

# The Harm and Rapid Detection Methods of Heavy Metals in Food Packaging Materials

Liping Yao<sup>1</sup>, Defang Sun<sup>2</sup>, Linxiang Wang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physics and Electronic Engineering, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

<sup>2</sup>School of Mathematics, Xinjiang Teacher's College (Xinjiang Education Institute), Urumqi Xinjiang

Email: wanglinxiang23@126.com

Received: Jan. 24<sup>th</sup>, 2018; accepted: Feb. 5<sup>th</sup>, 2018; published: Feb. 12<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

For food, food packaging plays a very important role, which not only plays a role in publicity and beautification, but also plays a protective role in food. However, there are some heavy metals in food packaging materials, which have some hidden dangers to food safety. By laser induced breakdown spectroscopy combined with moving window partial least-squares method, atomic fluorescence spectrophotometry, X-ray fluorescence spectrum method, these heavy metals of packaging material can be rapidly detected. The rapid detection methods for the various heavy metals in materials were summarized, and the latest detection method was analyzed, which are of great significance to the understanding of the food packaging safety and detection.

## Keywords

Packaging Material for Food, Heavy Metal Detection Methods, Food Safety

---

# 重金属的危害及其在食品包装材料上的快速检测方法

姚丽萍<sup>1</sup>, 孙德方<sup>2</sup>, 王林香<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>新疆师范大学物理与电子工程学院, 新疆 乌鲁木齐

<sup>2</sup>新疆师范高等专科学校(新疆教育学院)数学学院, 新疆 乌鲁木齐

Email: wanglinxiang23@126.com

收稿日期: 2018年1月24日; 录用日期: 2018年2月5日; 发布日期: 2018年2月12日

---

\*通讯作者。

文章引用: 姚丽萍, 孙德方, 王林香. 重金属的危害及其在食品包装材料上的快速检测方法[J]. 食品与营养科学, 2018, 7(1): 12-16. DOI: 10.12677/hjfn.2018.71002

## 摘要

对于食品来说,包装不仅起着宣传和美化的作用,更对食品起着保护作用。但是食品包装材料中存在一些重金属对食品食用安全有一定隐患。用激光诱导击穿光谱结合移动窗口偏最小二乘法、原子荧光光度法、X射线荧光光谱等方法能安全快速的对重金属离子进行检测,其中,荧光光度法、X射线荧光光谱测量成为了食品包装材料重金属离子快速检测研究的一个重要方面。本工作对各种材料中重金属快速检测的方法进行归纳、总结,并对最新的技术方法进行了分析,这对人们了解食品包装安全及检测方法方面具有重要意义。

## 关键词

食品包装材料, 重金属检测方法, 食品安全

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着社会经济及文化的快速发展和进步,饮食文化的多样性对人们的生活产生了较大的影响。随之而来的是人们对食品的卫生与安全高度关注。通常情况下,生活中的各种包装及装饰材料,其重金属未经过任何处理就直接进入环境,如河流、湖泊或者土壤,由于重金属不能被生物降解。但在食物链的作用下,重金属会成千上百倍的富集在一些生物体内,通过食物链,重金属可以进入人体,然后蓄积[1]。重金属会使人中毒,轻则出现怪病,重则导致人死亡。有些重金属存在于我们日常使用的各种塑料包装材料当中,例如塑料制品在食品包装、饮水管材、儿童玩具、医疗器材等方面已广泛使用,由于与人体有接触,塑料中的各种添加剂如增塑剂、稳定剂、填充剂、着色剂、抗氧剂等都具有不同程度的毒性,而它们可能被水质或油质的食物所带出,然后进入人体[2]。还有各种纸质包装因为轻便、简单易降解等被广泛应用于各种食品的外包装,但是,这些纸质包装在生产的过程中因为处理不当或者纸制品本身就不干净,含多种重金属残留,在使用过程中污染食物本身,从而进入人体,损害人的身体健康。本文综述了食品包装材料中汞、镉、铅等重金属检测的一些不同方法。

