

姓 名：陈泓铭

学生所属学校的省份：北京

国 籍：中国

指导老师：康帅

魏斌

报告标题：运用光学方法判断植物油过氧化值的探究

运用光学方法判断植物油过氧化值的探究

北京四中 陈泓铭

摘要 过氧化值是反映植物油酸败反应程度的重要参数, 然而现有的测定过氧化值的方法或凭主观经验, 不科学, 或需化学方法测定, 繁琐程度高。花生油作为百姓餐桌上使用范围极广的一种植物油, 对其开展研究具有极高的代表意义。本文利用文献[1]不同温度下的过氧化值数据, 通过线性回归分析, 确定了花生油过氧化值与温度的函数关系。在进行了吸收光谱实验的预实验后, 通过实验方法测定了不同温度下花生油的折射率, 并通过线性回归分析, 获得了花生油折射率与温度的函数关系。最后使用反函数、函数复合方法, 确定了花生油过氧化值与折射率的函数关系。本文由此提出了一种通过光学方法测定花生油折射率, 快速判断其过氧化值的数值, 从而估计花生油的品质的方法。该方法不需要繁琐的化学实验, 使百姓更容易操作, 能更方便的判断家中花生油的变质程度。

关键词 花生油; 酸败反应; 过氧化值; 吸收光谱; 折射率; 线性回归分析

目 录

摘 要	1
关键词	1
1. 引 言	3
1.1 研究背景	3
1.2 研究目的	3
1.3 研究方法	3
2. 花生油过氧化值和加热温度的关系	4
3. 探究花生油折射率和加热温度的关系	4
3.1 实验器材	4
3.2 吸收光谱实验	7
3.3 实验过程	8
3.4 实验结果	9
3.5 实验结果分析	11
4. 估计花生油的过氧化值	12
5. 结 论	13
6. 改 进	13
7. 方法的创新点与不足	13
7.1 创新点	13
7.2 不 足	13
8. 展 望	14
参考文献	15
附 录	16

1 引言

1.1 研究背景

近年来我国科学技术的发展突飞猛进, 社会生产能力得到快速增长, 人们的生活水平也随之不断提高。与此同时, 大众越来越关注生活质量问题, 日常生活中的食品营养健康问题因而成为了当今社会关注的热点问题。食用植物油作为我国民众日常饮食中的重要组成部分, 其安全性和安全使用的条件备受关注。花生油是我国的主产油, 它的颜色淡黄透明, 色泽清亮, 气味芬芳, 滋味可口, 是我国百姓餐桌上广泛使用的食用植物油之一。

另一方面, 花生油品质受环境因素影响较大, 在较高温度下储存, 或是长期暴露在潮湿空气中, 会使花生油发生酸败反应, 破坏油脂中的必需脂肪酸、脂溶性维生素, 并产生对人体有害的醛类、酮类等过氧化脂质类毒物物质。长期食用品质不佳的花生油, 会导致多种疾病的发生, 严重时甚至会诱发癌症。在家庭生活中, 人们出于使用方便的考虑, 在使用后往往不能及时密封剩余的花生油, 或把装花生油的容器就近放置在操作中的高温炉灶附近。这些做法会使花生油的品质降低, 甚至变质。如果人们不能及时发现花生油发生变质, 使用后对身体健康将产生不良影响。

家庭中评估花生油变质程度时, 主要是靠人的主观判断。一种方法是闻油气味, 如果花生油产生了一种难闻的哈喇味, 则能判断其已变质。这种方法在花生油出现明显异味时有效, 当花生油有一定程度变质但气味不浓烈时, 则不能明确辨别; 另一种方法是观察花生油容器中是否出现沉淀物, 如果油中出现沉淀, 则判断其已变质。由于花生油中存在多种成分, 在低温条件下会析出无害的不溶物, 与沉淀物的区别不明显, 因此观察沉淀物的方法判断不够准确。如果需要准确了解花生油的品质状况, 可以委托专业机构进行检测, 过程中通常需要使用硫代硫酸钠等化学试剂^[2], 这类专业检测方法在家庭中并不适用。因此, 如何在家中评估花生油变质程度成为了一个急需解决的难题。

1.2 研究目的

基于上述情况, 本文希望能找到一种既有科学依据, 又简便, 能够方便普通百姓对花生油品质进行评估的装置和一种严谨的、科学性强的判断植物油过氧化值的方法。让日常用油的安全可以得到更好的保障。

