

食用油介电常数随加热时间和温度变化的实验

陈慰宗¹, 宋应谦¹, 忽满利¹, 张振杰², 侯 洵^{2,3}

(1. 西北大学 物理学系, 陕西 西安 710069; 2. 西北大学 光子学与光子技术研究所, 陕西 西安 710069; 3. 中国科学院 西安光学精密机械研究所, 陕西 西安 710068)

摘要:使用平行板空气隙电容器,通过测定精炼植物油经长时间高温加热和常温下长期存放后介电常数的变化。分析了油中的极化成分总含量与油的介电常数的关系,结果表明:提高油温、延长加热时间或长期存放都会使油的介电常数增加,从而导致油质量的恶化。此项研究提供了一种测定食用油在使用及存放过程中质量变化的方法。

关键词:食用油;极化成分;介电常数;电容器

中图分类号:O482.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2000)04-0300-03

随着人们生活水平的提高,对食品卫生和质量更加重视。在油炸食品中,用来炸制食物的油通常是反复加热使用的。食用油在高温下长时间的加热,会使油分子发生一系列的化学反应,生成对人体健康有害的物质。近几年很多文章都报道了高温加热过的油脂所生成的物质,如氧化类脂化合物、二聚体等,是与动脉粥样硬化,肝损伤,肿瘤,癌症等疾病有关的。因此,西方发达国家已经注意到这一问题,定期更换炸油,同时研究各种简便的检测方法^[1]。

油脂的主要成分是各种高级脂肪酸的甘油酯,脂肪酸一般是含偶数碳原子的直链羧酸,分为饱和脂肪酸(如硬脂酸,软脂酸,豆蔻酸等)和不饱和脂肪酸(如油酸,亚油酸,亚麻酸等)。植物油中,不饱和脂肪酸甘油酯含量较高,熔点较低,室温下呈液态。不同品种的植物油所含的脂肪酸的种类及比例各不相同^[2]。在高温情况下,油分子会发生氧化反应、聚合反应,生成分子质量及极化特性各不相同的复杂成分。其中有一部分是极性的,另一部分是非极性的。未使用过的新鲜油脂都是弱极性的,其极化成分质量分数一般在3%~5%左右,经过长时间反复加热,极化成分会逐渐增加。例如,在190℃加热10h,极化成分的质量分数可达25%左右^[3]。因此,目前国际上常用极化成分的质量分数作为鉴定油在加热使用过程中质量恶化的量度。

本文测量了几种国内常用的精炼植物油在不同加热条件下的介电常数的变化。研究了油质量的恶化与加热条件的关系。

1 实验

1.1 实验原理

介质的极化成分的质量分数直接影响其介电常数的大小。当平行板电容器极板间被某种电介质充满时,在电场存在的情况下,极化分子的偶极矩沿电场方向排列,产生了一个附加电场,与原来的电场方向相反,使原电场削弱,见图1。这时电容器的电容比极板间的介质是真空时的电容增大了 K 倍, K 就是该介质的相对介电常数。介质中的极化成分越多,相对介电常数就越大。

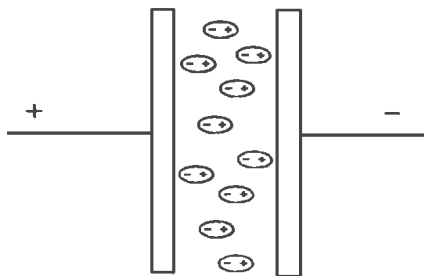


图1 在电容器中的极化分子

Fig. 1 The polar molecules in capacitor

收稿日期:2000-01-02

作者简介:陈慰宗(1945-),女,重庆人,西北大学副教授,主要从事光学方面的研究。

真空的相对介电常数为 1, 空气为 1.000 59, 在这里, 近似地把介质相对于空气的介电常数作为相对介电常数的值, 并简称为介电常数。因此, 测量一个空气隙平行板电容器在空气中和完全浸没在油中的电容, 就可以确定此种油的相对介电常数。

1.2 油样品制备

将精炼花生油、大豆油和调和油分成两组, 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 3, 6, 9 h, 分别取出油样。第二组油样加热到 $190^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, 油微微冒烟, 这相当于普通煎炒温度, 同样加热 3, 6, 9 h, 分别取出油样。然后, 把经过加热处理过的油在 30°C 时测出它们的介电常数。

1.3 测量结果

两组油样的测量结果见表 1 和表 2。

表 1 在 160°C 加热后的油的介电常数

Tab. 1 The dielectric constant of heated oil in 160°C

加热时间/h	品 种		
	花生油	大豆油	调和油
0	2.93	2.99	2.94
3	2.97	3.01	2.97
6	3.00	3.06	2.98
9	3.05	3.09	3.01

表 2 在 190°C 加热后的油的介电常数

Tab. 2 The dielectric constant of heated oil in 190°C

加热时间/h	品 种		
	花生油	大豆油	调和油
0	2.93	2.99	2.94
3	3.02	3.07	3.01
6	3.09	3.12	3.06
9	3.20	3.22	3.15

参考文献:

[1] MELTON S L, SAJIDA, DANIELLE S, *et al.* Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor [J]. J Am Oil Chem Soc, 1994, 71(12) : 1 301-1 308.

