

Improvement on the Rapid Detection Method of Waste Oil Based on Electrical Conductivity

Xueyao Hu, Cinan Wu

Department of Physics, Guizhou University, Guiyang
Email: 814059200@qq.com

Received: Jul. 29th, 2013; revised: Aug. 10th, 2013; accepted: Aug. 23rd, 2013

Copyright © 2013 Xueyao Hu, Cinan Wu. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Using the qualified edible oil and waste oil for sample, we explore the influence of oil types, temperature, the ratio of water and oil for electrical conductivity, to find out a test condition which can faster and more accurately detect grease conductivity. This method adopted in the experiment is that inject n-hexane 25 ml, 30 ml deionized water, then vibrate 30 min in 70°C thermostatic water bath to separate the oil and water phase, then put the water phase in 70°C thermostatic water bath measuring the conductivity when the 10 ml of sample is taken. On this condition, it can extract clearer water which can make the pole be completely submerged when detection, thus it reduces the error because the pole can not be completely submerged in water. Because the water bath temperature has risen higher, the clear water can be fleetly separated from mixture sample after vibration, hence it shortens the time of experiment. Clear water reduced the influence of oil droplets for conductivity detection, and the rising bath temperature of vibration can make impurities or ions in oil dissolve in water as much as possible, thereby, the measuring result can more accurately reflect the condition of impurities or ions in oil. Raising the bath temperature of detection increased the conductivity gap of qualified oil and waste oil, thus the possibility of mis-judgement was reduced, meanwhile, keeping water temperature of detection and separation the same can more accurately reflect the condition of impurities or ions in water when separation. Therefore, this method not only boosts veracity of conductivity detection, but also increases speed of separation.

Keywords: Conductivity; Restaurant Waste Oil; Identification; Qualified Edible Oil

基于电导率的地沟油快速鉴别方法的改进

胡雪瑶, 吴次南

贵州大学物理系, 贵阳
Email: 814059200@qq.com

收稿日期: 2013年7月29日; 修回日期: 2013年8月10日; 录用日期: 2013年8月23日

摘要: 以合格食用油和地沟油为样品, 探究油脂种类、温度、水油比例对电导率检测影响, 找出能更准确更快的检测油脂电导率的条件。本实验采用的方法是取油样 10 ml 时, 加正己烷 25 ml, 去离子水 30 ml, 70°C 恒温水浴振荡 30 min, 分离油、水相, 再将水相置于 70°C 水浴中测其电导率。在此条件下, 由于去离子水的增加, 分离出更多更清澈的水相使检测时水相能将电极完全淹没, 减小了由于电极不能完全淹没在水中而产生的误差; 升高振荡时的水浴温度, 振荡后不用静止马上就能分离出清澈的水相, 缩短了实验时间, 水相清澈减小了由于水相中含有油珠而对电导率检测产生的影响, 而且升高振荡时的水浴温度使油脂中的杂质或离子能尽可能全部溶解到水中, 更准确的反映油脂中含杂质或离子情况; 升高检测时的水相温度使合格油与地沟油间的电导率差距变大, 减小了把电导率处于中间的合格油判为地沟油或把地沟油判为合格油的可能。同时, 保持检测时水相的温度与分离油、水相时的温度一致, 能更准确的反应分离时杂质或离子在水相中的溶解情况。因此该方法不但大大提高了检测电导率的准确性, 还提高分离速度。

关键词：电导率；地沟油；鉴别检测；合格食用油

1. 引言

地沟油主要指以下几类：一是将下水道中的油腻漂浮物或者将剩饭、剩菜经过简单加工，提炼出的油，即狭义的地沟油；二是劣质猪肉、猪皮、猪内脏加工提炼后产出的油；三是用于炸食品的油使用次数超过规定，再重复使用或者添加到合格食用油里继续使用的油^[1,2]。不法分子将地沟油经过提炼、提纯后作为合格食用油或掺入到合格食用油中进行销售。有研究表明^[3,4]，地沟油中不仅含有大量细菌、真菌等有害微生物，还存在各种金属离子和杂质，甚至有黄曲霉素、苯并芘等致癌物质，直接危害人们的身体健康^[5]。因此，地沟油检测已成为工商、质检等执法部门的重点。而合格植物油是天然植物油脂，属于非导电物质故电导率较低，但其在加工过程中及加工所用设备会引入金属离子，这些离子含量的高低将影响电导率。地沟油主要是从餐饮业中的废弃油脂经简单提炼而成，由于食用油在使用过程中加入食盐、味精等调味剂和烹调加热时有机物分解产生的可导电物质，会使其电导率上升^[6,7]。同时，地沟油在回收过程中，极易带入金属离子、微生物和其他一些杂质，使电导率增高。因而，油脂的电导率值越高，则说明杂质、离子越多，油脂质量越差^[8-11]。本试验通过用去离子水从有机溶剂中萃取油脂中的杂质、离子，测定其水相电导率来实现各种油脂的测定。