1.3 研究方法

花生油的过氧化值^[3]能有效反映其酸败反应的程度。已有文献^[1]论述了花生油过氧化值和加热温度的关系。作者通过花生油在不同加热条件下的吸收光谱实

验发现, 花生油的物理性质在不同加热条件下发生了明显的变化。通过折射率实验, 得知花生油的折射率和温度的关系。本文提出的方法, 就是测定花生油的折射率, 将折射率转换成花生油所经历的最高加热温度, 再把加热温度转换成过氧化值, 建立折射率和过氧化值的直接关系。利用本方法, 测量花生油的折射率, 就能估算其过氧化值。

2 花生油过氧化值和加热温度的关系

表征花生油品质有多种参数, 其中的过氧化值参数表示油脂和不饱和脂肪酸等的被氧化程度, 可用于说明样品是否因已被氧化而变质。花生油中的油脂和脂肪酸等成分的变化, 会引起油的折射率变化, 因此可以用光学方法进行检测。

李新华等在《食品工业》上发表了一篇论文^[1], 揭示了花生油分别在 60°、70°、80°、90°、100° 温度条件下恒温加热 15 分钟后, 其过氧化值的变化。花生油过氧化值与恒温加热温度的变化关系如下图。

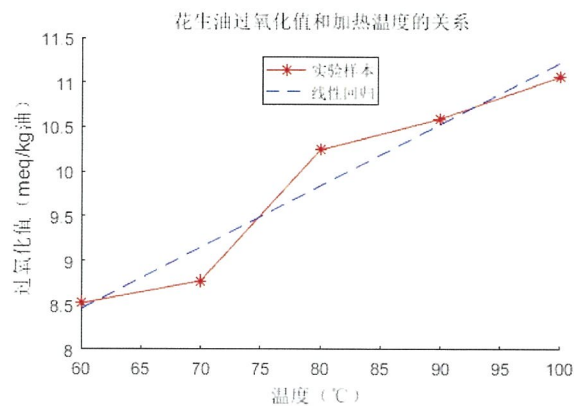


图 1 花生油过氧化值和加热温度的关系^[1]

因为原数据的折线形状接近线性, 所以对过氧化值和温度做线性回归分析。得到回归直线:

$$\hat{V} = 6.900 \times 10^{-2}T + 4.316, \quad 60^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}, \quad (1)$$

其中 \hat{V} 是过氧化值的估计值, T 是加热温度 (单位: 摄氏度)。

3 探究花生油折射率和加热温度的关系

3.1 实验器材

本实验主要用到的实验器材有: 折射率测定器 (自制)、USPEC 光谱仪、恒温水浴加热锅、激光笔、平板电脑、薄有机玻璃容器、油等。下面介绍主要的前 4 个实验器材。

- 1、折射率测定器。装置如下图所示, 主要包括 ① 带角度盘的金属背板、②

花生油容器, 和③滑轨及激光器座。①带角度盘的金属背板整体由金属构成, 下方由两三角支架固定。金属板中央为角度盘, 该盘量程为 360° , 最小分度值为 0.5° 。为读数方便, 垂直方向上方和下方均标记为 0° , 左右两侧水平位置标记为 90° 。角度盘整数刻线较重, 0.5° 的刻线较轻, 当测试激光束与某刻度重合时, 即可读出角度数值。②花生油容器可以实现液面的高度自由调整。花生油容器固定在金属角度盘上, 为一薄有机玻璃容器, 容器外部尺寸规格 $6\text{cm} \times 2\text{cm} \times 11\text{cm}$, 有机玻璃板厚度 1mm 。安装时容器的上沿略高于 90° 水平刻线。容器下端有一开口, 利用塑料软管和一控制阀与安装在角度盘背面的方注射器相连, 可使花生油液面一直保持在同一水平位置。③滑轨固定在角度盘正面, 滑轨上安置一可沿着滑轨自由移动的滑块, 滑块可通过螺钉锁定在滑轨的任意位置。滑块作为激光器的固定座, 制作为中空结构, 可插入激光笔, 激光笔射出的激光光路通过刻度盘的中心点。

