

原子吸收光谱法对粮油食品中重金属元素测定的应用研究

张少云 (衡阳市粮食和物资储备中心, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 如何测定重金属元素含量是否超标成为当前粮油食品质量安全领域的重大研究课题。本文针对这一课题, 深入的分析了重金属污染源, 原子吸收光谱法的基本原理和目前的应用场景, 并对原子吸收光谱法在粮油食品质量安全领域的未来发展趋势做了展望。

关键词: 原子吸收光谱; 粮油食品质量安全; 重金属元素的测定

粮油食品是人类社会赖以生存的物质基础, 也是关系到国计民生安全的大问题。近年来, 因粮油食品中重金属元素含量超标对使用者身体造成严重损害的事件频发, 重金属元素含量超标日益成为粮油食品质量安全领域的一大害。长期摄入重金属元素含量超标的粮油和食品将会对摄入者的身体产生较为严重的伤害, 而且重金属元素经过食品在人体内富集是一个长时间过程在经过医学诊断发现重金属元素时也难以及时救治。因此, 对于粮油食品中重金属元素含量测定新技术的开发已经迫在眉睫。由于原子吸收光谱法能够对重金属元素进行简单, 快速, 高选择性和高灵敏度的测定, 这些优势使得该项技术能够在粮油食品安全领域得到广泛的应用。

1 重金属元素的来源, 种类及危害性分析

在食品安全国家标准 GB 2762-2017 中明确的规定出了目前多次出现食品安全问题的重金属元素种类 大约有四十多种, 如比较常见的铅、镉、铬、汞等。重金属元素污染源主要来自于以下四个方面:

第一, 生产者片面的要求提高产量或者反季节种植作物所导致的化肥和农药的过度使用, 由于化肥和农药普遍含有镉, 铅, 汞等重金属元素, 这些有害元素会随着农药和化肥作用于作物生长的同时并内化于农作物, 经加工进入粮油食品, 从而被食用;

第二, 针对某些特定水果植物和农作物促进生长的生物助剂的不合理使用, 如为了获得草莓等水果产品较好的外形而使用的膨大剂, 以及催熟剂等等;

第三, 工厂产生的废水, 废渣污染农作物生产用水和土壤, 从而引起农产品的重金属元素含量超标, 例如印刷厂废水中含有大量铜, 长期的食用含铜量超标的食物会使食用者出现皮肤疾病和严重的肾衰竭等症状;

第四, 在粮油食品加工过程中存在的过度使用含有重金属元素食品添加剂以及过度包装等问题都会造成严重的重金属含量超标。这些重金属元素被摄入体内后难以降解, 长期富集并达到一定程度后会产生严重的重金属元素中毒。

常见的重金属元素中毒有四种, 第一种, 铅中毒是重金属元素污染中毒性较大的一种, 一旦在人体内富集到一定程度会直接伤害人的脑细胞, 可造成痴呆、脑死亡等; 第二种, 镉中毒可使人呕血、腹痛、最后导致死亡, 慢性中毒能使肾功能损伤, 破坏骨骼、致使骨痛、

骨质疏松、瘫痪; 第三种是铬中毒, 铬元素会对皮肤、粘膜、消化道有刺激和腐蚀性, 致使皮肤充血、糜烂、溃疡、鼻穿孔, 患皮肤癌, 在肝、肾、肺积聚, 会造成四肢麻木, 精神异常; 第四种为汞中毒, 汞在通过粮油食品进入人体后会直接沉入肝脏, 对大脑视力神经造成极大破坏而且慢性汞中毒也会导致多发性硬化症。食用重金属元素含量超标的粮油和食品的严重危害性使得开发快速, 准确, 高灵敏度的重金属元素测定技术和拓宽原子吸收光谱法在这一领域的应用成为一项日益紧迫的任务。

2 原子吸收光谱法概述

2.1 原子吸收光谱法原理

原子吸收光谱法是基于粮油食品样品中重金属元素的基态原子对该元素的特征谱线的吸收程度来测定待测重金属元素含量的分析方法。当重金属元素原子都是处于基态时, 特征辐射通过原子蒸气, 基态原子可以从特征辐射中吸收能量, 基态原子的最外层电子由基态跃迁到激发态, 从而改变特征辐射前后的强度差。基态原子对特征辐射的吸收程度取决于光程内基态原子的浓度。在通常情况下, 可以近似的认为所有的原子都是处于基态。因此, 根据特征辐射被吸收后的减弱程度就可以判断样品中待测重金属元素的含量。相较于目前常见的粮食食品重金属元素含量测定方法如电化学法、比色法、分光光度法、原子荧光光谱法、电感耦合等离子发射光谱法等, 原子吸收光谱法对粮油食品中所含重金属元素含量的测定有着独特的优势如具备良好的选择性、准确性较高、检验速度较快、操作简单, 检出限低, 应用比较成熟, 常用于粮油和食品重金属元素的痕量及微量分析。

2.2 测定流程及特征分析

原子吸收光谱法测定粮油和食品中重金属元素的基本步骤:

①抽样样品采集, 随机抽取的粮油和食品样品必须具有代表性, 并且能够准确的反应产品的组成, 样品取样不当会造成重金属元素含量测不准的情况发生;

②待测样品溶液的配制, 在配制溶液时, 要避免引入外界杂质的干扰, 杂质会导致假阳性信号的产生;

③绘制相应重金属元素对应的吸光度值标准曲线;

④测定样本的吸光度值;