2. 材料与方法

2.1. 仪器与试剂

DDS-307 型电导率仪(上海雷磁仪器厂)；DJS-1c 型电导电极(上海雷磁仪器厂)；恒温水浴锅；烧杯；锥形瓶；分液漏斗；正己烷；去离子水。

2.2. 实验样品

溜水油、地沟油样品某家常菜馆；煎炸老油来自街边路摊；金龙鱼菜籽油、金龙鱼调和油、鲁花花生油、香满园菜籽油则购自超级市场。所有样品在冰箱内 4℃~5℃ 保存。

2.3. 电导率的测定

量取 10 ml 油样于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷^[12]，振荡将油脂溶解后，加入 30 ml 去离子水置于 70℃ 恒温水浴锅中振荡 30 min，用分液漏斗分离出水相，然后将水相置于 70℃ 恒温水浴中用电导率仪测定水相的电导率。

3. 结果与分析

3.1. 电导率测定条件的确定

3.1.1. 去离子水的加入量对分离水相的影响

分别量取 4 份 10 ml 的煎炸老油 1、煎炸油 2、溜水油 1、溜水油 2、地沟油于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷，振荡待油脂溶解后每种油样中依次加入 20 ml，30 ml，40 ml，50 ml 的去离子水，置于 25℃ 恒温水浴中进行振荡 30 min，用分液漏斗分离出水相，发现加入 20 ml 和 30 ml 去离子水的油样中油分离出来的水相大部分成白色胶乳状或是浑浊状，用电导率仪检测水相的电导率，对比多次测量数据发现测量结果差异比较明显。这主要是因为水相中还含有大量的油珠，检测时油脂粘在电极上影响电导率的检测；而加入 40 ml 和 50 ml 去离子水的油样中分离出来的水相比较清澈，多次测量的数据基本一致，所以分离出来的水相越清澈，测量结果越准确，因此适当的增加去离子水的量有助于分离出更清澈的水相，减小油脂对检测的影响，而且增加了水相的量使得检测时电极能很好的淹没在水中，减小了检测时产生的误差。

3.1.2. 振荡时的水浴温度对分离水相的影响

分别量取 6 份 10 ml 煎炸老油 1、煎炸油 2、溜水油 1、溜水油 2、地沟油于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷，振荡待油脂溶解后每种油样中的 3 份加入 20 ml 去离子水，3 份加入 30 ml 去离子水，在将每种油样中加 20 ml 去离子水的油样分别放在 25℃，50℃，70℃ 恒温水浴中振荡 30 min，同样将每种油样中加 30 ml 去离子水的油样依次放在 25℃，50℃，70℃ 恒温水浴中振荡 30 min。发现加 20 ml 去离子水的在 25℃，50℃，70℃ 都有些油样不能快速的分离出清澈的水

相；而加 30 ml 去离子水的油样中 50℃和 70℃水浴的都能快速的分离出比较清澈的水相，而且检测得到电导率波动很小，即适当提高水浴温度时加 30 ml 去离子水就可以快速的分离出比较清澈的水相。由此，本实验选择加入去离子水量为 30 ml。

3.1.3. 振荡时水浴温度对测定油脂电导率的影响

分别量取 4 份 10 ml 的某品牌菜籽油、某品牌调和油、某品牌花生油、某品牌菜籽油于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷，振荡待油脂溶解后每种油样中的 2 份加入 20 ml 去离子水，然后置于 25℃恒温水浴中振荡 30 min，用分液漏斗分离出水相置于 25℃水域中检测电导率；剩下的油样中加入 30 ml 去离子水，置于 70℃水浴中振荡 30 min，用分液漏斗分离出水相置于 25℃恒温水浴中等水相温度降到 25℃时测定其电导率。图 1 的电导率是多次测量的平均值，可以看出，加 30 ml 去离子水在 70℃水浴中振荡分离出来的水相的电导率比加 20 ml 去离子水，在 25℃水浴中分离出来的水相电导率还略高，这主要是因为升高水浴温度，提高了水的溶解力，使得油脂中的杂质或离子尽可能全部溶解到水中，更真实的反映各种油脂含杂质或离子的情况，减小了由于油脂中的离子或杂质不能全部溶解到水中而产生的误差，而且还弥补了增加去离子水量导致电导率偏小引起的误差，由此本实验选择振荡时的水浴温度为 70℃。

