

食用油加热后荧光强度变化的实验研究*

陈慰宗¹ 宋应谦¹ 张振杰² 侯 洵³

(1 西北大学物理学系, 西安 710069)

(2 西北大学光子学与光子技术研究所, 西北大学光电子技术省级重点实验室, 西安 710069)

(3 中国科学院西安光学精密机械研究所瞬态光学技术国家重点实验室, 西安 710068)

摘要 食用油经过长时间高温加热后, 不仅营养成份破坏, 而且生成对健康有害物质。本文报道了几种精炼油加热后的激光诱导荧光强度的变化与加热时间及温度的关系。

关键词 食用油; 加热; 激光荧光

0 引言

食用油是人们膳食中的成份之一。新鲜的食用油中含有人体必需的不饱和脂肪酸、维生素等。但是高温加热过的油脂, 特别是经过反复加热, 油脂分子发生了一系列的化学物理变化, 一方面油被氧化, 必使脂肪酸和维生素遭到破坏, 营养价值降低, 另一方面不饱和脂肪酸还会发生聚合反应, 形成二聚体、三聚体等大分子化合物, 其中有些是对健康有害的物质。实验发现用高温加热后的油脂饲养大白鼠数目后, 普遍出现胃溃疡和乳头状瘤, 并有肝癌、肺腺癌、乳腺癌出现。

在一般的烹调中, 油脂加热温度不高, 时间较短, 油的质量不会发生很大的变化。在食品加工业中, 油脂加热温度较高, 并且长时间反复使用, 这样加工出来的食品对人体健康是有害的。西方国家的快餐业中对炸食品的油是定期更换的。如何用方便的方法检测食用油在反复加热过程中质量的变化是一个有意义的课题。世界各国都曾使用不同的标准及方法进行研究。我们选用了几种常用的精炼油, 把它们在不同的温度下, 加热不同的时间, 然后测量它们在激光照射下产生的荧光的强度, 发现有明显的改变。这种方法可以进一步应用于快餐业中的食用油质量的监测。

1 实验

1.1 油样品制备

将精炼花生油、大豆油和调合油分成两组, 把第一组油样加热到 $160^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 这时油没有冒烟, 加热 6h 及 9h, 分别留出油样。第二组油样加热到 $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 这时油微微冒烟, 这相当于一般炒菜及油炸食品的温度, 加热 6h。把这样加热处理过的油样冷却到室温, 供光学测量使用。

1.2 实验装置

在单光栅激光荧光光谱仪上测出每种油样的激光诱导荧光光谱。激发光波长为 532nm。

实验装置框图如图 1 所示。

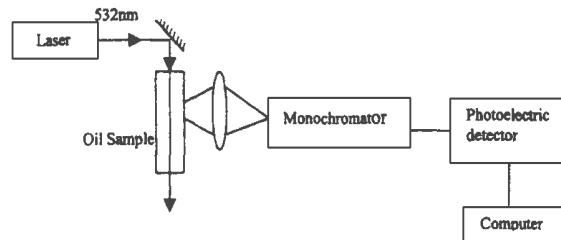


图 1 实验装置框图

Fig. 1 Experiment set up

2 实验结果与讨论

图 2~图 4 分别是花生油、大豆油和调和油

*西北大学光子学与光子技术研究所资助项目

收稿日期: 1999-11-04

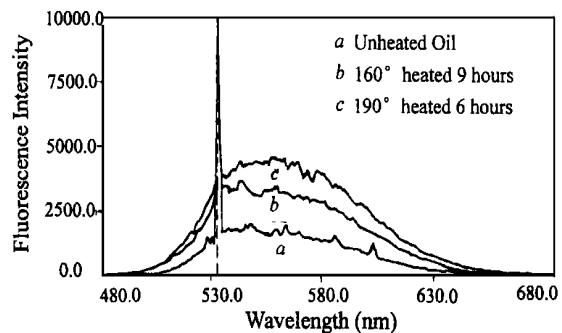


图2 花生油荧光强度在不同加热时间与温度条件下的变化

Fig. 2 Fluorescence intensity change of peanuts oil with heating time and heating temperature

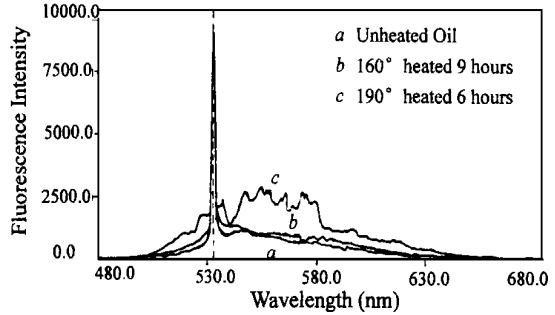


图3 大豆油荧光强度在不同加热时间与温度条件下的变化

Fig. 3 Fluorescence intensity change of soy bean oil with heating time and heating temperature

