

## FTIR 光谱仪

## 作者

Yoko Akatsuka

Akihiro Ohnishi

Mitsuhiko Morimoto

分子光谱产品,

市场营销与应用研究实验室,

分析科学, PerkinElmer Japan Co., Ltd.

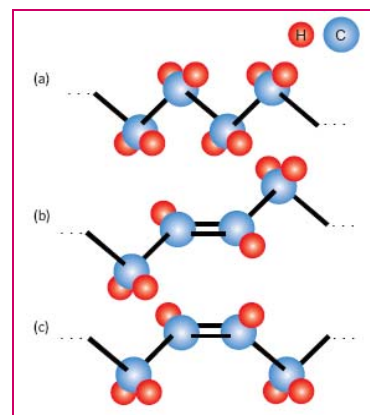
## 使用FTIR光谱仪对食用油中反式脂肪进行快速定量分析

**关键词:** 反式脂肪、FTIR、定量分析、AOCS（美国油化学家协会）、胆固醇（LDL）、反式、顺式、WHO/FAO、成品油和脂肪

## 1. 简介

近年来,人们对反式脂肪的关注日益密切,食品中包含的反式脂肪会对人体健康产生不利影响。据报道,摄入反式脂肪会导致低密度脂蛋白胆固醇(LDL)增加,并具有产生动脉硬化和缺血性心脏病<sup>1)</sup>的潜在风险。食品中所含有的脂肪分为饱和脂肪(碳原子之间的单一结合,单键)和不饱和脂肪(碳原子之间的双结合或多结合,双键或多键)。按照氢原子在碳-碳双键上的位置,可将不饱和脂肪进一步分为反式脂肪和顺式脂肪(图1)。在大多数情况下,天然不饱和脂肪酸多为顺式。但对于牛、羊等反刍动物而言,其肠胃内的细菌活动可产生反式脂肪。因此,牛肉、羊肉、牛奶和奶制品均含有少量的天然反式脂肪。此外,反式脂肪还会在对油和脂肪进行加工的过程中产生,因此,采用人造黄油或酥油等成品油和脂肪以及这些材料制成的面包、蛋糕、油炸食品也含有反式脂肪<sup>1), 2)</sup>。

WHO/FAO在2003年度的报告中建议,摄入的反式脂肪应小于总卡路里的百分之一。为此,在全世界范围内采取了多项措施,包括食品标签中标明反式脂肪含量。红外光谱仪、气相色谱仪和高效液相色谱仪被用于对反式脂肪进行分析。该报告指出,使用傅立叶变换红外光谱仪(FTIR)可快速分析出反式脂肪总量,测量过程中无需进行复杂的样品准备,因此几分钟即可完成测量。FTIR分析按AOCS(美国油化学家协会)的规定<sup>3)</sup>进行。



**图1 饱和脂肪和不饱和脂肪**  
饱和脂肪(a), 不饱和脂肪(反式(b)和顺式(c))

## 2. 分析

### 试剂

三反油酸甘油酯：采用纯度大于99%的TE（西格玛奥德里奇）作为反式脂肪的标准溶液，和三棕榈酸甘油酯：采用纯度大于99%的TP（西格玛奥德里奇）作为零含量反式脂肪的标准溶液。

### 校准曲线

使用精确度为0.1mg的精密天平，将称取好的TE放入10mL样品瓶中，用TP稀释，以制备0%、1%、5%、10%和20%（占总脂肪量的百分比）的反式脂肪校准标准品。由于试剂在室温下为固体，加热至65℃使其溶解，并在进行FTIR分析之前充分搅拌。

### 样品

对包括人造奶油、涂抹脂肪、黄油和色拉油等十二种市售产品进行反式脂肪含量进行定量分析。

### 试验

使用带有单反射ATR附件（温度设为65℃）的PerkinElmer FTIR系统Spectrum™ 100对标准溶液和样品进行测量。使用Diamond/ZnSe作为ATR晶体。测量条件如下：