3.1.4. 检测时水相的温度对电导率的影响

分别量取 2 份 10 ml 某品牌菜籽油、某品牌调和油、某品牌花生油、某品牌菜籽油于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷，振荡待油脂溶解后加入 30 ml 去离子水，在 25℃恒温水浴锅中振荡 30 min，分离出的水相置于 25℃，50℃，70℃水浴中测定电导率；图 2 为多次测量的平均值，可以看出随检测时水相温度的升高，水相的电导率随之升高，因为随着温度的升高，各种杂质或离子在水里面的溶解度就会随之变大，使得杂质或离子尽可能多的溶入水中。所以适当升高水相检测时的温度有助于减小电导率检测误差。

分别量取 2 份 10 ml 所有油样于 250 ml 锥形瓶中，加入 25 ml 正己烷，振荡待油脂溶解后加入 30 ml 去离子水，放在 70℃恒温水浴锅中振荡 30 min，用分液漏斗分离出水相；分别在水相的温度为 25℃，50℃，

70℃时测量水相的电导率。多次测量的平均值如图 3 所示，由图可以看出所有油的电导率都随水相温度的升高而增大，而且地沟油的水相电导率的变化相对合格油的比较明显；即随着检测时水相温度的升高合格油的水相的电导率和地沟油的水相的电导率之间的差别就越大，但是油脂里的杂质或离子都是有限的，它不会随温度的增大而无限增大，即适当的升高检测

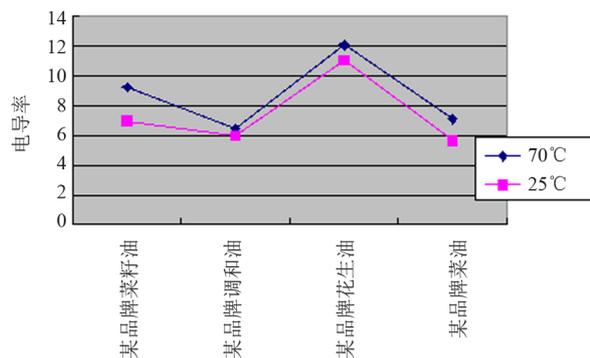


Figure 1. The water bath temperature of oscillation impact conductivity of the determination of oil
图1. 振荡时水浴温度对测定油脂电导率的影响

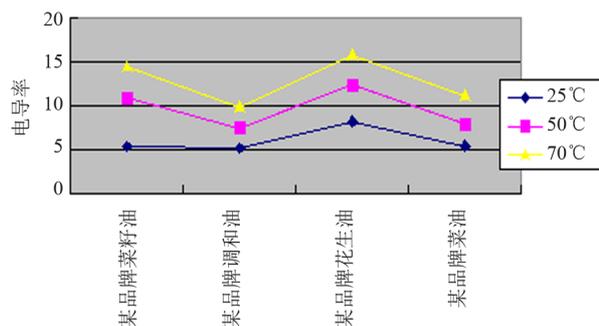


Figure 2. The electrical conductivity of various kinds of qualified oil at different temperature
图2. 各种合格油在不同温度下的电导率

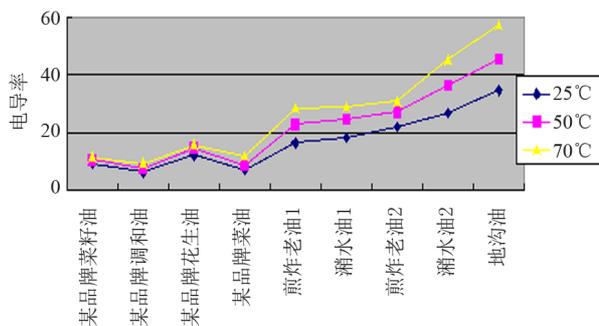


Figure 3. The temperature of the water phase when testing effect on conductivity
图3. 检测时水相的温度对电导率的影响