## 2. 重金属的危害

### 2.1. 铅

铅在自然界中分布广泛,在地壳中的含量为0.0016%,列地壳中元素丰度的35位[3],因此人们会经常接触到铅元素。人体铅负荷增加对人体的神经行为会有一定的损害。特别是在蓄电池行业中,铅随废水会排入到水体,在水中蓄积后,会被人体吸收后发生慢性中毒。对儿童的血铅负荷、神经行为功能进行研究后得出,长时期暴露于含铅环境的儿童会存在反应缓慢、视觉迟钝等现象[4]。

### 2.2. 汞

含汞废水是世界上危害最大的工业废水之一,汞以无机汞盐和有机汞化合物存在,都对人体产生危害[5]。不过它们对人体的作用并不相同。无机汞盐产生毒性的机理如下:汞离子会与酶蛋白相互结合,

从而抑制酶的活性,使细胞正常功能产生障碍。有机汞的化合物中,甲基汞它的毒性最大,它可以在脂肪中溶解,且比在水中的溶解度要大,如果不慎进入人体,几乎可全部吸收且不易排出体外,此时积累的汞离子如果侵入神经中枢系统,将会破坏脑血管,体症状为语言失常、视野缩小、听觉失灵、四肢麻木等。1953年发生在日本的“水俣病”就是汞中毒引起的[6]。中国是世界上第三大产汞国家,因此汞污染的情况也非常严重。

### 2.3. 铬

在非污染的低层大气和天然水中均含有微量的铬,如雨水中含铬 2~4 微克每升,土壤中含铬约在 100~500 毫克每升之间。铬离子分为六价铬和三价铬,其中六价铬的毒性比三价铬的毒性大,六价铬是一种吸入性、吞入性毒性物质,皮肤接触后会导致过敏或者皮肤癌,也可能导致遗传性基因受损,铬离子对环境的危害性周期比较长[7]。它能降低生化过程的需氧量,铬盐也会对肠胃有刺激作用。铬的化合物在工业上应用较多,如电镀、化工、印染等行业,其都含有三价铬或六价铬的废水排出,会使局部地区受到铬污染。

### 2.4. 砷

砷的分布相当广泛,动植物体内会含有微量的砷离子,比如海产品中含有少量的砷。由于含砷农药的广泛使用,砷对环境的污染问题愈发严重。砷到人体之后,会蓄积于骨质疏松部、肝、肾、脾、肌肉、头发、皮肤等部位,刺激造血器官,对红血球生成有影响[8]。若长期接触砷,则会引起细胞和毛细血管中毒,严重时,会诱发恶性肿瘤。在我国,国家标准规定,食品里的重金属残留限量,其中砷含量不能超过 0.7 毫克/千克,鲜乳不能超过为 0.2 毫克/千克。砷在体内有明显蓄积性,长期摄入低量砷元素,有的经过 1~2 年,甚至十几年才发病,骇人听闻的“森永奶粉砷事件”就是有力证据[9]。

由此可知,重金属元素对人体危害是非常大的,所以研究检测食品包装材料中重金属快速方法,对我们来说是非常有必要的。

## 3. 重金属的快速检测方法

### 3.1. 激光诱导击穿光谱(LIBS)结合移动窗口偏小二乘(MWPLS)法[10]

激光诱导击穿光谱结合移动窗口偏小二乘是基于全光谱的绿色近似无损的一种检测技术,通过分析元素特征、线谱位置、信号强度来获取物质成分与含量的一种方法。再通过 MWPLS 在光谱区间进行优选。杨辉等[10]应用 LIBS 法结合 MWPLS 法对脐橙中的重金属 Cd 进行检测。LIBS 技术具有快速,无需对于样品进行复杂化学前处理,多元素同时检测等诸多优点,已成为光谱分析技术的研究热点之一。同时,LIBS 作为新型的检测技术由于收到样品均匀性、系统参数、气流环境、数据处理分析的影响,导致 LIBS 方法在检测稳定性、灵敏度和准确性方面存在很大的提升空间。为提高 LIBS 定量模型的精度,将偏小二乘法(MWPLS)引入到 LIBS 的定量分析模型中去,在提高模型预测能力的同时也可以减少数据处理量,节省时间。

