

# 创新GC-IMS技术在食品掺假检测教学应用

王英壮

海南热带海洋学院 海南 三亚 572000

**摘要:** 本文主要研究GC-IMS技术在食品中掺假问题领域的应用,以掺假食品为例做针对性教学检测,对食品掺假检测教学体用一定的借鉴意义。民以食为天,食品安全是关乎人类健康的头等大事。本研究证明了GC-IMS快速分析技术应用于食品掺假检测领域的可行性,为食品掺假检测教学应用提供了一定的基础数据,为鉴别其真伪教学方式提供了新方法。

**关键词:** GC-IMS技术; 掺伪鉴别; 羊肉风味

## Innovative Application of GC-IMS Technology in Food Adulteration Detection Teaching

Yingzhuang Wang

Hainan Tropical Ocean Institute Hainan Sanya 572000

**Abstract:** This paper mainly studies the application of GC-IMS technology in the field of food adulteration, taking adulterated food as an example to do targeted teaching detection, which has certain reference significance for food adulteration detection teaching system. Food safety is of Paramount importance to human health. This study proved the feasibility of applying GC-IMS rapid analysis technology in the field of food adulteration detection, provided certain basic data for the teaching application of food adulteration detection, and provided a new method for identifying the authenticity of the teaching method.

**Keywords:** GC-IMS technology; Adulteration identification; Mutton flavor

### 引言

随着人们生活水平的日益提高,人们餐桌上的食物越来越丰盛。然而食品的供应链在某些领域也变得越来越复杂,随之而来的食品欺诈问题也越发引人关注。对食品的检测与鉴定刻不容缓。随着肉制品在人们饮食中的增加,肉制品的掺假已成为消费者关注的主要问题。在中国,羊肉因其鲜美的肉质和丰富的营养而广受青睐。然而有一些不法商贩看到了其中的“商机”,在羊肉中掺杂大量其他低成本肉类降低成本以获取利润,更有甚者直接将其他肉类用羊肉香精处理后当做羊肉贩卖。因此,羊肉的鉴别有着重大意义。所以我们选取了羊肉为例来探究 GC-IMS 技术在食品掺假领域的应用。

### 1 GC-IMS概述

气相离子迁移色谱(gas chromatography-ion mobility spectrum,GC-IMS)是最近几年新出的一种气相分离和检测技术,灵敏度高、操作简单、分辨率高,它整合了IMS低成本、响应快速的优势和GC的高效分离优点,非常适合一些有挥发性的有机化合物的痕量检测。可用于测量复杂体系,如呼出的空气分析。由于有能改变漂移电压的极性,GC-IMS可以检测到一些物质如酮,醛,醇类,胺类,磷有机物,以及卤代化合物。色谱预分离使得仪器能够克服因为复杂混合物中离子相互作用带来的IMS的技术限制,保证了选择性识别。

其实,早在1982年就已经出现了IMS与气相色谱(Gas Chromatography,GC)技术的联用,但早期的GC设备比较大,限制了GC-IMS技术的发展。直到多毛细管柱(Multicapillary Column,MCC)的出现,使得GC体积得以缩小,增加了GC-IMS的便携性,GC-IMS技术才得以迅猛

发展。

### 2 GC-IMS原理

GC-IMS平台主要由气相分离、气体电离、离子漂移、离子检测四个部分组成。样品进入电离区,在离子源处电离,以离子脉冲的形式进入迁移区。在外电场的作用下,离子和漂移气体逆向而行,两者发生碰撞从而使离子失去一部分能量,并获得一个恒定的速度,也就是离子迁移率。不同的离子具有不同的离子迁移率,经不同的漂移时间到达检测器,形成谱图。

### 3 GC-IMS在各个领域中的教学应用

#### 3.1 在环境监测的教学应用

GC-IMS因为其高灵敏度、高分辨率以及其简单的操作在环境监测中占有重要地位。它在环境监测中主要被应用于土壤、水和大气三个方面。

Gao Wei等采用气相色谱-离子迁移谱(GC-IMS)和气相色谱四极杆飞行时间质谱(GC-QTOF-MS)对不同处理单元生活污水中的挥发性有机物(VOCs)进行了分析和鉴定。通过气相色谱-质谱联用仪(GC-IMS)检测出多种挥发性化合物,主要含氧VOCs包括低气味阈值的醇类、脂肪酸、醛酮等。IMS谱图的指纹图谱显示VOCs组分的变化,表明处理过程中废水水质的变化。研究表明,GC-IMS技术可为污水处理厂进水水质变化和加工工艺性能变化提供一种有效的分析方法。

对于空气质量的监测。空气污染这些年越来越严重,在特定的时间和地点空气污染物的浓度受到对人类的身体健康的威胁也越来越大,因此对空气的监测与分析十分重要的,尤其是对室内空气的监测。由于现在各种装修材料,甚至是家具的使用都给我们带来了极差的室内环境,

各种如甲醛、苯等挥发性有机物给我们人体带来了极大的危害,所以,对空气进行监测是十分必要的。早在 2013 年,孙燕桥等就对于气相色谱-离子迁移色谱联用技术检测空气质量做出了详尽的论述。