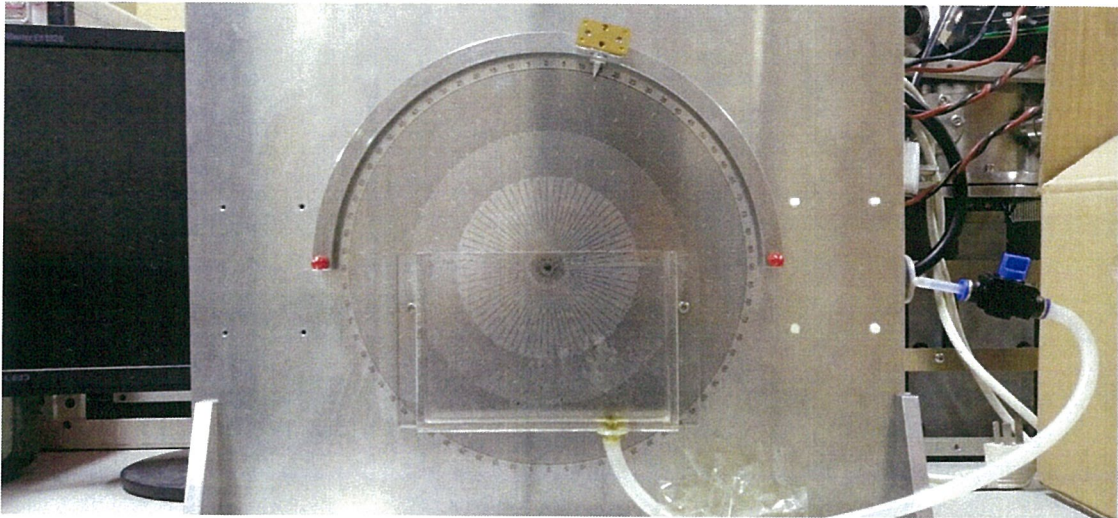


图 2.1 折射率测定器 (正面)

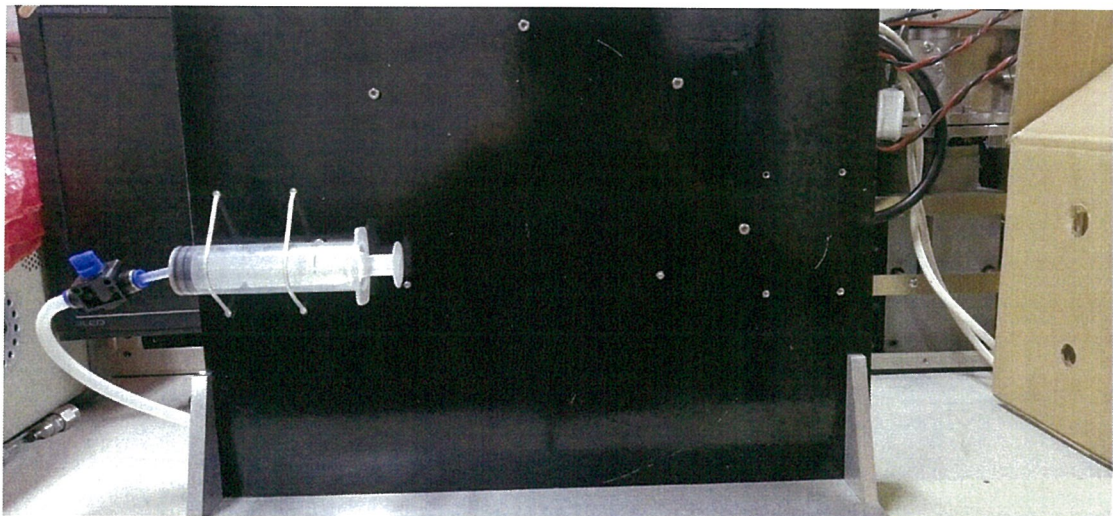


图 2.2 折射率测定器 (背面)

实验过程中, 将花生油的液面调整到与刻度盘的水平刻度线重合 (刻度盘的左右两侧均标记为 90°); 激光器安装在滑轨上的滑块座上, 输出的线状激光从滑轨指向刻度盘中心点, 并在水平花生油液面上发生折射, 折射光束进入花生油, 观测空气中线状激光与刻度盘的重合线条, 读出空气中的入射角度, 观测花生油中线状激光与刻度盘的重合线条, 读出花生油中的折射角度; 改变滑块在滑轨上的位置, 可以调节激光的入射角角度。一切校准和读数工作均在此完成。

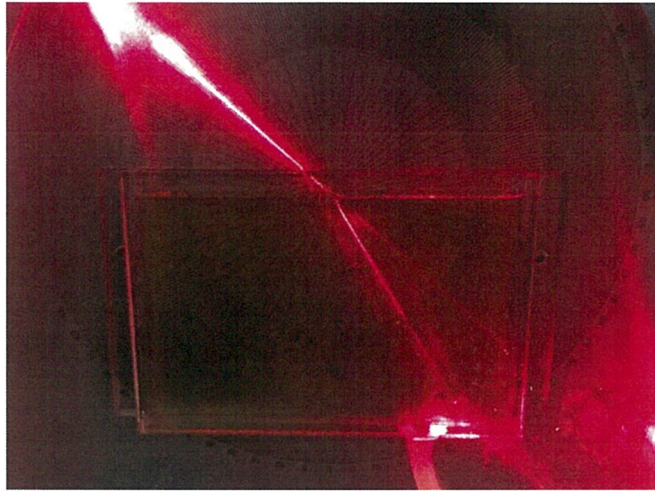


图 2.3 实际测量时的激光光路

2、USPEC 光谱仪。仪器如下图所示, 右侧为发光光源, 左侧为接收器, 中间平台用双面胶确定了一块间隔为 1cm 的放置区域, 用来放置同等规格的有机玻璃容器, 后方连接平板电脑接收并导出数据。该装置用来测量被测花生油对不同频率可见光的吸收率。

