使用电子鼻检测玛卡样品的挥发性和气味指纹，所有传感器均与特定的玛卡挥发物显著相关；使用电子鼻和反向传播神经网络算法创建了玛卡气味数据库，该数据库能够追踪玛卡的起源，可预测性>78%。HUANG等^[15]研究采后菠菜冷藏1~12 d后的 freshness，发现电子鼻区分的准确率达到93.7%。

2.2 电子鼻在水果中的应用

水果是人们日常生活中的重要食物，在采摘、存储、运输等过程中，需要对水果成熟度和质量进行把控，电子鼻可应用于水果质量控制和安全检测。刘强等^[16]利用电子鼻技术对采后的草莓进行灰霉病动态分析，以健康草莓果实为对照，用电子鼻构建样品气味信息，发现其对草莓病害果实的区分准确率达到92%。PALUMBO等^[17]用电子鼻区分3个不同时间收获的草莓品种的两个成熟阶段，发现电子鼻信号与果实成熟阶段之间存在潜在的相关性，电子鼻对不同成熟度的草莓香气的特征变化具有灵敏的反应。XU等^[18]采用电子鼻测试荔枝在室温、冰箱、可控气氛下的贮藏时间和硬度，结果表明，荔枝果实在3种环境中的贮藏硬度均有所下降，常温下贮

藏的荔枝硬度下降速度最快，其次是冷藏环境和可控气氛储存的荔枝，这证明电子鼻可以在冷藏储存和可控气氛环境下检测荔枝的质量，为今后果实品质无损智能监测研究提供了有益参考。总之，电子鼻在水果行业中具有广泛的应用前景，能够提高检测效率和准确性，为人们提供健康、安全的食品。

2.3 电子鼻在肉类检测中的应用

肉类是营养的主要来源，如果处理或保存不当，很容易降解，给消费者带来严重的健康风险，给生产者带来经济损失^[19-21]。在肉类降解中，微生物起着重要作用，碳水化合物、蛋白质、脂肪会在酶和细菌的作用下分解成乙醛、硫化氢、氨，并产生不同类型的气体^[22]。近年来，电子鼻被广泛应用于评估肉类和肉制品的香气、检测病原微生物的存在、进行质量分级、检测是否掺假以及监测肉制品保质期内的质量衰减情况。^①掺假与否是肉类和肉制品质量把控的关键点^[23]。电子鼻技术可以区分添加了鸭肉的鲜肉，准确率为83%~100%。HAN等^[24]使用电子鼻检测牛肉与鸭肉的掺假情况，鉴定率达83.3%。^②电子鼻已经应用在不同物种的肉类产品的质量评估，使用电子鼻技术评估肉制品的新鲜度有不破坏样品、分析速度快、仪器成本较低等优点^[25-27]。CHEN等^[28]用电子鼻检测猪肉、牛肉、羊肉的新鲜度，发现其能区分不同贮藏时间的猪肉、牛肉、羊肉样品，能较好地判断样品的新鲜度，对猪肉、牛肉、羊肉的判断准确率分别为89.5%、84.2%、94.7%。

3 结语

随着科学技术的发展和应用，电子鼻已广泛用于食品工业，在水果、蔬菜、肉类的质量控制方面表现出重要作用。电子鼻在食品行业中的应用已成为一种趋势，将助力食品行业的安全、高效、可持续发展。电子鼻技术在判别蔬菜来源、成熟阶段，及时识别受损果蔬，进行快速无损检测，检测肉类中病原微生物的存在情况，进行质量分级，鉴定掺假情况，监测保质期内的质量衰减情况等方面发挥重要作用，具有快速、无损、操作简便和批量检测等优点，同时有较好的应用可行性和发展前景。

参考文献

- [1] 刘强, 张婷婷, 周丹丹, 等. 基于电子鼻技

术对草莓采后灰霉病的分析与早期诊断 [J]. 食品科学 ,2022,43(12):341-349.

[2] SANAEIFAR A,ZAKIDIZAJI H,TAFARI A,et al. Early detection of contamination and defect in foodstuffs by electronic nose: a review[J].Trends in Analytical Chemistry,2017,97:257-271.

[3] 余桂平 ,陈斌 ,朱建锡 ,等 . 食品检测中电子鼻技术的相关应用探讨 [J]. 农业开发与装备 ,2019(2):145.

[4] 龚爱平 . 电子鼻在肉制品早期污染检测技术中的应用研究进展 [J]. 深圳信息职业技术学院学报 ,2018,16(2):24-29.