### 3.2 在食品检测的教学应用

金文刚等也是基于 GC-IMS 技术实现了大鲸不同部位的区分,明确大鲑肉腥味成分以及对其进行有效脱腥。让我们可以品尝到更加美味的鱼肉。Liu Dengyong 等利用气相色谱-离子迁移谱(GC-IMS)对金华火腿进行了研究,全面地检测金华火腿中的挥发性成分,通过对金华火腿在老化过程中三个阶段的挥发性成分进行分析,发现了其香气随老化时间变化的规律。Shiliang Jia 等教师则通过 GC-IMS 技术确定了鲤鱼的特异性腐败生物。这项研究有助于深入研究鲤鱼的变质情况,也对开发改进鱼类质量管理的方法和工具有着巨大帮助。

通过对“汉中仙豪”挥发性香气成分的指纹图谱分析,揭示了不同产地茶叶香气成分的差异,为“汉中仙豪”的产地鉴别、质量控制、质量评价和品牌引领提供了方法。与茶叶类似,中华酒文化也同样是底蕴深厚。不管是粮食酒还是果酒,甚至是药酒都因其独特的口感和香气而受人追捧。对于黄酒来说,酒龄是用来评判黄酒好坏的重要指标之一,而通过气相-离子迁移谱技术就可以准确有效地鉴定黄酒酒龄。这就使得一些市售的虚报酒龄的次品无处可逃,维护了黄酒的声誉和市场。

另一种和我们日常生活息息相关的就是食用油了,不同种类的食用植物油均具有独特的挥发性有机物质组成,而挥发性有机物的组成及含量也与食用油的品质密切相关,因此使用 GC-IMS 分析食用植物油的挥发性有机物可以更科学准确地帮助我们选择使用更好的食用油。陈鑫郁等教师就详细地论述了 GC-IMS 快速识别植物油种类的原理和方法。

孔景临等老师利用电喷雾离子转移光谱仪测定氨基酸及氨基酸的含量,并测定出甘氨酸、组氨酸、精氨酸 4 个氨基酸;通过对半乳糖核酸和半乳糖酶解的分析,发现其分子中的离子转移光谱可以很好地反映其分子结构,并呈现出指纹图像;能快速、准确地测定氨基酸和多肽。张鑫鑫等老师利用电泳技术测定了瘦身保健食品中的违禁物质,发现其与相应的峰区呈正相关关系,最小值为 0.05~0.10mg/L。孙轶东等老师利用移动 IMS 分析器进行了快速的检测,结果显示,本方法的检测值为 0.06~0.33ug/mL,结果准确、快速,可作为临床检验抗风湿性中药中的违禁物质。陈萌等老师利用电离-电离迁移光谱法对四种主要的芳胺类物质进行了测定,并得出了其含量的最小值为 0.5-2mg/kg,可以作为一种有效筛选产品的质量和安全性的方法。朱俐等老师利用 IMS 技术对保健食品中的违禁药品进行了检测,并建立了一种用于检测违禁药品的速筛技术,发现该药品中的主要降糖组分在 7.977~17.153 毫秒之间,

其最小值为 0.02~8ug/mL,这说明根据 IMS 技术可以构建健康食品中的违禁药品的数据库,方便现场检测。

在我国,赖英等老师利用高场离子转移光谱仪测定了水类食物中醋酸的含量,发现其最小值为 0.4mg/L;在较小的浓度区域,相应的单体离子峰值与其峰值高度成直线关系;与常规 GC-MS 技术比较,该方法操作简单、快速,但抗干扰能力差。根据 GC-IMS 技术,王辉等人利用降维 GC-IMS 技术对肉类冷藏期进行了 29 个特征峰,并利用统计学的手段对其进行了光谱数据的处理,建立了一个能够迅速识别冻肉储存期的模式;结果显示,GC-IMS 技术可以对食物贮存期进行预报,从而确保了产品的品质和安全性。肖冬来等人 I861 采用 GC-IMS 技术对蘑菇香气进行了研究,采用热图聚类法和主成分法对其香气特征进行了研究。于林宏等老师利用 IMS 技术对冷冻和冷冻的鸡块进行比较,发现冷冻和冷冻后的鸡块在所有的物理、化学参数上没有明显的差别,而冷冻后的鸡块却没有明显的差别;利用 GC-IMS 与 GC-IMS 技术相结合,可以快速、可靠地鉴别出两种不同的试样。一种对新鲜鸡进行高效的检测。周沅楨等人利用不均匀离子转移光谱技术,对各种发霉的烟叶进行了鉴定,得到了在各种发霉情况下的鉴别模式,该模式的辨识准确率在 90%之上,可以迅速地鉴别出各种类型的发霉烟草,说明了利用该方法可以迅速地鉴别出发霉的烟叶。本论文将各种预处理技术与 GC-IMS 技术有机地融合在一起,使其在今后的 GC-IMS 中得到广泛的推广和发展。

