

食用大豆油热值的测定^{*}

栗智^{1,2} 申重¹ 刘丛¹

(1. 新疆师范大学生命与环境科学学院, 乌鲁木齐 830054; 2. 南开大学化学学院, 天津 300071)

摘要 利用 WZR-1A 型精密微电脑量热计系统地测量了食用大豆油的恒容燃烧热。准确称取一定量的基准物质, 放入氧弹中充入高压纯氧, 将测试样品在氧弹中完全燃烧, 并记录燃烧前后时间与量热计温度变化数据, 运用仪器所带的数据处理软件计算出仪器热容量, 然后再准确称取一定量的食用大豆油, 装入已准确测定热值的燃烧胶囊中后, 将测试数据用自编的计算机处理程序对测试数据处理, 从而得到食用大豆油的燃烧热值。此法准确、简便、实用, 可用于日常检测工作。

关键词 食用大豆油; 热值; 氧弹

中图分类号 S565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2006)04-0458-03

大豆油的色泽较深, 有特殊的豆腥味; 热稳定性较差, 加热时会产生较多的泡沫。大豆油含有较多的亚麻油酸, 较易氧化变质并产生“豆臭味”。从食用品质看, 大豆油不如芝麻油、葵花籽油、花生油。从营养价值看, 大豆油中含棕榈酸 7%~10%, 硬脂酸 2%~5%, 花生酸 1%~3%, 油酸 22%~30%, 亚油酸 50%~60%, 亚麻油酸 5%~9%。大豆油的脂肪酸构成较好, 它含有丰富的亚油酸, 有显著的降低血清胆固醇含量, 预防心血管疾病的功效, 大豆中还含有多量的维生素 E、维生素 D 以及丰富的卵磷脂, 对人体健康均非常有益。另外, 大豆油的人体消化吸收率高达 98%, 所以大豆油也是一种营养价值很高的优良食用油。本文探讨利用氧弹量热法测定食用大豆油热值, 为进一步开发其它品种油料作物提供参考。

1 实验部分

1.1 实验原理

在用氧弹热量计测定燃烧热时, 基准物质(如苯甲酸、蔗糖、萘等)的燃烧热是可以测定的, 如果将已知的基准物质和样品混合物后, 通过测定混合体系的热值, 然后用赫斯定律计算出油品的燃烧热。用氧弹法测定油品发热量成的一般计算公式^[1~3]。

$$\frac{m}{M}Q_v + \Delta W_F Q_F + \Delta V_{NaOH} q_{NaOH} + m'q = (C_{H_2O} W_{H_2O}$$

$$+ W')\Delta T \quad (1)$$

其中: ΔT 样品燃烧前后体系温度的变化值, m 是基准物质(如苯甲酸、蔗糖、萘等)的质量, M 是基准物质的摩尔质量, Q_v 为基准物质样品的等容燃烧热, ΔW_F 是燃烧掉的燃烧丝质量, $Q_F = 6.695 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (燃烧丝的燃烧热), ΔV_{NaOH} 、 q_{NaOH} 分别为氧气中含碳、氮、硫等杂质所产生氧化物(在燃烧前可在氧弹中加 1 mL 水)所消耗的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 的体积与所相当的热效应(每毫升 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液相当于 5.983 J), m' 为添加物(如胶囊、燃烧袋等)的质量, q 为添加物的热值, C_{H_2O} 为水的比热容, W_{H_2O} 水的质量, W' 为仪器的水当量, 一般因每次水量相等, $(C_{H_2O} W_{H_2O} + W')$ 可将作为一个定值 C 来处理。故

$$\frac{m}{M}Q_v + \Delta W_F q_F + \Delta V_{NaOH} q_{NaOH} + m'q = C\Delta T \quad (2)$$

且

$$\Delta T = V_n - V_0 + nV_0 + \frac{V_n - V_0}{t_n - t_0} \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (t_n + t_0) - nt_0 \right) \quad (3)$$

式(3)中 V_0 是初期内筒将温速率, V_n 是末期内筒将温速率, t_0 点火时的温度, t_n 点火终点时的温度, n 主期从点火到终点的时间, 初期的平均温度, 末期的平均温度。

1.2 仪器与试剂

* 收稿日期: 2006-03-08

项目来源: 新疆高校优秀青年学者奖励计划项目(XJEDU2005E05)