### 3.2. 原子荧光光度法(AFS) [11]

通过测量待测元素的原子蒸汽在辐射能激发下所产生的荧光发射强度,来测定待测元素,即为原子荧光光度法。翟毓秀等[11]应用 AFS-2201 型双道原子荧光光谱仪,进行了氢化物发生原子荧光法测定食品和动物饲料中的铅含量。采用高氯酸做介质,并对各种最佳分析条件进行了探讨和验证。检出限为 0.3  $\mu\text{g/L}$ ,线性范围为 1.00~500  $\mu\text{g/L}$ ,回收率为 87%~98%。再用标准物质进行对照,其测定值均在给定

的标准范围之内。该方法的优点是灵敏度高、操作简单、精密度和准确度高,所用试剂没有毒性。目前已有 20 多种元素的检出限,优于原子吸收光谱法和原子发射光谱法。

### 3.3. X 射线荧光光谱法

利用待测样品不同成分对 X 射线的吸收情况不同的一种方法,是随样品的成分及其含量的变化,来定性或定量的测定成分的一种方法。该方法样品处理简单、分析迅速、光谱的干扰性少,元素分析范围较广,样品形态多样化,测定时具有非破坏性等特点。王世芳等[12]总结了 X 射线荧光光谱法在检测土壤中的重金属的应用研究进展,包括该方法在土壤重金属中的检测、检出限及检测模型研究。

### 3.4. 试纸和试纸检测法

试纸分析法主要通过重金属离子与显色剂发生显色反应,对重金属进行定性或半定量检测。同时试纸分析法应用范围广,基本涵盖了大多数重金属离子,具有快速检测和操作简单的优点。王锦鹏等[13]介绍了试纸法检测纺织品中的汞、铬、铅。汞试纸检测范围为 0.01~0.05 mmol/L,其最低检出限为  $1.0 \times 10^{-4}$  mmol,回收率为 89%,准确率为 98%,铬离子、铍离子、铅离子均不干扰测试结果。铬离子可与维多利亚 B、碘化钾形成蓝色三元络合产物的原理可制备铬快速检测试纸,当铬离子含量处于 0.1~0.5 mol/L,试纸颜色深浅与个离子含量成正比,其最低检出限为 0.1 mg/L,并且常见的重金属对该试纸显色没有影响,同时与原子吸收光谱(AAS)相比,试纸检出率为 97%。该试纸制作简单,耗时短,检出限低,准确率高。但是该试纸需要在强酸环境下进行测试,限制了试纸的应用范围,需要进一步改进。

### 3.5. 电感耦合等离子体-质谱(ICP-MS)法

电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)分析技术将电感耦合等离子体与质谱联用,利用电感耦合等离子体使样品汽化,将待测金属分离出来,从而进入质谱进行测定。该方法与其他分析法比较,分析精密度高,检出限低,分析范围广泛。分析速率极快是其自身的优势所在。但其价格昂贵,易受污染。半定量分析法是质谱所特有的一项实用功能,是利用各种一致的同位素的相对计数绘制出未知样品的质谱图,这些数据还可以用来估算出样品中未知元素得浓度值,每个元素的浓度值可以通过测定其它元素的响应计算出来[14]。陈启钊等[15]利用 ICP-MS 半定量分析法测定食品中的 39 种重金属元素,能够有效消除干扰,在无标准溶液条件下采用该方法测定,可用于食品中重金属的快速分析,快速测定食品中的重金属元素,为食品安全评估提供更详细、更综合的科学依据。

### 3.6. 量子点合成法

量子点是一种半导体纳米晶体颗粒,光稳定性好,化学稳定性强,荧光寿命长,量子点作为荧光探针在分析化学领域的应用成为热点,其中包括水样中重金属离子的检测。邓超等[16]利用 CdSe 量子点合成,发现量子点的荧光猝灭强度与  $Pb^{2+}$  或  $Hg^{2+}$  的质量浓度呈线性关系。他们测出线性范围分别为 0.005~10 mg/L 和 0.001~1 mg/L,检出限分别为 0.003 mg/L 和 0.001 mg/L,相对标准偏差分别为 1.23%和 1.29%,可应用于实际水样中  $Pb^{2+}$  或  $Hg^{2+}$  的检测[16]。