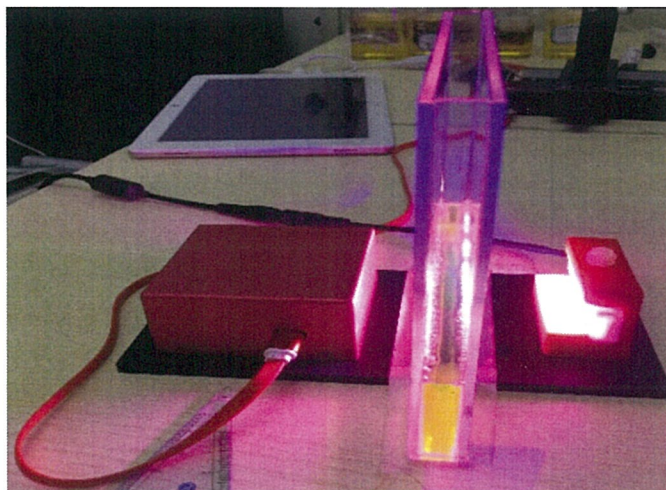


图 3 USPEC 光谱仪测试花生油对可见光的吸收率

3、恒温水浴加热锅。仪器如下图所示，可以设定恒定的加热温度，用来对油进行不同温度的加热处理，该水浴加热锅的控制温度偏差小于 0.5°C 。



图 4 恒温水浴加热锅

4、一字形激光笔。仪器如下图所示，发射出的线状激光为一字形，光线宽度从 0.4mm 到几厘米可调，功率从 $0\text{-}20\text{mw}$ 可调。

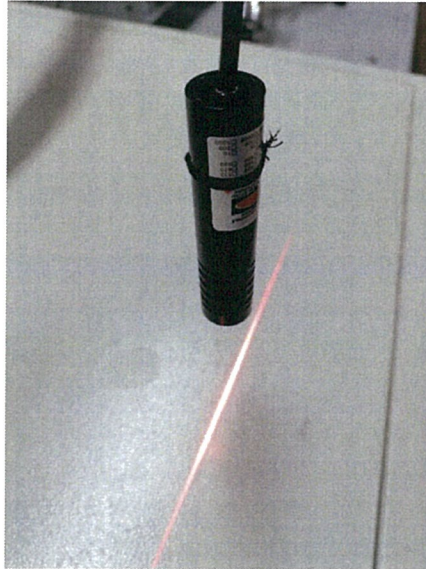


图 5 激光笔

3.2 吸收光谱实验

本研究中，样品的吸收光谱实验作为折射率实验的预实验，为折射率实验提供数据支撑。对多份不同条件制备的测试样品进行吸收光谱测试，不同样品的吸收光谱特性存在明显区别，验证了所制备的花生油在不同温度加热后，其光学性质已经发生了改变。吸收光谱实验装置紧凑，过程简单，实验结果较为灵敏。

将同一性质的花生油分出五份相同样品，分别在 60°C 、 70°C 、 80°C 、 90°C 、

100℃恒温水浴锅中加热 15min, 对每一份样品, 冷却后在 USPEC 光谱仪上测定吸收光谱。每份样品的吸收光谱数据测定 3 次后取平均值。实验结果如图 6 所示。图 6 数据曲线表明, 随着制备花生油样品时加热温度的升高, 吸收光谱曲线的第一个吸收峰有下降的趋势, 第二个吸收峰有上升的趋势。

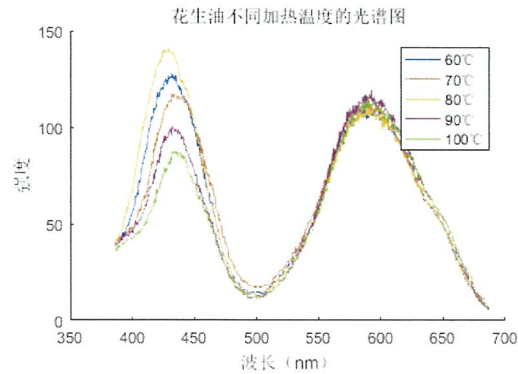


图 2 花生油不同加热温度的吸收光谱曲线图

由预实验的实验结果可得到结论: 在不同温度加热所致的酸败反应会使花生油的物理性质不同。在此基础上进行折射率实验。

3.3 实验过程

1、准备 5 份等质量的花生油, 利用恒温水浴加热锅依次将其加热至 60℃、70℃、80℃、90℃、100℃, 并保持在温度 15min。待其加热完毕后, 将花生油静置约 8 小时冷却, 同时组装折射率测定器, 调节激光笔光线宽度和发射功率至合适数值, 之后的实验过程中均不再对激光笔进行调节。

