

## 使用 FTIR 化学计量学方法 定量分析棕榈油中的猪油

在食品中混入杂质或其他成分可能是偶发或故意的。在众多食品中，食用油是最容易造假的产品<sup>1)</sup>，而无论从经济性还是宗教方面来看，都会给人们带来重大影响。例如，伊斯兰法律禁止穆斯林食用包括含有猪油的食用油在内的任何形态的猪肉<sup>2)</sup>。因此，需要开发出可以鉴别混入了猪油的食用油以及对猪油进行定量分析的技术。

由于每种有机化合物均具有不同的光谱，因此，红外光谱法是鉴定食用油成分的有效手段。另外，利用化学计量学（多变量分析）的 PLS 法和多元回归分析可对获得的红外光谱快速完成多成分的定量。本文介绍了使用化学计量学 PLS 法的 FTIR 定量分析方法测定棕榈油中猪油含量的应用。其中，棕榈油是通过油棕果实得到的植物油，猪油是通过猪的脂肪组织纯化的动物油。

Zhen Hao Lee<sup>\*1</sup>, Jia Sheng Kuek<sup>\*2</sup>, Joyce Lim<sup>\*1</sup>, Ai Ming Chua<sup>\*1</sup>, R. Fujii<sup>\*3</sup>

### ■ 分析方法

准备多脂肪猪中获取<sup>3)</sup>的猪油和市售的棕榈油。猪油的获取方法如下。

1. 将猪肉的脂肪组织切成小块，在 90 ~ 100°C 下加热 2 小时。
2. 用滤布过滤溶解的脂肪，加入无水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 进行干燥。
3. 对获取的脂肪进行离心分离（3000 rpm、30°C、20 分钟）后，收集脂肪层，再次进行离心分离，用滤纸对脂肪进行过滤，去除固态物。

制备在棕榈油中添加含 1 ~ 90% (w/w) 猪油的 13 份标准样品。其中，使用 11 份绘制 PLS 标准曲线，剩余 2 份标准样品作为定量对象使用。

使用图 1 所示的傅里叶变换红外光谱仪 IRTracer™-100 和水平型全反射检测装置 ATR-8200H (ZnSe 晶体)，分别对各样品检测三次。测定条件如表 1 所示。



图 1 IRTracer™-100 (左)、ATR-8200H (右)

表 1 测定条件

装置	: IRTracer-100 ATR-8200H (ZnSe 晶体)
分辨率	: 4 cm <sup>-1</sup>
扫描次数	: 45
切趾函数	: Happ-Genzel
检测器	: DLATGS

### ■ 棕榈油和猪油的红外光谱

图 2 所示为棕榈油、棕榈油与猪油的混合物 (50% w/w)、猪油的红外光谱。棕榈油和猪油的红外光谱非常接近。这是因为化学成分类似。

图 3 所示为放大显示的棕榈油与猪油的红外光谱，以便对图 2 中箭头所示的 1300 ~ 1000 cm<sup>-1</sup> 范围的峰进行详细比较。

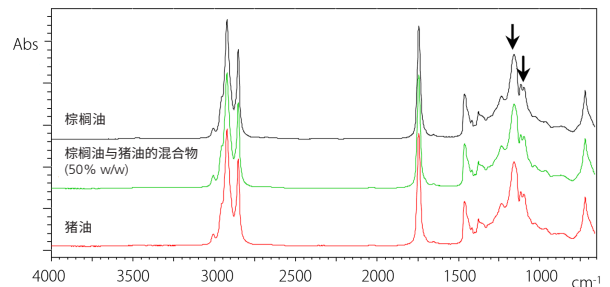


图 2 棕榈油、棕榈油与猪油的混合物 (50% w/w)、猪油的红外光谱

图3所示为放大显示的红外光谱，其中黑色箭头所示的1160 cm<sup>-1</sup>、1117 cm<sup>-1</sup>、1097 cm<sup>-1</sup>的峰强度比可见微小的差异。但是，很难进行明确的区分。