波数范围：4000 - 600  $\text{cm}^{-1}$

分辨率：4  $\text{cm}^{-1}$

扫描次数：64次

### 数据分析

使用负二阶导数变换依据AOCS官方方法<sup>3)</sup>对所获得的光谱进行分析。依据朗伯-比尔定律，将通过966  $\text{cm}^{-1}$ 处计算获得的反式脂肪峰值区域的峰高（距离零基线）用于校准曲线的绘制和定量分析。

## 3. 结果

校准曲线的标准光谱如图2所示。在不饱和脂肪的光谱中，966  $\text{cm}^{-1}$ 对应于反式键，720  $\text{cm}^{-1}$ 对应于顺式键。依据AOCS官方方法，使用负二阶导数变换依据对光谱进行计算，以评估反式脂肪的含量。

图3显示了在负二阶导数变换前、后966  $\text{cm}^{-1}$ 处的光谱，图4显示了相应的校准曲线。这些校准曲线处于低含量范围内，反映了食用油中反式脂肪的实际含量，并显示了良好的相关性。尽管变换之前的相关系数优于变换之后的相关系数，但因为反式键的峰值区域与其它组分重叠，变换前的相关系数受基线如何校正的影响很大，可能会发生很大变化。此外，使用实际样品所进行研究的报告显示，对于某些油和脂肪而言，其峰值位置（约为960  $\text{cm}^{-1}$ ）稍微靠近反式键的峰值区域<sup>3)</sup>。因此，在本报告中，负二阶导数变换对于评估食品反式脂肪的实际含量有帮助。