[5] 唐月明 ,王俊 . 电子鼻技术在食品检测中的应用 [J]. 农机化研究 ,2006(10):169-172.

[6] 杨志蒙 ,赵永礼 ,温举洪 ,等 . 基于温度调制的电子鼻技术应用研究 [J]. 农业装备与车辆工程 ,2022,60(12):82-86.

[7] 徐凯杰 . 电子鼻技术及其在种子品质检测中的应用概况 [J]. 农业装备技术 ,2022,48(2):4-6.

[8] 吴嘉雯 ,刘智昊 ,庞林江 ,等 . 电子鼻技术在果蔬病害检测中的研究进展 [J]. 食品与机械 ,2023,39(1):228-233.

[9] XU J,LIU K,ZHANG C.Electronic nose for volatile organic compounds analysis in rice aging[J].Trends in Food Science & Technology,2021,109:83-93.

[10] 李国林 ,孟繁博 ,郑秀艳 ,等 . 红肉火龙果贮藏期间气味监测及桃吉尔霉对气味的影响 [J]. 食品安全质量检测学报 ,2018,9(18):4834-4838.

[11] 高萍 ,高士刚 ,成伟 ,等 . 上海市草莓灰霉病菌对氟吡菌酰胺敏感性检测及抗性分子机制 [J]. 植物保护 ,2021,47(4):215-220.

[12] 蒋鑫妹 . 电子鼻技术在欧李催熟检测中应用研究 [D]. 长春 :吉林农业大学 ,2021.

[13] 蓬桂华 ,陈菊 ,殷勇 ,等 . 基于电子鼻技术的不同种植区域地理标志辣椒风味变化研究 [J]. 蔬菜 ,2022(9):10-15.

[14] LI A,DUAN S,DANG Y,et al.Origin identification of Chinese Maca using electronic nose coupled with GC-MS[J].Scientific Reports,2019,9(1):12216.

[15] HUANG X,YU S,XU H,et al.Rapid and nondestructive detection of freshness quality of postharvest spinaches based

on machine vision and electronic nose[J].Journal of Food Safety,2019,39(6):12708.

[16] 刘强 ,张婷婷 ,周丹丹 ,等 . 基于电子鼻技术对草莓采后灰霉病的分析与早期诊断 [J]. 食品科学 ,2022,43(12):341-349.

[17] PALUMBO M,COZZOLINO R,LAURINO C,et al.Rapid and non-destructive techniques for the discrimination of ripening stages in Candonga strawberries[J].Foods,2022,11(11):1534.

[18] XU S,LÜ E,LU H,et al.Quality detection of litchi stored in different environments using an electronic nose[J].Sensors,2016,16(6):852.

[19] 李天仪 . 对肉类食品安全问题的思考 [J]. 养殖与饲料 ,2017(4):97-98.

[20] 张艳 ,邓阳 ,胡昱清 ,等 . 肉类食品安全问题的组态路径及监管优化分析 [J]. 河南科学 ,2023,41(1):123-128.

[21] 孙海新 . 肉食品原材料溯源甄别技术开发与应用 [EB/OL].(2023-03-19)[2023-04-01]<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=SNAD&filename=SNAD000001853796>.

[22] 王海燕 . 基于食品安全的禽肉冷链监控体系构建研究 [J]. 成都师范学院学报 ,2019,35(5):66-71.

[23] 张森 ,贾洪峰 ,张振宇 ,等 . 我国牛排品质识别技术研究现状 [J]. 食品工业 ,2023,44(2):175-180.

[24] HAN F,HUANG X,AHETO J H,et al.Fusion of a low-cost electronic nose and Fourier transform near-infrared spectroscopy for qualitative and quantitative detection of beef adulterated with duck[J].Analytical Methods,2022,14(4):417-426.

[25] 于淑琳 ,拱健婷 ,李莉 ,等 . 基于气味变化规律采用电子鼻构建黄精霉变的快速判别模型 [J]. 中国中药杂志 ,2023,48(7):1833-1839.

[26] 路奇 ,张煜 ,孙宇驰 ,等 . 智能家居气味识别装置产品设计研究及实践 [J]. 包装工程 ,2022,43(16):27-36.

[27] 谭小千 . 鲢鱼重组 Cystatin 对冷藏乌鱼肉片保鲜作用的研究 [D]. 雅安 :四川农业大学 ,2022.

[28] CHEN J,GU J,ZHANG R,et al.Freshness evaluation of three kinds of meats based on the electronic nose[J].Sensors,2019,19(3):605.