

气相色谱质谱联用于食品检验中的效果研究

王玉冰 金楠 于洋 陆建宇 姜明谔

吉林省产品质量监督检验院

摘要: 气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 是一种非常重要的食用分析检验技术, 在食品检验领域中具有广泛地应用。该技术结合了气相色谱的高分离性能和质谱的高鉴别能力, 能够对食品中的有害物质、添加剂、污染物等进行分析, 对于保障食品安全和消费者健康具有重要意义。

关键词: 质谱联用; 食品检验; 气相色谱

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.12.101

引言

在不断飞速发展的现代, 气相色谱技术与高灵敏度质谱的选择性检测方式相结合, 可以从宏观层面上优化食品检验灵敏度。气相色谱法于20世纪60-70年代初被发明出来, 并很快成为工业和农业领域的主流方法。气相色谱法是一种新型分离分析方法, 其基本原理是将样品放在固定相与流动相之间, 因为气体扩散速度很快, 故而可以很快地达到平衡。近年来, 气相色谱-质谱联用技术因其精准、灵敏、检测成本低廉等优点, 在食品、医药等多个领域得到了广泛地应用, 但由于气相色谱-质谱联用技术在使用过程中还是存在一部分问题, 故而本文对其在食品检验方面的效果进行探讨。

一、气相色谱质谱联用在食品检验中的重要意义

(一) 检测食品有害物质

GC-MS技术可以用于检测食品中的有害物质, 如农药残留、重金属、真菌毒素等。这些有害物质可能存在于农产品、动物产品和加工食品中, 对民众健康造成威胁。通过GC-MS技术, 检测人员可以对这些物质进行定性和定量分析, 了解食品中是否存在有害物质及其含量水平, 从而防止有害食物对消费者健康造成损害。

(二) 检测食品添加剂和污染物

食品中可能含有各种添加剂和污染物诸如: 人工色素、防腐剂、亚硝酸盐等。这些物质在一定程度上是被允许添加的, 但过量使用或滥用会对人体健康造成危害。GC-MS技术可以对这些物质进行检测, 了解食品中添加剂和污染物的种类和含量, 从而确保食品安全性和质量。

(三) 追溯食品病原微生物

除了添加剂之外, 食品中可能还存在着各种病原微生物, 如细菌、病毒、寄生虫等。这些微生物可能对消费者身体健康形成威胁, 因此需要对其进行检测和追溯。GC-MS技术可以用于分析病原微生物的代谢产物和遗传物质, 从而对其进行鉴别和分类。通过该技术, 可以追溯病原微生物的来源和传播途径, 为预防和控制流行性病症传播提供支持。

(四) 监测食品品质和新鲜度

食品在存储和运输过程中会发生品质变化和腐烂变质。GC-MS技术可以用于监测食品的品质和新鲜度, 通过对食品中的化学成分进行分析, 了解其品质状况和新鲜程度。例如, 对于鱼类、肉类等动物性食品, 可以通过GC-MS技术分析其中的脂肪酸、氨基酸等成分, 了解其新鲜度和质量。

(五) 辅助食品研发和质量控制

在食品研发和生产过程中, 质量控制是非常重要的环节。GC-MS技术可以为食品研发和质量控制提供辅助支持。通过该技术, 可以了解食品中各种成分的含量和变化趋势, 为食品配方和生产工艺优化提供依据。而且GC-MS技术还可以用于评估食品加工过程中产生的有害物质和副产物, 为增强食品生产效率和产品质量提供指导。

二、现有食品检验中气相色谱质谱联用特点

(一) 高效分离能力

气相色谱是一种高效的分离技术, 能够将复杂的样品进行分离, 使其中的各组分能够依次流出。而质谱则能够对样品进行进一步的检测和分析, 提供组分的分子量和结构信息。因此, GC-MS联用技术具有高效的分离能力, 可以有效地分离出食品中的各种成分, 包括脂肪酸、糖类、有机酸、农药残留等。

(二) 高灵敏度

GC-MS联用技术具有高灵敏度, 可以检测出低浓度的目标化合物。在食品检验过程中, 对于一些痕量污染物诸如: 农药残留、添加剂等, GC-MS可以准确地检测出其浓度, 为食品安全提供有力保障。

(三) 高选择性

GC-MS联用技术可以选择性地检测目标化合物。检测人员通过选择合适的色谱柱和分离条件, 可以实现对目标化合物的特异性分离, 避免其他物质的干扰。这种高选择性使得GC-MS在食品检验中能够准确地检测出目标化合物, 提高检测的准确性。

(四) 定性定量分析

GC-MS可以同时定性定量分析, 即在分离各组

分的同时，还可以确定食品的分子量和结构等信息，并且可以准确地测定各组分浓度。这种定性定量分析能力使得GC-MS在食品检验中能够提供更为全面的食品质量信息，为食品安全评估和质量控制提供有力支持。

