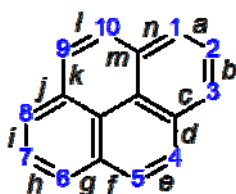


## 利用 RF-20A<sub>XS</sub> 荧光检测器分析食用油中苯并[a]芘的含量

**摘要：**苯并芘(Benzopyrene, cas: 50-32-8)是苯与芘稠合而成的一类多环芳烃。根据稠合的位置不同，可以有苯并[a]芘和苯并[e]芘两种异构体。最常见的苯并芘是苯并[a]芘，它是一种高活性间接致癌物质。食用油在加工过程中可能产生苯并[a]芘而对人体健康造成威胁。因此，建立一种高灵敏度的方法检测食用油中的微量苯并[a]芘非常重要。本文利用岛津 RF-20A<sub>XS</sub> 荧光检测器对食用油中的苯并[a]芘进行了定量分析。此方法的检测限为 0.0056 µg/L，定量限为 0.017 µg/L。

**关键词：**荧光检测 食用油 苯并[a]芘

苯并芘(Benzopyrene)是苯与芘稠合而成的一类多环芳烃。根据稠合的位置不同，可以有苯并[a]芘和苯并[e]芘两种异构体。最常见的苯并芘是苯并[a]芘(Benzo(a)Pyrene, CAS No. 50-32-8)，它是一种高活性间接致癌物质，其结构式如下：



在水体、土壤和作物中苯并芘都容易残留。苯并芘存在于煤焦油、各类炭黑和煤、石油等燃烧产生的烟气、香烟烟雾、汽车尾气及焦化、炼油、沥青、塑料等工业污水中。

根据我国 GB 2762-2012 食品中污染物限量(256)及 GB 2716-2005 食用植物油卫生标准，植物原油、食用植物油中苯并[a]芘限量为 10 µg/kg。食用油加工过程中温度控制不当容易产生苯并芘，并最终萃取至食用油产品中，严重威胁了人们的健康和安全。如 2010 年发生的油品致癌门事件，即检测到毛茶油中的苯并芘含量超标 6 倍以上。本文利用岛津的 RF-20A<sub>XS</sub> 荧光检测器，建立了一种高灵敏度的检测方法，用于检测食用油中的苯并[a]芘的含量。

## 1. 实验部分

### 1.1 试剂与仪器

#### 1.1.1 试剂

乙腈，HPLC 级；超纯水。

#### 1.1.2 仪器

LC-20AD 输液泵, SIL-20A 自动进样器, CTO-20A 柱温箱, CBM-20A 控制器, DGU-20A<sub>3</sub> 脱气机, RF-20A<sub>XS</sub> 荧光检测器。

1.2 色谱条件

色谱柱: LiChrospher® 100 RP-18e(4 mm I.D.×250 mm L., 5 μm); 流动相: 水/乙腈=15/85(v/v); 流速: 1.0 mL/min; 洗脱方式: 等度洗脱; 柱温: 35℃; 激发波长: 384 nm; 发射波长: 412 nm; 进样量: 10 μL。

1.3 样品配制

1.3.1 苯并[a]芘标准溶液的配制

利用流动相配制了 5 种不同浓度的标准溶液, 用于标准曲线的绘制。标准品的浓度分别为 1.0 μg/L, 2.0 μg/L, 5.0 μg/L, 10 μg/L, 20 μg/L。

1.3.2 食用油样品

该样品由上海某检测机构提供, 其样品前处理方法根据国家标准《GB/T 22509-2008, 动植物油脂苯并[a]芘的测定反相高效液相色谱法》, 最终样品用乙腈四氢呋喃混合液(90/10, v/v)溶解过滤后直接上样。

2. 结果与讨论

2.1 苯并[a]芘的标准曲线结果

苯并[a]芘标准品的浓度分别为 1.0 μg/L, 2.0 μg/L, 5.0 μg/L, 10 μg/L, 20 μg/L, 荧光检测的结果如图 1, 图 2 和表 1。标准曲线的线性相关性为 1.0000。此方法的定性检测限为 0.0056 μg/L, 定量检测限为 0.017 μg/L。

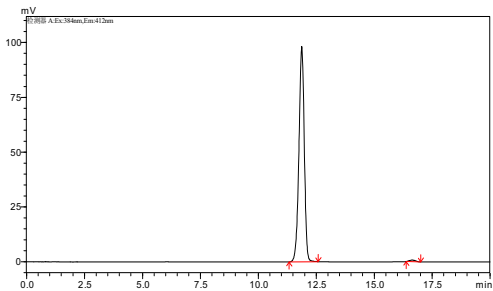


图 1 苯并[a]芘标准样品的色谱图

表 1 苯并[a]芘标准品的定量结果汇总

| Level | 保留时间(min) | 面积     | 理论塔板数 | 信噪比  |
|-------|-----------|--------|-------|------|
| 1     | 11.88     | 149933 | 12495 | 330  |
| 2     | 11.87     | 308875 | 12439 | 1254 |
| 3     | 11.87     | 783693 | 12471 | 3811 |

|   |       |         |       |       |
|---|-------|---------|-------|-------|
| 4 | 11.87 | 1577426 | 12471 | 6822  |
| 5 | 11.88 | 3168033 | 12561 | 15437 |

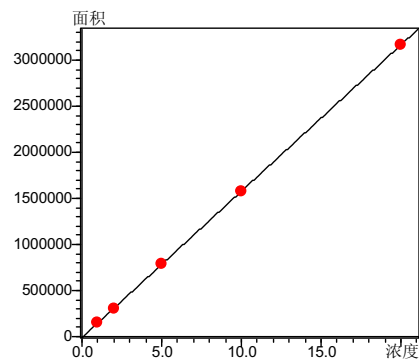


图 2 苯并[a]芘标准品的标准曲线

$(Y=(158841)X+(-9603.23), R=1.0000)$

2.2 食用油样品的分析结果

食用油的检测结果见图 3 和表 2。在食用油样品中检测到苯并[a]芘。保留时间是 11.87 min，浓度为 13.8 μg/L。

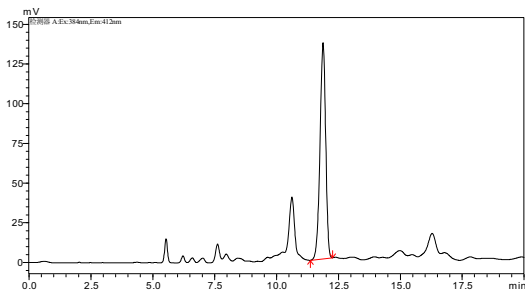


图 3 食用油样品中苯并[a]芘分析的色谱图

表 2 食用油样品的定量结果

| 名称     | 保留时间<br>(min) | 面积      | 理论塔板数 | 浓度<br>(μg/L) |
|--------|---------------|---------|-------|--------------|
| 苯并[a]芘 | 11.87         | 2189460 | 12248 | 13.8         |

3. 讨论

本文使用高灵敏度的荧光检测器和 LC-20A 系统，对标准品和食用油样品中的苯并[a]芘进行了含量分析。此方法具有很高的检测灵敏度，其检测限为 0.0056 μg/L，定量限为 0.017 μg/L。