2、待加热至 60℃的油冷却至室温后, 将其倒入薄有机玻璃容器中。抽拉注射器使得容器中油体液面与水平 90° 刻度线重合, 关闭阀门, 调节滑块在滑轨上的位置, 使其固定在某一选定角度不动。

3、打开激光笔, 直接读出此时入射光束与上方 0° 刻线的夹角 α_1 , 折射光束与下方 0° 刻线的夹角 β_1 , 并记录。

4、关闭激光笔, 保证实验容器内液面位置不动, 拉动固定装置调节滑块在滑轨上的位置, 重复 9 次过程 3, 并将测得的 $\alpha_2-\alpha_{10}$, $\beta_2-\beta_{10}$ 记录。

5、利用公式

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

计算出 10 次测得的折射率 n_1-n_{10} , 并记录。

6、计算出上述 10 次折射率的平均数，并将计算出的加热至 60℃的花生油的平均折射率记录。

7、拔下注射器口上的连接软管，将油倒回杯中。仔细清洗两容器后，更换加热至不同温度的油，重复上述过程 2-6，并将测得的实验数据记录在表中。

8、根据 n 的全微分

$$dn = \frac{\partial n}{\partial \alpha} d\alpha + \frac{\partial n}{\partial \beta} d\beta$$

可得出 n 的标准差

$$\begin{aligned} \sigma(n) &= \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial \alpha}\right)^2 \sigma(\alpha)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \beta}\right)^2 \sigma(\beta)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{\cos \alpha}{\sin \beta}\right)^2 \sigma(\alpha)^2 + \left(\frac{\sin \alpha \cdot \cos \beta}{\sin^2 \beta}\right)^2 \sigma(\beta)^2} \end{aligned}$$

代入各组数据，计算各组数据折射率的标准差，并记录

9、将五次不同温度下折射率标准差的最大值找出，并记录在表格中。

3.4 实验结果

在 60℃下恒温加热 15min，冷却后测定花生油的折射率，入射角、折射角、折射率如下表。本文测定 10 组结果求平均值，平均折射率为 1.4365。

表 1 花生油 60℃折射率

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
入射角	30.0	31.5	33.0	34.5	36.0	37.5	39.0	40.5	45.0	50.0	/
出射角	20.4	21.3	22.3	23.1	24.1	25.2	26.1	26.8	29.5	32.2	/
折射率	1.434	1.438	1.435	1.444	1.439	1.430	1.431	1.440	1.436	1.438	1.4365
$\sigma(n)$	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	< 0.008

在 70℃下恒温加热 15min，冷却后测定花生油的折射率，入射角、折射角、

折射率如下表。本文测定 10 组结果求平均值，平均折射率为 1.4266。

表 2 花生油 70℃ 折射率

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
入射角	30.0	33.0	36.0	39.0	42.0	45.0	48.0	50.0	52.0	55.0	/
出射角	20.5	22.4	24.2	26.2	28.0	29.6	31.5	32.6	33.6	35.1	/
折射率	1.428	1.429	1.434	1.425	1.425	1.432	1.422	1.422	1.424	1.425	1.4266
σ (n)	0.008	0.007	0.007	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	< 0.008

在 80℃ 下恒温加热 15min，冷却后测定花生油的折射率，入射角、折射角、折射率如下表。本文测定 10 组结果求平均值，平均折射率为 1.4158。

表 3 花生油 80℃ 折射率

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
入射角	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50	/
出射角	20.7	22	23.3	24.5	25.9	26.9	28.2	30	31.6	32.6	/
折射率	1.415	1.415	1.414	1.417	1.410	1.421	1.416	1.414	1.418	1.418	1.4158
σ (n)	0.008	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	< 0.008

在 90℃ 下恒温加热 15min，冷却后测定花生油的折射率，入射角、折射角、折射率如下表。本文测定 10 组结果求平均值，平均折射率为 1.3989。

表 4 花生油 90℃ 折射率

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
入射角	30	32	34	36	38	40	42	44	46	50	/
出射角	21.2	22.4	23.4	25.1	25.9	27.2	28.5	29.6	30.7	33.5	/
折射率	1.383	1.391	1.408	1.386	1.410	1.406	1.402	1.406	1.409	1.388	1.3989
$\sigma(n)$	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	< 0.007