（五）应用广泛

GC-MS联用技术在食品检验中应用广泛，适用于各种食品样品的检测和分析诸如：水果、蔬菜、肉类、乳制品等。其可以用于检测食品中的有害物质，如农药残留、添加剂、毒素等，也可以用于分析食品的成分和营养成分。此外，GC-MS还可以用于研究食品加工过程和储藏条件对食品质量的影响。

（六）可靠性高

GC-MS联用技术具有可靠性高的优点。检测人员通过建立严格的实验室质量控制体系和规范的操作流程，可以保证检测结果的准确性和可靠性。此外，GC-MS的标准化和自动化程度较高，可以减少检验过程中发生人为误差和操作失误的可能性，增强检测结果的可靠性。

（七）安全性强

在食品检验过程中，该技术对于一些有毒、有害物质的检测，如农药残留、毒素等，GC-MS可以准确地检测出食品中其含量浓度，避免对检测人员和环境造成危害。此外，GC-MS使用的试剂和耗材也相对较少，检测完毕后的检测道具能够进行二次回收，以减少检测过程对环境的污染和检测资源的浪费。

三、现有食品检验中气相色谱质谱联用流程

（一）样品处理

首先，检测人员需要对食品样品进行处理。检测人员要将样品捣碎并混合均匀，然后称取适量的样品放入萃取装置中进行萃取。萃取剂一般选择有机溶剂，如乙醚、丙酮等。萃取后的样品进行浓缩并定容，以便进行后续分析。

（二）气相色谱分离

检测人员将萃取后的样品通过气相色谱进行分离。气相色谱是一种色谱技术，利用气体作为流动相，将样品中的各组分分离出来。在分离过程中，样品中的有机物会按照沸点、极性等性质被分离出来，形成不同的色谱峰。

（三）质谱分析

经过气相色谱分离后的组分则会被导入质谱仪中进行进一步地分析。质谱仪的工作原理是通过高能电子束轰击样品分子，使其失去电子而成为带有正电荷的分子离子。这些离子经过电场和磁场的作用会形成具有特征性的质谱图。检测人员通过对质谱图进行解析，可以确定样品中的化合物及其相对含量。

（四）数据库比对和结果输出

通过将样品质谱图与已有数据库进行比对，可以快速判断出样品中是否存在有害物质，并得出其含量。同时，检测人员还要结合气相色谱分离结果，准确地定位到某一特定的色谱峰，从而实现对食品中特定化合物的精确检测。

（五）数据分析与报告生成

最后一步是对检测结果进行数据分析并生成检测报告。数据分析包括计算各组分的含量、判断是否符合食品安全标准等。根据分析结果，检测报告会详细列出食品样品中各种有害物质的种类和含量，为食品安全性评估提供依据。

（六）注意事项

在气相色谱质谱联用过程中，需要注意下述几点：首先，检测人员要确保样品处理过程中不会引入其他杂质或干扰物质，以避免对分析结果产生影响；其次，检测人员要定期对仪器进行校准和维护，确保仪器性能稳定且符合分析要求；此外，对于某些特殊样品或复杂基质样品，可能需要进行预处理或衍生化处理以改善分离效果；最后在进行数据分析时，检测人员要结合实际样品性质、仪器条件等因素进行综合分析，避免误判或漏检的情况出现。

四、现有食品检验中气相色谱质谱联用过程存在的问题

（一）样品制备和前处理

在食品检验过程中，样品的制备和前处理是第一步，也是最重要的一步。如果样品制备和前处理不当，可能会诱发误差，制约最终结果的准确性。例如，样品中的一些成分可能会与提取剂发生反应，导致分析结果偏离；或者在样品浓缩过程中可能会引入杂质，影响色谱分离效果。因此，检测人员需要仔细选择合适的提取剂和浓缩方法，以避免这类问题的发生。

（二）仪器条件和参数设置

气相色谱质谱联用仪的参数设置对分析结果有较大影响。例如，气相色谱的柱温和载气流速都会影响样品的分离效果；质谱仪的离子源温度和电离能量也会制约样品的鉴定结果。倘若参数设置不当，可能会致使分析结果偏离或误差增大。因此，检测人员在使用气相色谱质谱联用仪时，需要根据具体样品和实验需求，仔细选择合适的参数和条件。

（三）干扰和基质效应

在食品检验过程中，样品成分往往非常复杂，这可能会导致干扰和基质效应的出现。干扰通常是指样品中其他成分对目标成分的分析产生的干扰；基质效应则是指样品中的基质成分对目标成分的鉴定产生的干扰。这些干扰和基质效应可能会导致分析结果的偏离或误差增

大。因此在样品制备和前处理过程中,检测人员需要尽可能去除干扰和基质效应所带来的影响。

(四) 数据解读和处理

气相色谱质谱联用仪产生的数据往往非常庞大和复杂,这给数据解读和处理过程中带来了挑战。倘若数据处理不当,可能会导致食品分析结果偏离或误差增大。因此,检测人员需要采用合适的数据处理方法,如峰识别、数据滤波、背景扣除等,以提取有用的信息和排除噪声干扰。此外,对于一些复杂的样品,可能需要结合其他食品数据处理技术例如:多维数据分析、模式识别等,以获得更准确的分析结果。