表1显示了市售油和脂肪产品中反式脂肪含量的结果（其负二阶导数变换光谱如图5所示）。分析结果表明，油和脂肪产品中的反式脂肪含量为0.8-8.3%。

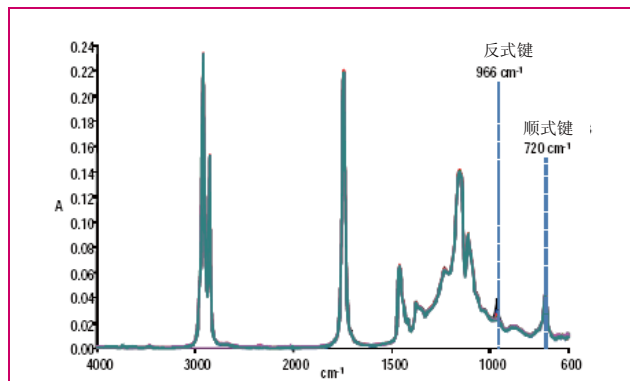


图2 标准光谱（0 - 20%，重量百分比）

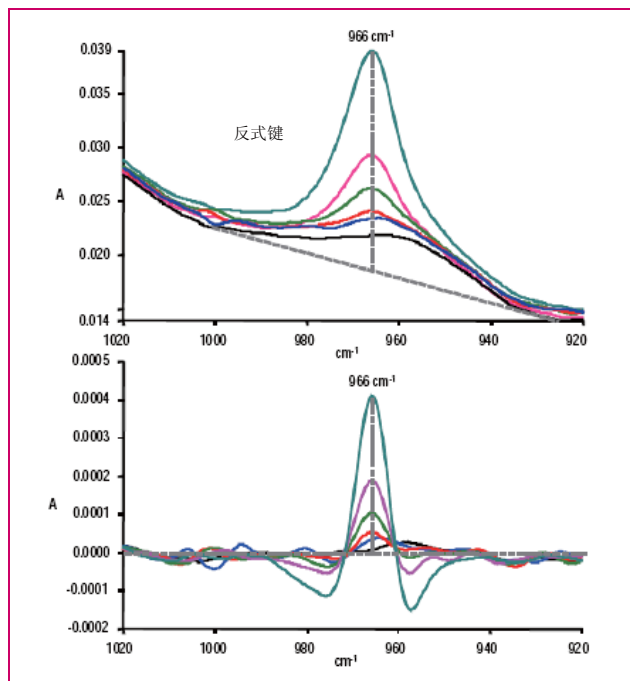


图3 反式脂肪峰值区域（0 - 20%，重量百分比）  
（上图：未校准，下图：负二阶导数变换）

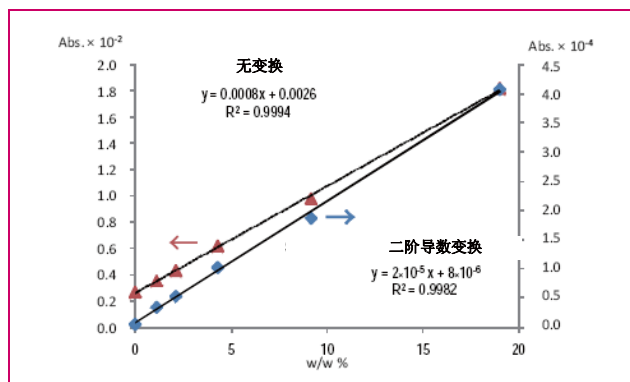


图4 以966  $\text{cm}^{-1}$ 峰高建立的反式脂肪校准曲线  
（点线：无变换，实线：负二阶导数变换）

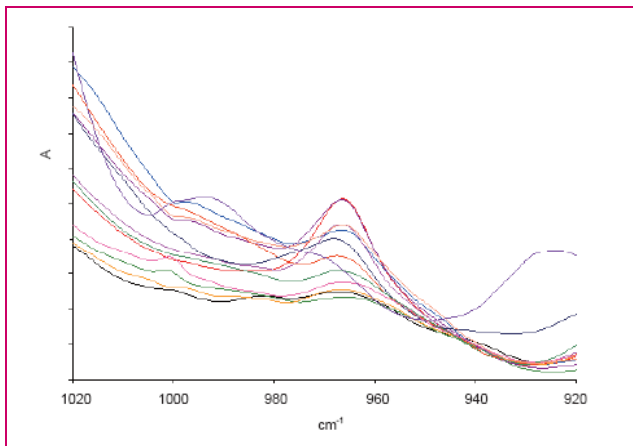


图5 食用油966 cm<sup>-1</sup>附近的光谱

表1 食用油中的反式脂肪含量

样品	反式脂肪含量 (%)
涂抹脂肪 A	1.6 (2.2)*
涂抹脂肪 B	5.4 (8.3)
涂抹脂肪 C (卡路里减半)	2.5 (6.1)
人造奶油	1.3 (1.6)
起酥油	4.6 (5.6)
黄油 A	2.5 (3.1)
黄油 B	2.2 (2.7)
牛油	1.2
菜籽油	1
橄榄油	0.8
芝麻油	0.8
含中链脂肪酸的食用油	1.8

\*( )表示油和脂肪中反式脂肪含量的换算值

#### 4. 结论

借助FTIR, 几分钟内即可完成确认油和脂肪中反式脂肪含量的测量。高度灵敏的PerkinElmer光谱仪系列产品, 与高重复性的单反射ATR附件结合使用, 可在无需进行样品准备的情况下轻松识别样品的光谱。

此外, 通过使用负二阶导数变换计算获得的光谱, 可清晰辨别非反式键原始峰区域。

目前, 在食品标签上标示反式脂肪含量在日本不属于强制规定; 但食品行业已开始自发行动。未来, 快速分析反式脂肪含量的需求将日益增加。本文所介绍的使用FTIR进行快速分析可满足测定反式脂肪含量的需求。

#### 参考文献

- 1) 食品安全委员会报告
- 2) 农业、林业和渔业部HP
- 3) AOCS官方方法Cd 14e-09

PerkinElmer, Inc.

珀金埃尔默仪器(上海)有限公司

地址: 上海张江高科园区李冰路 67 弄 4 号

邮编: 201203

电话: 800 820 504 或 021-38769510

传真: 021-50791316

www.perkinelmer.com.cn



要获取全球办事处的完整列表, 请访问 <http://www.perkinelmer.com.cn/AboutUs/ContactUs/ContactUs>

版权所有©2012, PerkinElmer, Inc. 保留所有权利。PerkinElmer® 是 PerkinElmer, Inc. 的注册商标。其它所有商标均为其各自持有者或所有者的财产。

AS\_AN20110428\_1\_CN