作者简介: 栗智(1968-), 男, 博士研究生, 教授, 主要从事物理化学与计算机应用化学的教学与研究。E-mail: suzhixj@sohu.com

WZR-1A 型微电脑自动量热计一套(长沙奔特仪器设备有限公司);氧气钢瓶,万用表,电子天平(梅特勒 AL104 型)。苯甲酸(A.R.);医用胶囊;食用大豆油(市售

1.3 实验步骤

1.3.1 实验准备

开启自动量热计,将仪器稳定 30 min 后开始实验。将量热计及其全部附件加以整理并洗净。

制样:准确称取约 10 cm 长的燃烧丝和约 1 g 苯甲酸,压片后置于氧弹中。

充氧气:把氧弹的弹头放在弹头架上,将装有样品的燃烧杯放入燃烧杯架上,把燃烧丝的两端分别紧绕在氧弹头中的两根电极上并将部分铁丝接触样品,用万用表测量两电极间的电阻值。把弹头放入弹杯中,用手将其拧紧。再用万用表检查两电极之间的电阻,若变化不大,则充氧。开始先充少量氧气(约 0.5MPa),然后开启出口,借以赶出弹中空气,然后充入氧气(2MPa)。充好氧气后,再用万用表检查两电极间电阻,变化不大时,将氧弹放入内筒。

1.3.2 实验操作

运行主程序,设置仪器操作参数。当进行仪器

热容量标定时选择测试内容的“热容量”,否则选择“发热量”,同时设定试样类型为“油实验”。

进入实验,选择“进入实验”操作功能,并输入测试样品数据,点击“开始实验”进行样品测试。

待实验结束后,取出氧弹,打开氧弹出气口放出余气,最后旋下氧弹盖,检查样品燃烧结果。若留有黑色残渣或油性物质,表示燃烧不完全,实验失败,需重做。

1.3.3 样品热值测定

用水冲洗氧弹及燃烧杯,准确称取 1 个燃烧胶囊和测试样品,将样品装入燃烧胶囊中,代替苯甲酸,重复上述实验 3 次,测定混合体系的热值,并由式(2)计算出食用大豆油的燃烧热。

2 结果与讨论

2.1 结果分析

表 1,表 2 列出了普通大豆油和一级大豆油的基本测试参数和热值测定结果。实验结果表明一级大豆油热值略高普通大豆油的热值。

表 1 食用大豆油燃烧热测定数据

Table 1 Experimental data of edible soya oil combustion

时间(min)	普通 1 # (℃)	普通 2 # (℃)	普通 3 # (℃)	时间(min)	一级 1 # (℃)	一级 2 # (℃)	一级 3 # (℃)
1.0	25.6217	25.2951	24.8667	1.0	24.5024	24.1813	23.9179
2.0	25.6235	25.2960	24.8675	2.0	24.5015	24.1822	23.9188
3.0	25.6244	25.2978	24.8684	3.0	24.5015	24.1822	23.9197
4.0	25.6253	25.2978	24.8675	4.0	24.5006	24.1822	23.9197
5.0	25.6262	25.2978	24.8675	5.0	24.4998	24.1822	23.9197
6.0	25.6262	25.2979	24.8667	6.0	24.4998	24.1813	23.9188
7.0	25.6262	25.2979	24.8667	7.0	24.4998	24.1813	23.9188
8.0	26.4362	26.1621	25.3688	8.0	25.3805	25.1458	24.8500
9.0	26.8593	26.5600	25.8058	9.0	25.8327	25.6454	25.3817
10.0	26.9965	26.6918	25.9589	10.0	25.9868	25.7967	25.5491
11.0	27.05775	26.7500	26.0216	11.0	26.0566	25.8693	25.6234
12.0	27.0906	26.7805	26.0557	12.0	26.0889	25.9042	25.6583
13.0	27.1077	26.7958	26.0745	13.0	26.1068	25.9221	25.6771
14.0	27.1157	26.8083	26.0843	14.0	26.1149	25.9311	25.6852
15.0	27.1193	26.8065	26.0888	15.0	26.1176	25.9329	25.6879
16.0	27.1202	26.8056	26.0906	16.0	26.1167	25.9320	25.6861
17.0	27.1184	26.8029	26.0906	17.0	26.1140	25.9293	25.6825
18.0	27.1157	26.7993	26.0888	18.0	26.1104	25.9248	25.6780
19.0	27.1113	26.7940	26.0870	19.0	26.1059	25.9194	25.6718
20.0	27.1077	26.7886	26.0834	20.0	26.1005	25.9132	25.6655
21.0	27.1023	26.7832	26.0807	21.0	26.0952	25.9069	25.6592