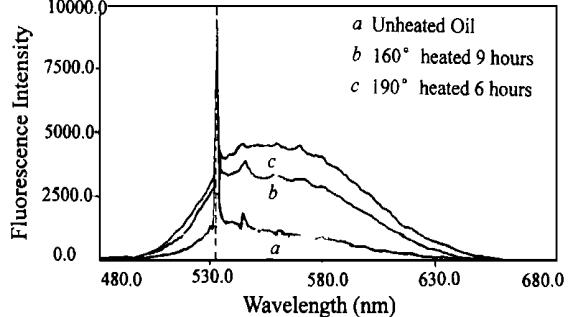


图4 调和油荧光强度在不同加热时间与温度条件下的变化

Fig. 4 Fluorescence intensity change of mixing oil with heating time and heating temperature

的测量结果。图中用虚线表示的尖峰是瑞利散射光，其波长与激光波长 532nm 相同；比 532nm 长的部分是油分子吸收激光后发出的荧光，其波长分布在 532nm 到 650nm 之间。荧光曲线下的面积是荧光的总强度。图中的曲线 a 是各种油没有被加热时的荧光强度分布曲线，b 是在 160°C 加热 9h 后测得的曲线，c 是在 190°C 加热 6h 后测得的曲线。

图5是另一种品牌的调和油高温炸了约 0.2kg 肉以后的测量结果，曲线 a 是新鲜油的荧光强度曲线，b 是炸过肉之后的荧光强度曲线。

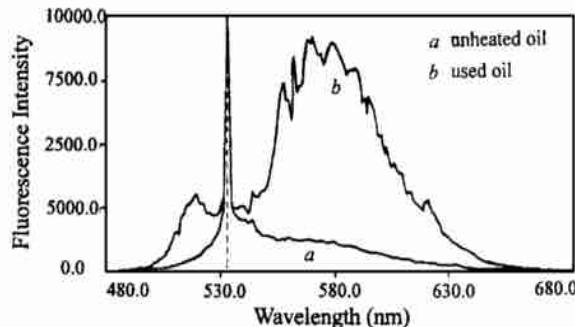


图5 使用过的油的荧光强度变化

Fig. 5 Fluorescence intensity change of cooked oil

食用油的主要成份是各种高级脂肪酸的甘油酯，脂肪酸主要有油酸、亚油酸、软脂酸和硬脂酸等。不同种类的油含有不同比例的各种脂肪酸，如花生油含有(13~88)%的亚油酸，(40~71)%的油酸，大豆油含有(50~60)%的亚油酸，(22~34)%的油酸¹。它们在加热时，随着加热温度升高，时间增长，不饱和脂肪酸逐渐生成各种聚合物。如甘油三脂二聚物，氧化的甘油三脂单体、甘油二脂等²，这是一些分子量、极化特性及结构各不相同的复杂分子，因此很难用某一种成份的含量来确定油加热及油炸食物后质量的变化程度。目前国际上普遍认为可以用油成份中极化成份总含量的水平来确定油质量的恶化程度。

我们通过荧光检测实验可以看到：

1) 食用油高温加热及油炸食物后，荧光强度普遍高于新鲜油，新鲜油的荧光一般较弱。

2) 不同品种的油，在相同的加热条件下，其荧光强度增加的程度不同，大豆油在 160°C 下加热 6h，其荧光强度没有明显增加，而花生油和调和油的荧光强度却有较大的增加。

3) 高温加热对油的荧光强度增加有明显效果。对于三种油，190°C 温度下加热 6h 比 160°C 加热 9h 对荧光强度的增大作用更大，说明高温加速了油分子的氧化和聚合反应。

4) 油炸食物比单纯加热加速了油质量的变化。食物中的水分，淀粉蛋白质，脂肪等加速了油分子的氧化和聚合。其荧光强度有很大的增强。这些结论与用其它方法测量的结果是一致的。

参考文献

- 1 李文忠·有机化学·上海交通大学出版社,1997;347~355
- 2 Ruiz G M, Margari M, Dobarganes·Quantitation and distribution of altered fatty acids in frying fats·Journal of the American Oil Chemists 'Society, 1995, 72(10) :1171~1176

FLUORESCENCE INTENSITY CHANGE OF HEATED EDIBLE OIL

Chen Weizong¹, Song Yingqian¹, Zhang Zhenjie², Hou Xun

¹ Physics Department of Northwest University, Xi'an 710069

² Institute of Photonics & Photon-Technology, and Provincial Key Laboratory of Photoelectronic Technology,
Northwest University, Xi'an 710069

³ Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, and State Key Laboratory of Transient Optical Technology,
The Academy of Sciences of China, Xi'an 710068

Received date: 1999-11-04

Abstract The nutrition component was destroyed, and some harmful materials to human health were produced in long-time and high temperature heated edible oil. The fluorescence induced by laser in heated oil has increased intensity with heating time and heating temperature.

Keywords Edible oil; Heat; Fluorescence induced by laser



Chen Weizong was born in Feb. 1945. She received her Master degree of science from physics department of Northwest University in 1983. Since then, she has worked there. From 1988. 1 to 1989. 5 she studied in Imperical College of Science, Technology and Medicine, London, UK as a visiting scholar. From 1995. 12 to 1998. 6, she worked in University of Western Ontario, London, Canada. Her main research fields include nonlinear optics, laser spectroscopy and information optics.