在 100℃ 下恒温加热 15min, 冷却后测定花生油的折射率, 入射角、折射角、折射率如下表。本文测定 10 组结果求平均值, 平均折射率为 1.3789。

表 5 花生油 100℃ 折射率

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
入射角	30	32	34	36	38	40	42	44	47	50	/
出射角	21.4	22.5	23.8	25.2	26.6	27.7	29.1	30.2	32.1	33.8	/
折射率	1.370	1.385	1.386	1.380	1.375	1.383	1.376	1.381	1.376	1.377	1.3789
δn	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004	< 0.007

3.5 实验结果分析

根据实验结果, 可以得到花生油折射率和加热温度的关系, 如下图所示。

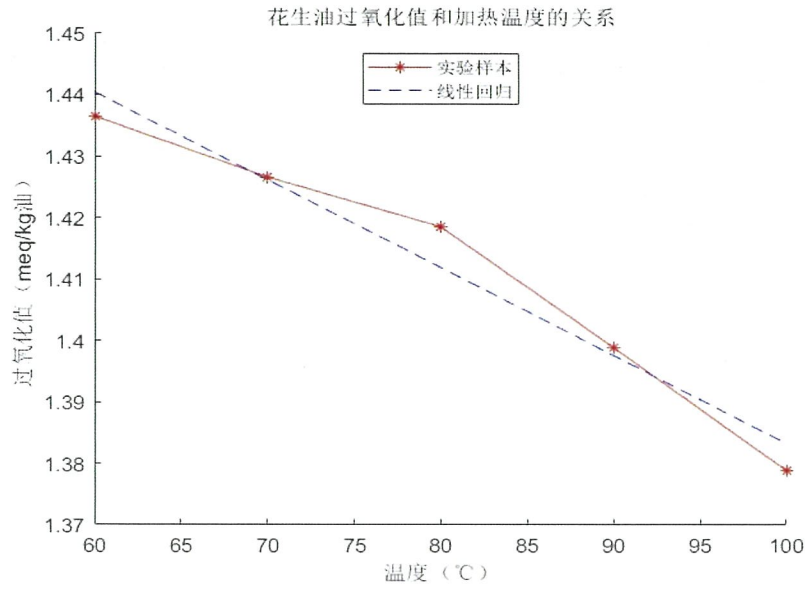


图 6 花生油折射率和加热温度的关系

因为上图数据的折线形状接近线性, 所以本文对折射率和温度做线性回归分析。得到回归直线:

$$\hat{n} = -1.429 \times 10^{-3}T + 1.526, \quad 60^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}, \quad (2)$$

其中 \hat{n} 是过氧化值的估计值, T 是加热温度。

4 估计花生油的过氧化值

本文第 2 节表达了花生油的过氧化值和温度的估计式(1),

$$V = V(T) = 6.900 \times 10^{-2}T + 4.316, \quad 60^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100^{\circ}\text{C},$$

第 3.5 节给出了花生油的折射率和温度的估计式(2),

$$n = n(T) = -1.429 \times 10^{-3}T + 1.526, \quad 60^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100^{\circ}\text{C}.$$

因为一次函数有反函数, 所以 $n(T)$ 有反函数, 它的反函数为

$$T = T(n) = -699.79n + 1067.88, \quad 1.3789 \leq n \leq 1.4365,$$

将 $T(n)$ 和 $V(T)$ 复合, 可得

$$V = V(n) = V(T(n)) = -48.29n + 77.80, \quad 1.3789 \leq n \leq 1.4365,$$

至此本文得到了过氧化值和折射率的估计式

$$V = -48.29n + 77.80, \quad 1.3789 \leq n \leq 1.4365. \quad (3)$$

总结起来, 当已知花生油的折射率, 且折射率在 1.3789 到 1.4365 之间时, 可以用式 (3) 计算花生油的过氧化值, 进而评估花生油的酸败反应程度。通过查阅《花生油质量国家标准》, 当花生油过氧化值到达 9.375meq/kg, 即油体折射率小于 1.417 时, 便超出了可食用范围。这种方法在折射率这一物理性质和氧化值这一化学性质之间搭建了一个桥梁, 是一种全新的判断方法。

5 结论

本文通过过氧化值和温度、折射率和温度这两段关系，建立了过氧化值和折射率之间的函数关系。使得测定花生油过氧化值的问题转化为了测定折射率的问题，大大简化了测定难度，便于百姓在家中检测花生油的品质。