[2] 李文忠. 有机化学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1997, 347-355.

[3] MARQUEZ-RUIZ G, TASIOULA-MARGARI M, DOBARGANES M C. Quantitation and distribution of altered fatty acids in frying fats[J]. J Am Oil Chem Soc, 1995, 72(10) : 1 171-1 176.

(编 辑 曹大刚)

2 讨 论

从测量的结果可以看出:

(1) 新鲜的各种油的介电常数大约在 2.9~3.0 之间, 经过加热处理后, 介电常数普遍增大。在加热过程中, 随着加热时间增长, 介电常数逐渐增大。这与文献[3]中用化学方法测量的情况一致。

(2) 不同种类的油在相同的加热条件下, 介电常数增加的幅度有差别, 这是由于各种油的脂肪酸的成分不相同, 但介电常数变化的趋势是一致的。

(3) 加热温度越高, 介电常数增加越快, 说明在高温下, 油分子的化学反应更加剧烈, 生成较多的极化成分。

此外, 我们还测量了一种在室温条件下存放了 4 年之久的精炼调合油, 它的介电常数是 3.31, 比在 190°C 加热 9 h 的 3 种油的介电常数都高。但是, 我们没有能够测量这种油在 4 年前的介电常数。如果和现在的新鲜调和油的介电常数比较, 约增加了 12.5%。油在长期存放中, 会发生不良化学反应, 叫做酸败^[2]。这主要是空气中的氧和微生物的作用引起的。

因此, 从健康的角度考虑: 食品加工行业用的炸油应定期更换; 烹调中不要使油温过高; 油不要长期存放。

综上所述, 用食用油的介电常数的变化来判定油在高温加热使用和长期存放中的质量变化是一种比较简单易行的方法。介电常数测量法比用气液相色谱法测量极化成分操作方便快捷, 所用仪器简单, 是一种有实用价值的方法。

An experimental study of dielectric constant of edible oil changed with heated temperature and time

CHEN Wei-zong¹, SONG Ying-qian¹, HU Man-li¹,
ZHANG Zhen-jie², HOU Xun^{2,3}

(1. Department of Physics, Northwest University, Xi'an 710069, China; 2. Institute of Photonics & Photon-technology, Northwest University, Xi'an 710069, China; 3. Xi'an Institute of Optics & Precision Mechanics, Xi'an 710068, China)

Abstract: The variation of dielectric constants of several kinds of refine vegetable oil were measured. The edible oil was heated in high temperature and long time, as well as has stored in normal temperature for a long time. The relationship between total polar component in oil and its dielectric constant was analyzed. the deterioration of oil with heated time and heated temperature was studied. This research provides a simple and practical method to determine the variation of oil quality in frying use and storing.

Key words: edible oil; polar component; dielectric constant; capacitor

· 学术动态 ·

我校两个拟建省级重点实验室通过专家论证

6月1日,我校拟建“陕西省物理无机化学重点实验室”和“陕西省生物医药重点实验室”论证会在化学系多媒体教室举行。在认真审核了重点实验室建设可行性报告、听取了实验负责人所作的立项报告并亲自赴实验室考察后,论证委员会一致建议省上对两个实验室进行立项建设。

论证会由省教委科技处处长刘德文同志主持,我校党委书记李军锋、副校长孙勇及相关处(室)、院系负责人出席了论证会。

陕西省物理无机化学重点实验室是在化学系物理无机化学研究所的基础上申请拟建的。该研究所成立于1996年,是国内迄今惟一的物理无机化学研究机构。论证委员会经过论证一致认为我校物理无机化学实验室拥有科学、合理的人才梯队,在人才培养和科学研究两方面都取得了丰硕的成果。我校物理无机化学实验室已具备了建成“陕西省物理无机化学重点实验室”的各项条件,论证委员会一致建议立项建设。

陕西省生物医药重点实验室是在“西大一永和生物医药开放实验室”的基础上申请拟建的。论证委员会认为西大一永和生物医药开放实验室具有从事药物研究的基本仪器设备,形成了较强的科研梯队,取得了许多研究成果,体现了产、学、研一体的机制。建立陕西省生物医药重点实验室可将资源优势变为经济优势,我校生物医药实验室现有的技术力量和实验条件符合建立陕西省生物医药重点实验室的条件,建议立项。

据悉,省上有关部门将在论证基础上进行进一步研究。如果这两个实验室获准建设,我校省级重点实验室将达到7个。

(科研处)