### 3.3 在医学上的教学应用

GC-IMS 技术在医学上也同样有重大作用,Adivi Fatteh Ghanbari 就首次采用离子迁移谱法测定血清样品中的组胺。成功地将离子迁移谱(IMS)用于血清样品中组胺的超快速、无干扰测定。考察了 pH、离子强度、接触时间、吸附剂用量等不同参数对纳米颗粒吸附组胺的影响。在优化的条件下,吸附剂的吸附容量可达 178mg/g。研究发现,制备的纳米粒子对人体血清中组胺的去除率可达 92%。离子迁移谱技术还被用于解析天然蛋白质的结构,让我们对肽和多肽有了更清晰的认知。Tian H A 通过顶空气相色谱-离子迁移谱和顶空固相微萃取-气相色谱-质谱法两种方法对患有阿尔茨海默病的模型小鼠的粪便和尿液中挥发性有机化合物绘制指纹图谱,进行定性和定量测定。证明 HS-GC-IMS 可作为 HS-SPME-GC-MS 分析的辅助技术,实现对阿尔兹海默病的快速诊断。Carolyn Drees 等利用气相色谱仪与离子迁移谱仪(GC-IMS)联用,通过将全血和稀释的菌悬液样品分别注入有氧和无氧 BC 瓶中,孵育 8h。每小时对来自大肠埃希菌(DSM 25944)、金黄色葡萄球菌(DSM 13661)和铜绿假单胞菌(DSM1117)的培养物的顶空样品进行调查的方法,确定在哪个时间点细菌之间可能存在分化。研究 mVOC 分析对细菌生长和细菌分化的识别能力。研究证明 GC-IMS 顶空分析

比 BCs 的比色指示剂能更快地识别细菌生长,且在主成分分析中具有较高的可靠性。GC-IMS 顶空分析可作为快速检测和鉴定引起血流感染(BSI)的细菌的一种有益方法。从而迅速启动足够的抗生素治疗。

#### 3.4 在化妆品上的教学应用

化妆品的概念是指美容及个人护理用品,它下面细分了 11 大子品类: 婴童童专属用品、男士护理品、彩妆品、护肤用品、护发用品、口腔护理品、沐浴用品、防晒用品、脱毛用品、香水、除臭剂。因为化妆品大都是直接用于我们的皮肤上面,这就要求化妆品的成分不仅有保养功效,还要温和无刺激。因此,对化妆品的成分进行检测是很有必要的。Rebecca Brendel 等通过研究表明 GC-IMS 作为正交定性和定量的方法,可以作为化妆品中致敏化合物的常规 GC-MS 分析替代或推广方法。

#### 4 现有教学研究存在的问题与不足

目前 GC-IMS 技术在食品油脂质量检验方面的应用,着重于对其进行等级判定、掺假物的定性和定量分析,并对进样器进行了优化。当前,以 GC-IMS 技术为基础进行食品品质教育的理论和方法尚处于起步状态,特别是我国,有关食品品质分析、质量控制和安全检测等方面的研究尚处于起步状态;此外,GC-MS、二维 GC、GC-IMS 等组合的二维资料比单个的分析设备所包含的资料要多得多,所需的资料也要多得多,因此,目前的教学和分析技术已不能很好地满足二维数据资料的需求。

#### 总结

米面、食用油、瓜果蔬菜、肉类、飞禽走兽、蛋奶、

乳制品、豆制品、面包糕点、糖果、罐头、饮料、调味品、鱼虾等水产品等都属于食品。我们就是靠吃东西才能活着的。然而,近几年食品安全问题频频发生,各种掺假、违规食品严重危害了人民身体健康。从苏丹红到三聚氰胺等各种食品安全事件带来的恶劣影响,使广大消费者至今仍心有余悸。食品卫生检测教育可以保证市场上流通食品的安全,为进一步提高产品质量打下坚实的基础。

#### 参考文献:

- [1] Li Tingting et al. Quantitative determination of mutton adulteration with single-copy nuclear genes by real-time PCR[J]. Food Chemistry, 2021, 344
- [2] 成甜甜,王克俭,韩宪忠,李师,王媛.基于 PSO-LSSVM 和特征波长提取的羊肉掺假检测方法[J].食品与机械 2020,36(11):46-50.
- [3] 王婧,李璐,王佳奕,张娟,王远一飞,丁武.电子鼻结合气相色谱-质谱法对宁夏小尾寒羊肉中鸭肉掺假的快速检测[J].食品科学,2017,38(20):222-228.
- [4] 陈佳欣,张英杰.羊肉风味的形成及影响因素研究[J].饲料工业,2020,41(23):22-26.
- [5] 赵武善,陈云波,李向阳,等.采用近红外透射技术分析油脂碘值[J].中国油脂,2003,(09):38-40.
- [6] 于燕波,臧鹏,付元华,等.近红外光谱法快速测定植物油中脂肪酸含量[J].光谱学与光谱分析,2008,(07):1554-1558.
- [7] 罗香,刘波平,冯利辉,等.近红外光谱技术用于花生油中棕榈油含量的测定[J].分析科学学报,2010,26(06):673-676.