⑤根据相应重金属元素的吸光度标准曲线计算出浓度。在能够测定粮油食品所含重金属元素的技术中,原子吸收光谱法相比于现有的测定方法有着独特的优势,如制样和测定流程简单,灵敏度较高和选择性良好等。但原子吸收光谱法也有着自身的缺点,不能对多种重金属元素同时分析,标准工作曲线具有较窄的线性范围。我们应当合理的认识到原子吸收光谱法的优点和缺点,并在实际使用的过程中扬长避短,才能发挥出原子吸收光谱法的最大价值。

2.3 原子吸收光谱法类型

常见的原子吸收光谱法主要分为四种:

①火焰原子吸收光谱法,该法是原子吸收光谱应用中最为普遍的,通过光源辐射,测定出所要求的重金属元素。对大部分元素具备一定的灵敏度与较高的检测限,制样方便,操作简单。但是,此法对温度变化十分敏感,温度过高或者过低都会降低该检测方法的准确性和灵敏度;

②石墨炉原子吸收光谱法,该法可以根据需要测定的靶金属选择合适的石墨材料并通过石墨材料制成的原子化器对原子进行吸收从而测定样品中重金属元素含量。石墨材料制成的原子化装置,不仅能提高灵敏度,还能提升原子化效率并确保金属氧化物可以成为自由原子。但是,此法制样步骤复杂,能检测重金属的类型有限而且测定过程耗时较长;

③氢化物原子吸收光谱法,该法先利用硼氢化钾能够酸性条件下将砷元素转化为 AsH_3 气体,通过含有 AsH_3 气体的原子化器产生的 As 原子,在 As 原子的特征波长处对原子吸光度值进行测定,从而计算出相应的重金属元素含量,但是此法需要对样品中待测定的重金属元素进行预富集,减少外部因素干扰才能提高检测的准确性;

④冷原子吸收光谱法,该法可根据测定需要选择合适的测定材料如二氯化锡,盐酸羟胺等材料,利用这些还原性材料将样品中重金属元素还原成为单质并生成蒸汽进入装置进行测定。该检测方法整体准确度较高,由于可以使用含汞化合物作为还原材料,因此此法对汞元素的测定尤其准确。

3 原子吸收光谱法在测定粮油食品重金属元素中的应用

3.1 农作物产品重金属元素测定应用

由于化肥,农药和植物生长助剂的过度使用所造成的生态环境污染导致农产品中重金属元素含量超标,被污染的农产品通过食物链进入人体。频频发生的“镉大米”事件时刻再提醒社会大众要不断提高对重金属元素超标的农作物产品的测定能力,不断地开发强有力的测定技术。只有这样才能避免重金属元素含量超标的农产品流入市场,才能保护好社会大众的生命财产安全。以大米中重金属元素含量的测定为例,通过微波消解——氢化物发生原子吸收光谱法成功测定了大米中的铅含

量,经过对实验条件的优化,将铅的检测限提升至为 $0.05 \mu g/L$ 。水果是重金属元素污染的又一重灾区。为了在水果生长过程中减少虫害带来的减产以及降低运输过程中不必要的损失而大量的使用含重金属元素的农药。原子吸收光谱法就可以被用来检测如苹果,梨等水果表皮和果肉中的铅,镉等重金属元素。

3.2 副食类产品中重金属元素测定的应用

肉蛋奶作为主要的动物源性产品,和人们日常生活息息相关。由于环境和水质污染,鱼类和家禽都遭受到了不同程度的影响。这些经过重金属元素含量超标的肉蛋奶等副食类产品经过食物链传递到人体当中,在人体内长时间富集会对人体器官产生不可逆转的损害。因此,对副食类产品中重金属元素含量的测定和定级显得极为迫切。利用原子吸收光谱法进行重金属元素含量测定时发现,海产品的汞与铅含量相比于畜禽类动物源制品相比要高的多。由于贝类具有极弱的移动能力造成自身吸附较多的重金属元素。因此,可以利用原子吸收光谱法测得的重金属元素含量的不同对贝类海产品进行分类定级,从而引导消费者选择更健康的海产品。不仅如此,原子吸收光谱法可以用来测定牛奶中重金属元素的含量来确保长期饮用者的身体健康。总而言之,原子吸收光谱法不仅可以用来测定副食类产品中的重金属元素的含量,也可以用来测定其他金属元素含量帮助人们改善饮食结构。

4 结论与展望

近些年来,激光原子吸收光谱技术相比于紫外分光光度法,电化学方法以及其他重金属元素测定技术有了相当大的发展,并且实现了多元素分析功能的新型光电器件逐渐实现商业化生产并投入使用。这些原子吸收光谱仪将新型光电器件同中阶梯光栅单电器结合后,在高效分离技术的辅助下,会给粮油食品质量安全领域提供更强大的保障。

参考文献:

- [1] 陈雅雄.原子吸收分光光谱分析在粮油食品检测污染物中的应用[J].食品安全导刊,2019,No.249(24):112-113.
- [2] 曹晓,尹州,上官苗苗.原子吸收法在食品检测中的应用[J].商品与质量:学术观察,2018,000(001):26-26.
- [3] 白玉玲.原子吸收光谱法在食品重金属检测中的应用[J].食品安全导刊,2020,No.283(24):163-163.
- [4] 许铭.砷的形态分析中原子吸收光谱法及在食品安全领域的应用[J].中国新技术新产品,(06):3-4.
- [5] 孟帅,宋玉婷,张新慧.原子吸收光谱仪在食品检测中的应用[J].农技服务,2017,01(No.130):41-41.
- [6] 邓勃.新型萃取技术-原子吸收光谱在食品内重金属分析中的应用[C].全国光谱仪器与分析监测学术会议,2019.
- [7] 郑平.原子吸收光谱法在食品重金属检测中的应用[J].农业与技术,202040(8):36-37.