Table 1. All kinds of grease conductivity
表 1. 各类油脂电导率

样品编号 电导率($\mu\text{s}/\text{cm}$)	金龙鱼 菜籽油	金龙鱼 调和油	鲁花花生油	香满园菜油	煎炸老油1	溜水油1	煎炸老油2	溜水油2	地沟油
1	11.04	9.24	16.04	11.69	28.28	28.68	29.73	45.28	57.08
2	11.52	9.25	15.78	11.75	28.36	28.86	29.74	45.24	57.12
3	11.94	9.23	15.34	11.79	28.43	29.03	29.78	45.18	57.08

时水相的温度，可以更好的区分合格油和地沟油，而且水相是在 70℃ 温度下分离出来的，如果测量时的水相温度低于 70℃ 会影响杂质或离子在水中的含量，使得水相的电导率不能正确的反映分离时溶解到水相中的杂质或离子含量，因此，本实验选测定水相电导率时的水相温度与振荡分离温度一致。

3.2. 油脂电导率测定

在上述选定的试验条件下，分别测定不同油样电导率，进行对照研究。试验结果见表 1。由表 1 可见，合格的食用植物油的电导率值都在 20 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以内，不同的地沟油的电导率差别很大，但均不会低于 20 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，而且地沟油的电导率都明显高于合格食用油脂的电导率。因此通过电导率的测定，可定性分析出油中溶有金属离子和杂质量，从而判断油脂品质与电导率关系，以便快速有效鉴别地沟油。

4. 结论

不同油脂电导率的测定结果表明：增加去离子水能分离出更多清澈的水相，检测时更好的淹没电极，减小了检测时产生的误差；升高振荡时的水浴温度，能更好更快的分离出清澈的水相，减小了由于水相中含有油珠而对检测产生的影响，同时提高了水的溶解能力，使得水相的电导率能更真实的反映油脂的含杂质或离子情况，减小了由于某些油脂中的杂质或离子没能完全溶解到水中而产生的误差；升高检测时的水

浴温度使得合格油与地沟油的电导率差距更明显，减小了误判的可能，而且从实验可以看出水相的电导率随温度的升高而增大，让检测时的水浴温度与分离时的温度一致，可以真实的反应杂质或离子在水里的溶解量。该方法在能检测地沟油的同时加快分离速度，大大提高了电导率检测的准确性，而且减小了误判的可能性。

参考文献 (References)

- [1] 陈媛, 陈智斌, 张立伟. 食用油脂安全性及对人体健康的影响[J]. 西部粮油科技, 2001, 26(2): 42-45.
- [2] 李臣, 周洪星, 石骏. 地沟油的特点及危害[J]. 农产品加工, 2010, 6: 69-70.
- [3] 潘剑宇, 尹平河, 余汉豪等. 溜水油、煎炸老油与合格食用植物油的鉴别研究[J]. 食品科学, 2003, 24(8): 27-29.
- [4] 刘志金, 梁丽婷, 胡小泓等. 溜水油与合格食用油鉴别方法的研究[J]. 武汉工业学院学报, 2006, 25(4): 9-11.
- [5] 王乐, 刘尧刚, 陈凤飞等. 地沟油的污染及变质情况研究[J]. 武汉工业学院学报, 2007, 26(4): 1-3.
- [6] 王飞艳, 于修焯, 吕曼曼等. 基于电导率的地沟油快速定性分析与半定量分析[J]. 食品科学, 2011, 32(18): 304-307.
- [7] 刘薇, 尹平河, 赵玲等. 电导率法快速鉴别溜水油[J]. 城市环境与城市生态, 2004, 3: 4-5.
- [8] 陈守江, 张庆勇. 泔水油的电导率与其品质关系探讨[J]. 安徽技术师范学院学报, 2004, 18(2): 31-33.
- [9] 彭进, 黄道平, 刘吉星等. 电导率的测定在鉴别溜水油中的应用研究[J]. 实用预防医学, 2007, 14(3): 878-879.
- [10] 胡小泓, 刘志金, 郑雪玉等. 应用电导率检测溜水油方法的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(11): 482-484.
- [11] 吉礼, 车振明, 李明元. 电导率法快速甄别泔水油的研究[J]. 中国油脂, 2009, 34(3): 75-78.
- [12] 黄芳, 段海宝, 张凤, 周宏等. 电导率法快速鉴别地沟油的方法研究[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(1): 43-45.