

SN· 202406S001

# 高精度X射线荧光元素分析仪在食用油中磷元素的检测应用

—— High Performance X-ray Fluorescence spectrometer

本方案采用高精度X射线荧光元素分析仪实现了对食用油中的磷元素定量分析的解决方案。



**E-light**  
高精度X射线  
荧光分析仪



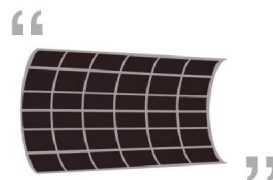
## 应用概述

毛油在精炼设备精炼的过程中必须要经过脱胶的工艺，毛油中的胶质主要是指磷脂，因此在精炼过程中“脱胶”也被成为“脱磷”。胶质的存在，尤其是非水化性磷脂的存在会影响到油的品质和储藏稳定性，而且对于后续精炼工序和油脂的深加工有着很大的影响。

一般油料种子内含有较多磷脂，例如，大豆中含1.6%~2%，棉籽中含1.7%~1.8%，因此，制油时磷脂很容易转移至油中。由于磷脂具有亲水性，能使油脂水分增加，促使油脂水解和酸败；磷脂还具乳化性，在烹饪加热时会产生大量泡沫；同时易氧化，受热会发黑变苦，影响油炸食品品质。所以，在制油工艺中，精炼除去油脂中的磷脂。并且植物油国家标准中对各等级油脂中磷脂含量作了规定：280℃加热试验油色不得变深，无析出物。

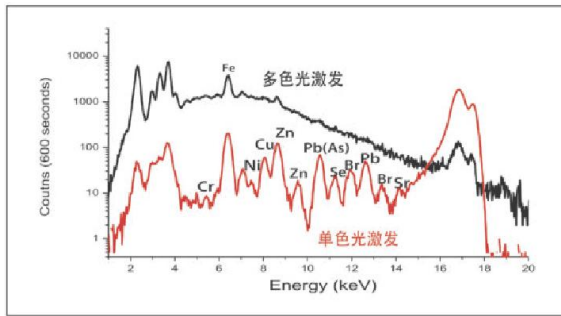
**1998年发明**

高效双曲面弯晶X射线聚焦晶体

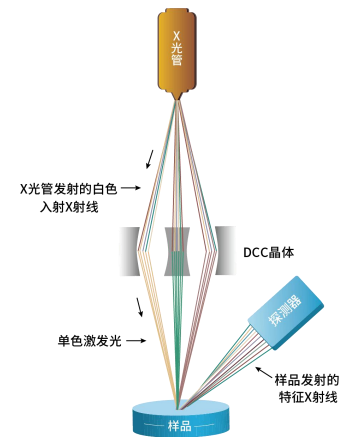
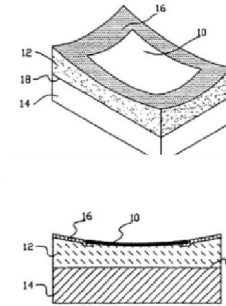


## 技术原理

高精度X射线荧光元素分析仪 (HPXRF) 采用单色聚焦双曲面弯晶(DCC), 将来自射线源的多色X光单色化并将其有效聚焦到被测量样品上, 大幅提高仪器信噪比。经单色化后, 样品中元素发射出特征X射线荧光信号, 经高分辨率硅漂移检测器的收集与处理, 由软件中FP 算法计算出样品中所含元素含量。



单波长与多波长激发产生X射线荧光相应信号对比

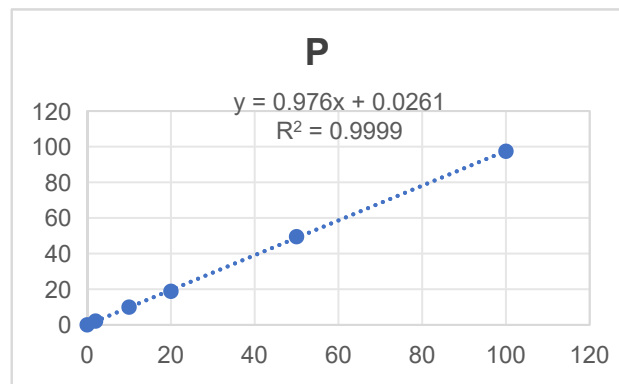


## 性能数据

### 标准曲线

采用矿物油磷标样以及不含磷脂的一级精炼植物油为溶剂, 将已知磷含量的油样配置为浓度为0、2、10、20、50、100mg/kg 的标准油样, 用 E-light测定标准样品的结果, 并使用理论值和测试值绘制P元素标准曲线, 计算回归方程。