五、食品检验中气相色谱质谱联用效果

(一) 在检测食品添加剂方面的联用效果

现如今,部分不良商家为了优化食品色、香、味等口感和质量,往往会向食品中添加部分天然或化学合成的添加剂,这种添加剂既能优化食品营养含量,又能最大限度地延长食品保质期,故而在各类零食乃至于预包装食品中,存在着各种各样的食品添加剂:柠檬酸、咖啡因、烟酰胺、防腐剂、抗氧化剂、其他着色剂等层出不穷。这些食品添加剂中有的部分对消费者机体有益,而有的部分加入之后则对人体有害。检测人员使用气相色谱-质谱联用技术,可以高效地探测出这些食品添加剂的含量,对于超标含量或者添加了违规添加剂的食品进行不合格处理,并对该部分生产厂商进行罚款,故而该法具有无毒、准确、操作简便等优点^[1]。

(二) 在兽药残留方面的联用效果

现阶段,各地区禽畜养殖户在饲养家畜、家禽的过程中,一般都会给其喂食催生药物以及抗病药物,这种药物可以对畜禽疾病进行防治,并且对动物生长也有一定量地促进作用^[2]。但是肉类制品中不可避免地也会含有一定的残留,故而可以采用气相色谱-质谱联用技术对肉、禽、蛋进行药物残留检测,对于药物残留超标的动物肉制品予以打回^[3]。

(三) 在食品农残方面的联用效果

历年来,菜农在蔬菜上喷洒农药的用量和次数在不断地增加,致使蔬菜中农药残留成分较为复杂,且因农药残留引起的中毒事故频繁发生,进而使食品安全问题日益受到社会各层面重视。传统农残检测多采用普通试纸观测法,但由于在观测过程中其存在的不稳定检测因素差异较大,无法同时测定,因此无法实现对不同种类农药的全面检测。而现如今采用GC/MS技术,实现对果蔬中除虫菊酯、氨基甲酸酯类等多类杀虫剂的高灵敏度联用质检即可,该技术操作简便、实用性强、检出率高,且检测人员无需对蔬菜萃取物进行严格地纯化即可对其进行定性、定量地分析,从而极大地提高检测速度。

气相色谱-质谱联用是一种常用的农产品农残分析方法,以本人所任职的某食监局为例,本人在本单位中担当检测人员一职,在某一批次苹果入市检测过程中,本人利用气相色谱-质谱联用方法对苹果中的农药残留进行了定量和定性分析,对其中有机磷、有机氮、有机氯等多种农药组分进行分析和测定,继而得到精确、可靠地检验结果。另外,本单位采用气相色谱-质谱联用技术对油菜中的有机磷农药进行测定,其质检精准度可达到82.6%之上,与标准值的误差应该在 $\pm 5.5\%$ 以内。

(四) 在食品维生素检测方面的联用效果

近年来,食品食用安全性逐渐受到了社会各层面越来越重视,故而使用气相色谱-质谱联用技术在食品检验中也取得了不俗成效和成果^[4]。利用气相色谱-质谱联用技术,在各类食品尤其是蔬果类农产品方面的检测过程中,其可精准地收取农产品中各类维生素例如维C、维E等成分,并且在联用方式的指导下,检测人员甚至可精准地探测到每类维生素的确切含量,进而为食品安全行业、保健饮食行业提供了数据指导^[5]。

结束语

伴随着科技的不断变革以及社会民众消费方式的逐步变化,食品市场逐步对高精度、快速的食物检测流程提出了更高要求,而且气相色谱-质谱联用技术也在计算机科技的发展下得到了较大范围地应用,而且其应用领域也在不断扩大。总之,气相色谱-质谱联用技术在食品分析中的应用,是对食品物质组分、农药残留、兽药残留、维生素含量等方面进行高精度定性、定量分析的,未来GC/MS技术将会在食品质量检测领域起到越来越大的作用。

参考文献

- [1]何雨,沈涛,施权荟等.食品接触材料及制品中三环癸烷二甲醇迁移量气相色谱-质谱联用检测方法研究[J].中国口岸科学技术,2023,5(06):4-10.
- [2]关天琪,安玉红,陈旭等.电子鼻结合气相色谱-质谱联用技术分析2种粗粮面包的挥发性风味成分[J].食品科技,2023,48(03):282-290.
- [3]景波,杨青华,林勤保.静态顶空-气相色谱质谱联用结合感官评价分析3种胶黏剂中的气味物质[J].包装工程,2023,44(03):73-79.
- [4]盛蕻,张涵,万悦等.固相萃取与气相色谱-质谱联用测定食用植物油和含脂肪食品中氯丙醇酯的方法验证研究[J].生物技术进展,2023,13(01):22-29.
- [5]阿文伟,曾铭,黄华军等.吹扫捕集/气相色谱-质谱联用法同时测定食品接触材料及制品中9种苯系物的迁移量[J].分析测试学报,2022,41(10):1530-1535.