表 2 食用大豆油燃烧热测定结果
Table 2 The results of edible soya oil combustion

样品 Sample	普通 1 #	普通 2 #	普通 3 #	一级 1 #	一级 2 #	一级 3 #
胶囊质量(g)	0.0965	0.0798	0.1001	0.0950	0.0781	0.0973
样品总质量(g)	0.4521	0.4480	0.5040	0.4835	0.5109	0.5250
总热值(J/g)	35098.39	35768.29	35572.19	35478.64	36390.55	35786.03
大豆油热值(J/g)	38438.0	38580.64	38739.55	38580.91	38844.45	38742.14
平均值(J/g)		38586.07			38722.49	

注: 室温: 25℃ 仪器热容量: 10404.73 J/K 燃烧胶囊热值: 22792J/g

2.2 讨论

2.2.1 医用胶囊的使用

确保燃烧完全是获得良好实验结果的前提。可燃液体样品既无固定形状又容易挥发, 因此采用医用胶囊作为装样容器^[4-8], 但医用胶囊若使用不当, 测定结果往往不理想。通过实验探索, 在装好液体样品的胶囊一定要竖立放置在氧弹中, 同时为防止胶囊在氧弹中破裂, 在胶囊的顶部留有一针尖大小的孔, 以保证胶囊在氧弹中内外压力相等。

2.2.2 实验中的误差分析

对于含有硫、氮、碳、卤族等试样, 要考虑样品燃烧前后的硫酸、硝酸等热效应值, 否则将会给实验结果带来较大误差。若用较先进的转动氧弹量热联系测定, 结果会更精确。

测试中内筒水的重量误差引起的测定误差。由于在实验中通过测定内筒内水的变化温度来衡量反应的热效应。由于本实验采用比较先进的 WZR—1A 型微机自动量热仪, 内筒内水由计算机控制, 无需人工干预, 因此能保证内筒水的质量精确性。

由于测定过程中, 反应前后体系温度变化在

1℃左右, 因此内筒的水温应低于室温 1℃左右, 否则测定误差较大。

参 考 文 献

1 蔡显鄂, 项一非, 刘衍光. 物理化学实验(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 43
2 孙尔康, 徐维清, 邱金恒. 物理化学实验[M]. 南京: 南京大学出版社, 2002: 25~28
3 Carl W. Garland, Joseph W. Nibler, David P. Shoemaker. Experiments in physical chemistry (7th.)[M]. Boston: McGraw H Companies, Inc. ill, 2003
4 王国伟, 邓春森, 林世雄. 催化裂化原料油恒压燃烧热的试验研究[J]. 石油大学学报(自), 1993, 4: 23
5 刘天晴. 液体燃烧热的测定方法的改进[J]. 大学化学, 1994, 4: 8
6 闫学海, 朱红. 液体试样燃烧热的测定方法[J]. 化学研究, 2000, 4: 17
7 杨继红, 马衡. 重质燃料油燃烧热计算的探讨[J]. 有色金属设计, 1994, 1: 2
8 郭蓓蕾, 林振兴, 於雷. 氧弹法测定奥里油的热值[J]. 理化检验. 化学分册, 2004(2), 700—701.

DETERMINATION OF HEAT VALUES FOR EDIBLE SOYA OIL

Su Zhi^{1,2} Shen Zhong¹ Liu Cong¹

(1. Life and Environment Science College of Xinjiang Normal University, Urumqi, 830054;
2. Chemistry College of Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract The heat values under constant volume (Q_v) of edible soya oil were measured with WZR—1A microcomputer calorimetry. After the benchmark substance were accurately quantified and the heat capable of the calorimetry was determined. The capsule with sample was put into the oxygen bomb, the sample was completely combusted in oxygen bomb with high pressure pure oxygen. These record of time and the changely of calorimeter temperature were analyzed with the self—designed data treatment system of oxygen bomb combustion. This method was proved to be accurate, simple and convenient to be used in routine analysis.

Key words Edible soya oil; Heat value; Oxygen bomb