P (标准样品测试)	
标样值	测试值
0	0.00
2	2.11
10	9.94
20	18.83
50	49.49
100	97.42



### 检出限

精炼食用油含磷量虽然未做出明确的要求, 但要达到食用油的指标要求含磷量在5mg/kg以下。

单位: mg/kg

元素	P
限值要求	5
方法检出限	0.7

### 平行性

半成品油、成品油中磷元素平行性数据

样品名称	香海	一级油
	P (mg/kg)	P (mg/kg)
1	49.22	0.255
2	50.76	0.269
3	52.35	0.274
极差	3.13	0.019
平均值 $\bar{x}_i$	50.78	0.266
标准偏差 $S_i$	1.57	0.010
相对标准偏 $RSD_i(\%)$	3.08%	3.74%

注: 香海: 半成品油; 一级油: 成品油中的一种 (特级油);

### 重复性

半成品油、成品油中磷元素重复性数据

样品名称	1#	成品油
	P (mg/kg)	P (mg/kg)
1	44.92	5.57
2	44.77	5.23
3	44.7	5.51
4	44.27	5.39
5	44.81	5.48
6	44.88	5.19
7	45.11	5.25
极差	0.84	0.38
平均值 $\bar{x}_i$	44.78	5.37
标准偏差 $S_i$	0.26	0.15
相对标准偏 $RSD_i(\%)$	0.58%	2.83%

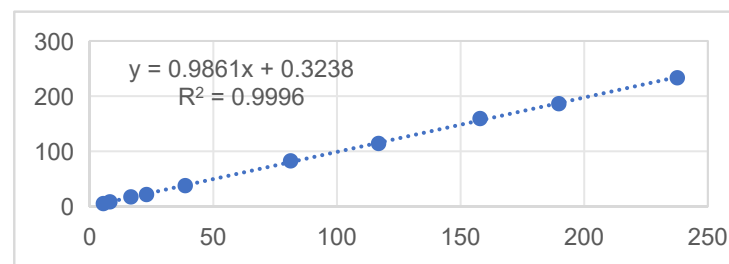
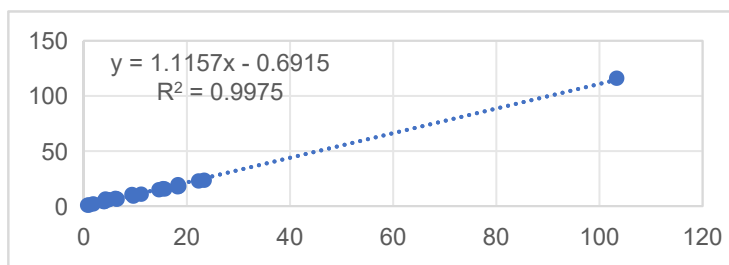
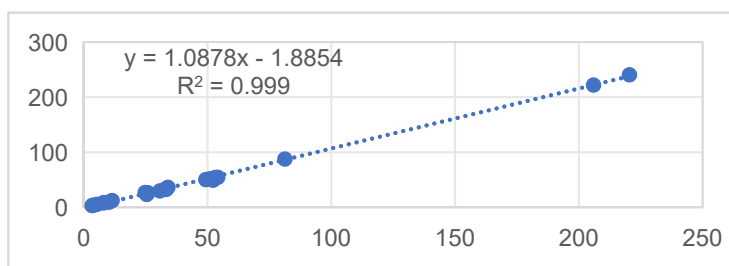
注: 1#: 半成品油; 成品油: 一般成品油 (直接压榨后的成品油);

### 准确度

矿物油P的5mg/kg标样重复性数据

测试序号	P
矿物油-1	5.18
矿物油-2	5.05
矿物油-3	4.96
矿物油-4	5.30
矿物油-5	5.04
矿物油-6	4.97
矿物油-7	5.07
矿物油-8	4.93
矿物油-9	5.29
矿物油-10	4.97
矿物油-11	5.25
平均值 $\bar{x}_i$	5.07
标准值 (mg/kg)	5.00
相对误差	1.4%

食用油中P元素XRF测试结果和钼蓝比色法测试结果对比相关性



## 测试方法

### 制样方法



食用油



装样4ml



样杯放入样品室

### 测样方法



曲线选择Oil, 测样时间300s

### 样品杯清洗方法



注意:  
工装拆卡环后将  
样品杯放至超声波设备内清洗

## 优势特点



### 低使用成本

只需测试膜, 无其它耗材, 无气体消耗, 使用成本低。



### 操作简便

无需消解等复杂的样品制备步骤, 无需专业技术人员, 简单培训即可操作。



### 小巧轻便

高集成化技术, 体积小, 整机重量小于10kg, 具有良好的移动便携性。



### 超低检出限

以双曲面弯晶为核心的单波长激发X射线荧光技术, 大幅降低散射背景, 提高信噪比。



### 高准确度

智能精准软件算法, 改善样品差异干扰, 测试准确度高。