6 改进

1、与上次实验相比，大幅改进了折射率测定器，在大幅减小仪器规模和繁琐程度的同时，也使得其稳定性、准确性和严谨性得以提高。并且实验所需时间更短，操作更加方便。

2、更换了实验用激光笔，从单点形更换成了一字形，使光线可以直接打在角度盘上，读数更加方便精确，减小了实验误差。

7 方法的创新点与不足

7.1 创新点

1、本文提出了一种全新的能够快速通过物理性质测定花生油过氧化值的方法，能够较为快速的判断花生油的变质程度，可以帮助百姓迅速了解家中花生油的情况，有较高的应用价值。

2、本实验通过严谨的逻辑链条，搭建了物理判断方法与化学判断方法之间的桥梁，将这两种办法联系到了一起，具有较大的研究意义。

3、本文设计了一种新的测量液体折射率的装置，兼有快速和准确性高两大优点，并且方便简洁，易于操作，便于百姓使用。运用该测定器，可以较为高效的测定待测液体的折射率。

4、采用了一种全新的方法估计花生油的变质情况，为植物油的品质检测提供了一种全新的手段，对食品安全的进一步完善做出了一定贡献。

7.2 不足

1、本实验只考虑了温度在 60℃到 100℃之间花生油折射率的变化，有一定的局限性。

2、光线在油中虽可以分辨，但不够清晰，有可能造成读数误差。

8 展望

1、基于所做花生油的实验结果, 继续进行其他种类植物油的实验, 归纳出各种植物油过氧化值与在不同温度下加热之后的折射率的对应关系, 从而在更大范围上帮助百姓对自己家中的植物油变质程度进行判断。

2、取中间温度进行多次实验, 一方面可以验证实验结果, 一方面可以使实验结果更加精确。并且扩大温度范围, 使该方法可判断范围提高。

3、改进实验方式, 使在油中的光可以更加清晰可见, 从而让测得数据更加精确, 使该方法的准确性进一步提高。

4、进一步缩小仪器规模, 使得百姓在家中可以更加方便的判断植物油的变质情况。

参考文献

1. 李新华, 赵月娇. 不同温度对花生油品质的影响分析[J]. 食品工业, 2012(7):9-11.
2. GB 5009.227-2016 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定. <http://www.doc88.com/p-3816997382114.html>.
3. 花生油国家标准. <https://baike.baidu.com/item/花生油国家标准/285162>.

附录

MATLAB 代码如下:

```
% 回归
% data = [60, 8.52
% 70, 8.77
% 80, 10.24
% 90, 10.59
% 100, 11.06];
% [b, bint, r, rint, stats] = regress(data(:, 2), [ones(5, 1), data(:, 1)]);
% y=b(1)+b(2)*x
% % y1 = b(1)+b(2)*(60:10:100);
% plot(data(:, 1), data(:, 2), '-r*', 60:10:100, y1, '--b');
% legend('实验样本', '线性回归', 'Location', 'North')
% box off
% xlabel('温度 (°C)')
% ylabel('过氧化值 (meq/kg 油)')
% title 花生油过氧化值和加热温度的关系

% data = [60, 1.4365
% 70, 1.4266
% 80, 1.4185
% 90, 1.3989
% 100, 1.3789];
% [b, bint, r, rint, stats] = regress(data(:, 2), [ones(5, 1), data(:, 1)]);
% % y=b(1)+b(2)x
% y1 = b(1)+b(2)*(60:10:100);
% plot(data(:, 1), data(:, 2), '-r*', 60:10:100, y1, '--b');
% legend('实验样本', '线性回归', 'Location', 'North')
% box off
% xlabel('温度 (°C)')
% ylabel('折射率')
```

```
% title 花生油折射率和加热温度的关系

% 画图
load H
plot(lamda, H60, lamda, H70, lamda, H80, lamda, H90, lamda, H00)
legend 60°C 70°C 80°C 90°C 100°C
title 花生油不同加热温度的光谱图
xlabel 波长 (nm)
box off
ylabel 强度
```


致谢页

我感谢北京四中和清华大学物理系给了我步入大学实验室进行研究学习的机会,我也要感谢我的两位指导老师——北京四中的康帅老师和清华大学物理系的魏斌老师,他们在我一年多的科研过程中给了我莫大的帮助和鼓励,给予了我许多建议,让我明白了科学研究所必要的品质和精神。我还要感谢一直在背后支持我的父母,他们给了我莫大的动力,在我迷失方向时给予我安慰和激励。

选题来源:我平时对所接触到的各种事物有观察和思考的习惯。在选题过程中,我先从物理知识与社会意义相结合的角度进行思考,先后对载货汽车后视镜盲区导致的行车安全问题,以及对农村太阳能装置的电能并网问题进行了思考,并进行了调研,提出了初步研究计划。我通过与货车司机实际讨论,发现司机对后视镜盲区问题已有充分的认识,目前已有多种解决方案,主要问题在惯性和司机的懈怠;在和安装了太阳能装置的农村家庭以及电网工作人员讨论后,我发现农村太阳能装置并网供电技术上已有现成方案,难点在于国家政策和科学管理方面。