以上检测方法进行比较,适合食品包装材料中的重金属检测方法有激光诱导击穿光谱法、原子荧光光度法、X 射线荧光光谱法,相对来说,原子荧光光度法、X 射线荧光光谱法,检测过程可以做到直接检测,检测范围广,检测结果更为精确,可以达到无损快速检测。

重金属的污染是当前人们必须面对和解决一个的重要问题,想要减少这一问题的发生,需要严格控制重金属源头,加强防范治理,加强重金属快速检测核心技术的研究,此外,政府部门需要进一步加强监督管理,做到随时检查和抽查,对于检查不合格的食品及食品包装材料予以严肃处理[6]。

## 4. 结语

食品安全问题在任何时候都不容小觑,一旦对其有所疏忽都将会给食用者带来极大的安全隐患。因此不断提高与完善食品检测措施,提高食品外包装的安全可靠性对人类生活安全有巨大影响,使消费者可以向健康、安全、绿色的食用环境更进一步。

## 基金项目

新疆师范大学本科生科技创新项目(编号:201610762110)资助。

## 参考文献 (References)

- [1] 章连香. 食品中重金属元素检测方法研究进展[J]. 中国无机分析化学, 2017, 7(1): 13-18.
- [2] 王岩, 韦璐, 靳春林, 邵建强, 任义广, 高建民. 塑料原料中有害重金属铅、镉、汞的测定[J]. 工程塑料应用, 2004, 32(9): 50-53.
- [3] 韦友欢, 黄秋婵. 铅对人体健康的危害效应及其防治途径[J]. 微量元素与健康研究, 2008, 25(4): 62-64.
- [4] 朱中平. 环境铅暴露对子代发育影响的队列研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽医科大学, 2006.
- [5] 尚谦, 张长水. 含汞废水的污染特征及处理[J]. 有色金属加工, 1997(5): 52-65.
- [6] 刘道银. 中国食品中重金属危害现状及检测技术研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(19): 194-198.
- [7] 谢文强. 六价铬对人体急性与慢性危害探究[J]. 资源节约与环保, 2016(7): 131-135.
- [8] 马微, 何浩, 王维, 刘焯, 魏书娟, 李丰, 程丽. 进口俄罗斯食品重金属含量检测分析[J]. 食品工业科技, 2017, 38(8): 53-57.
- [9] 曹会兰. 砷对人体的危害与防治[J]. 化学世界, 2003, 44(10): 559-560.
- [10] 杨晖, 黄林, 刘木华, 陈添兵, 饶刚福, 王彩虹, 姚明印. LIBS结合MWPLS法对脐橙中重金属Cd的检测研究[J]. 激光与光电子学进展, 2017(8): 1-10.
- [11] 翟毓秀, 郝林华. 氢化物发生原子荧光光谱法测定食品和饲料中的铅[J]. 分析化学, 2000, 28(2): 176-179.
- [12] 王世芳, 韩平, 王纪华, 陆安祥, 李芳. X射线荧光光谱分析法在土壤重金属检测中的应用研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(11): 4394-4400.
- [13] 王锦鹏, 韩宁, 李卫东, 毛志平. 试纸法在重金属检测中的应用[J]. 纺织检测与标准, 2016, 2(4): 12-14.
- [14] 鲁照玲, 姚洪, 陈建敏. ICP-MS对茶叶中6种重金属定量分析方法的研究[J]. 分析仪器, 2012(4): 65-70.
- [15] 陈启钊, 张云平, 林冬杰. ICP-MS半定量分析法测定食品中39种重金属元素[J]. 食品安全导刊, 2017(6): 134-136.
- [16] 邓超, 张辉, 屠彬彬, 潘孙强, 陈怡. CdSe量子点的合成及其在重金属离子检测中的应用[J]. 化工环保, 2017, 37(1): 121-126.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2166-613X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjfn@hanspub.org](mailto:hjfn@hanspub.org)