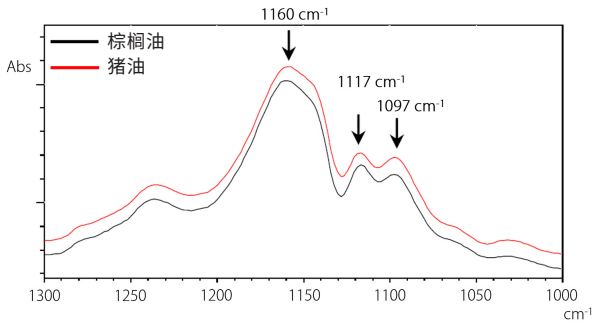


图3 放大显示的棕榈油和猪油的红外光谱

## 食用油中的猪油定量分析

对检测的红外光谱进行二阶微分后，再使用PLS法进行分析。通过二阶微分，可提高重叠峰和肩峰的分离，使各吸收光谱更加明显。表2所示为PLS校准报告，图4所示为猪油的PLS标准曲线。曲线的相关系数的平方值良好，达到了0.9993，MSEP（预测均方误差）和SEP（预测标准误差）也较小。

表2 PLS 校准报告

算法	PLS I
标准样品数	33 (11份样品各检测3次)
波数范围 (cm <sup>-1</sup> )	1490 - 1000
预处理	二阶微分 导数: 15
标尺	自动缩放
因子个数	5
相关系数的平方	0.9993
MSEP	0.0007
SEP	0.0258

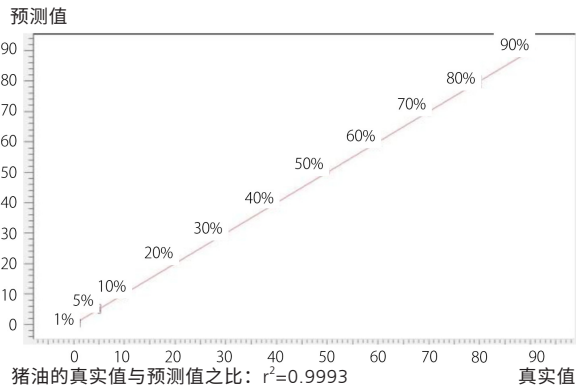


图4 猪油的PLS标准曲线

利用构建的PLS校准模型，验证是否可以对食用油中除棕榈油之外的猪油进行定量。各种食用油中的猪油定量分析结果如表3所示。

棕榈油品牌A、B中的猪油预测值达到期望值的±10%以内，取得了良好的结果。另一方面，橄榄油和棕榈大豆油的预测值大幅超过了期望值。根据上述结果，判断在构建最佳的PLS校准模型时，还需要考虑定量对象之外的成分。

表3 各种食用油中的猪油定量分析结果

食用油	棕榈油品牌A		棕榈油品牌B		橄榄油	棕榈大豆油
	期望值 (已知值) (% w/w)	8.0	25.0	8.0	25.0	25.0
预测值 (% w/w)	1	8.90	24.08	9.06	26.10	64.41
	2	8.24	23.54	7.60	25.82	64.56
	3	8.60	24.43	8.36	26.18	62.95
	平均	8.58	24.02	8.34	26.03	63.97
预测值平均/期望值 (%)	107.2	96.1	104.2	104.1	255.9	130.8

## 总结

本文基于FTIR的化学计量学分析法对棕榈油中的猪油进行了有效定量分析，猪油的定量值达到期望值±10%以内。另一方面，棕榈油之外的食用油中猪油定量与期望值存在较大的差异，因此，在判断构建最佳的PLS校准模型时，还需要考虑定量对象之外的成分。

### < 参考文献 >

- Johnson, R. (2014). 食品欺诈和经济利益驱动型掺假食品与食品成分。美国国会研究服务部 R43358, 1-40.
- Regenstein, J. M., Chaudry, M. M. 及 Regenstein, C.E. (2003). 犹太与清真食品法律。食品科学与食品安全的全面审查 2: 111-127.
- Rohman, A. 及 Che Man, Y. B. (2009). 使用FTIR光谱分析鱼肝油掺假。《美国油脂化学家学会志》 86: 1149-1153.

IRTracer 是岛津制作所株式会社在日本及其他国家的商标。

本文是 SHIMADZU (Asia Pacific) Pte. Ltd 在 2017 年发布的内容 (AD-0162)。



岛津企业管理 (中国) 有限公司  
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439  
400-650-0439

免责声明:

\* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;  
\* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。  
如有变动, 恕不另行通知。

岛津应用云