经历了两次选题失败,我没有放弃,及时总结了上述两个问题的可行性不足之处。后来在家中做饭时,我发现了高温可能导致煤气灶旁的食用油变质问题,由此想到百姓舌尖上的安全问题是每个科研工作者应该关注的问题,结合对光学的兴趣和学习积累的知识,于是选择采用光学方法研究食用油性质(变质)的课题。由于老百姓做菜时最常使用植物油,所以将研究范围选定在植物油范围。

研究背景:近年来我国科学技术的发展突飞猛进,社会生产能力得到快速增长,人们的生活水平也随之不断提高。与此同时,大众越来越关注生活质量问题,日常生活中的食品营养健康问题因而成为了当今社会关注的热点问题。食用植物油作为我国民众日常饮食中的重要组成部分,其安全性和安全使用的条件备受关注。花生油是我国的主产油,它的颜色淡黄透明,色泽清亮,气味芬芳,滋味可口,是我国百姓餐桌上广泛使用的食用植物油之一。

另一方面,花生油品质受环境因素影响较大,在较高温度下储存,或是长期暴露在潮湿空气中,会使花生油发生酸败反应,破坏油脂中的必需脂肪酸、脂溶性维生素,并产生对人体有害的醛类、酮类等过氧化脂质类毒物物质。长期食用品质不佳的花生油,会导致多种疾病的发生,严重时甚至会诱发癌症。在家庭生活中,人们出于使用方便的考虑,在使用后往往不能及时密封剩余的花生油,或把装花生油的容器就近放置在操作中的高温炉灶附近。这些做法会使花生油的品

质降低, 甚至变质。如果人们不能及时发现花生油发生变质, 使用后对身体健康将产生不良影响。

家庭中评估花生油变质程度时, 主要是靠人的主观判断。一种方法是闻油气味, 如果花生油产生了一种难闻的哈喇味, 则能判断其已变质。这种方法在花生油出现明显异味时有效, 当花生油有一定程度变质但气味不浓烈时, 则不能明确辨别; 另一种方法是观察花生油容器中是否出现沉淀物, 如果油中出现沉淀, 则判断其已变质。由于花生油中存在多种成分, 在低温条件下会析出无害的不溶物, 与沉淀物的区别不明显, 因此观察沉淀物的方法判断不够准确。如果需要准确了解花生油的品质状况, 可以委托专业机构进行检测, 过程中通常需要使用硫代硫酸钠等化学试剂^[2], 这类专业检测方法在家庭中并不适用。因此, 如何在家中评估花生油变质程度成为了一个急需解决的难题。

本人在科学研究和论文撰写中的贡献: 该课题从研究目标和计划、装置设计和研制、实验方法和步骤, 到数据分析和总结的各个环节, 主要工作均由我独立完成, 且整篇论文由我独立撰写。

指导老师的关系和作用: 我参加了由北京市青少年科技俱乐部与清华大学物理系合作开展的面对中学生的“科研实践”项目, 该项目已经开展十多年, 培养了大批具有探索精神和创新能力的年轻学生。我由北京市第四中学推荐, 经清华大学物理系组织的专家组考核, 加入了 2018-2019 年青少年科技俱乐部“科研实践”活动项目。魏斌老师作为指导老师, 指导我在科研实践项目中的学习和探索研究, 指导我自学了部分大学物理的光学知识, 通过定期讨论 (平均每月 3 ~ 4 次), 对我的阶段研究工作提出建议和意见。康帅老师为北京四中的科技指导老师, 指导我如何确定一个好选题、论文撰写格式、以及项目申报的细节等。项目论文由我本人独立撰写, 两位老师审阅了我的论文并提出了有益建议, 我按照老师们的意见完成了论文的修改。两位老师均未参与我项目论文的撰写, 指导均无偿。

他人在科研和论文撰写中的作用: 其中折射率测定器的画图和 design 由我提出和改进, 由清华大学实验室工作人员辅助画图, 部分结构部件的加工委托专业加工单位完成。没有其他中学生参加该项目研究。

学术诚信声明

本人声明, 所提交的论文内容:

1. 不存在剽窃、抄袭他人研究成果或其他学术不端的情况;
2. 摘自他人的研究方法和结论已标明引注, 在参考文献中已列出;
3. 研究内容和研究过程没有违反国家法律法规, 无违背公序良俗的任何情况;
4. 研究范围不涉及对人体或动物具有生理或心理危害的食品、烟酒类、药品及医疗器械类项目等。

特此声明

承诺人: 陈泓铭

2019年9月14日