

产品名称	订货号
食品安全快速检测专家套装A	510981 0003
食品安全快速检测套装仪器箱, 方便运输携带	510981 2700
食用油极性组分(TPM) 测量	
testo 270NEW食用油品质检测仪, 标配标定油及电池	0563 2750
pH 值酸碱度测量	
testo 206-pH2(适用半固体), 标配凝胶存储帽, 保护软套, 支架及电池	0563 2062
接触式中心温度测量	
testo 108 防水型食品温度计, 标配插入式T型热电偶, 保护软套及电池	0563 1080
非接触式表面温度测量	
testo 826-T4 红外/接触式二合一测温仪(D:S比6:1), 标配电池	0563 8284
食品安全快速检测专家套装B	510981 0004
食品安全快速检测套装仪器箱, 方便运输携带	510981 2700
食用油极性组分(TPM) 测量	
testo 270NEW食用油品质检测仪, 标配标定油及电池	0563 2750
pH 值酸碱度测量	
testo 206-pH2(适用半固体), 标配凝胶存储帽, 保护软套, 支架及电池	0563 2062
接触式中心温度测量	
testo 106 迷你型食品温度计, 标配保护软套及电池	0563 1063
非接触式表面温度测量	
testo 826-T2红外测温仪(D:S比6:1), 标配电池	0563 8282



德图中国总部

德图仪器国际贸易(上海)有限公司

全国热线: 400 882 7833

www.testo.com.cn

地址: 上海市松江区莘砖公路258号34号楼15楼

邮编: 201612

传真: 021-6482 9968

电邮: info@testo.com.cn



- 延长保修
- 维护保养协议
- 样机出借

煎炸油的测量现场指导手册

包括了实用的建议、提示和技巧

前言

德图(TESTO)公司，作为涉及范围很广的工业用和商业用测量仪器的制造商，并不仅对向客户销售某台仪器感兴趣，而且也对帮助客户达到其特定需求(即完成测量任务)感兴趣。

德图近几年正在出版的“现场指导手册”已经成为很多测量用户的有用的参考材料。

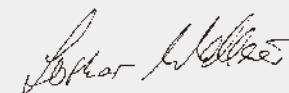
在这些一直在扩大的研究队伍中，有时人们表示，希望增补学习材料，并且希望学习材料可以书面化，并以手册的形式提供。我们非常乐意推出这本手册，作为对此要求的回应。

我们是否还有什么内容没有充分阐述？我们欢迎您就如何改进本手册提出您的宝贵意见。我们将在下一个版本中考虑这些意见。

董事会



波卡特·诺斯珀
(Burkart Knospe)



罗塔·瓦雷瑟
(Lothar Walleser)

烹调油的测量

1. 食品安全/HACCP理念	6
1.1 HACCP的历史	6
1.2 HACCP是什么?	6
1.3 HACCP和ISO9000	9
1.4 将HACCP理念应用到油炸炉中	9
2. 脂肪和油的基本原理	10
2.1 油的生产 and 提纯	10
2.2 从化学上来讲, 脂肪和油是什么?	12
2.2.1 甘油三酸酯	12
2.2.2 脂肪酸	13
2.3 在油炸时, 会发生什么?	17
2.3.1 油炸过程	17
2.3.2 油脂的使用周期	19
2.3.3 油脂的反应	21
3. 技术背景知识	29
3.1 究竟为什么要测量	29
3.2 各种测量方法	31
3.2.1 测定极性物质的柱色谱法	31
3.2.2 “总极性物质”的电容法	33
3.2.3 测量游离脂肪酸的检验试纸	34
3.2.4 油的颜色检测	35
3.2.5 发烟点的确定	35
3.2.6 酸价 (AN)	37
3.2.7 碘价 (IN)	37
3.2.8 过氧化值 (PN)	37

3.3 testo 270食用油品质检测仪	38
3.3.1 “总极性物质”参数	38
3.3.2 温度参数	38
3.3.3 testo 270食用油品质检测仪概要	39
4. 实际应用——操作技巧	43
4.1 技巧和诀窍	43
4.2 应用领域	48
4.2.1 大型餐饮公司、食堂、大型餐饮企业	48
4.2.2 食品监控	48
4.2.3 食品制造商 (例如油炸食品、小吃等)	49
4.2.4 大型餐厅、快餐连锁店	49
4.3 参数的校准	50
4.4 量程、精度和分辨率是什么含义?	50
4.5 记录	52
5. testo 270的技术数据	55
5.1 量程和精度	55
6. 附录	56
7. 参考文献 (略)	57
8. 概要	58

1. 食物安全/ HACCP理念

1.1 HACCP的历史

美国国家航空航天局(NASA)开发了一套安全体系，以保证对宇航员的食物供应。该体系允许跟踪最终成品的所有加工阶段，直至耕种或栽培过程。因此，生产中的错误可以在早期阶段被识别，可以避免宇航员在宇宙中发生食物中毒。这一安全体系避免了早期宇航活动的终止，以及随之而来的数百万美元的损失。

汽车行业和制药行业的公司部分采用了这一安全体系，以监控其生产过程。

1997年2月，欧洲联盟将HACCP理念合并入欧盟法律[1]中。其目标曾经是，并且现在也是通过实现一个共同市场而消除贸易壁垒。其意图是建立一个标准的法律基础，确保各成员国的消费者得到同样的竞争条件和标准保护等级。²

此外，在1997年，HACCP理念被融合进德国食物卫生条例(LMHV)，同年8月，这部法令成为所有与食物有关的公司的强制性法规。

此食物卫生条例基于建立企业自查和培训员工义务。

1.2 HACCP是什么？

HACCP即危害分析和关键控制点。

HACCP基于7个基本原则

1. 危害分析和确定风险组

(识别和评估危害)

系统评估食品及其原材料和成分，从生物学、化学和物理危害上确定其风险。这一领域涵盖了从种植、收获到消费产品的各个方面。

这是一种分析诊断，因此形成了HACCP理论的基础。

2. 确定关键控制点(CCP)，以监控可识别危害

CCP的确定对于监控已识别的危害是必须的。

只要是可能发生危害的地方，或者可以消除危害或将其降低到最低程度的地方，就必须采用关键控制点。

在不会出现危害之处使用CCP是不正确的。

在不必要的地方采用关键控制点会产生不必要的工作，并降低安全理念的透明度。

3. 确定允许进行有效控制的关键限值

限值被定义为必须观测的测量参数(例如温度，总极性物质或pH值)。

这些限值是法规、卫生总则或科学研究为基础的。如果所测量的值发生偏离，则相关人员必须采取适当的措施，以确保食物的安全，并由此避免对消费者的健康造成危害。

4. 确定和建立CCP的监控流程

这一方面对于系统的成功至关重要。

为了确保对系统进行有效的监控，应回答以下的六个问题：

监控什么？

谁来监控？

使用何种形式进行监控？

在哪里监控？

何时监控？

必须监控哪些限值？

一般来说，监控物理参数或者检测产品和原材料样品。

5. 确定与关键限值发生偏离时的纠正措施若监控结果显示

运行不在控制之下，即CCP与限值发生偏离，则采用纠正措施。必须记录所执行的任何控制措施！

6. 建立和完善HACCP理论文件

通过记录所采用的监测方法和所获得的监控值，在某一特定时间段内生成一份书面报告以供检查。法律并没有要求出具书面报告，但是按照产品责任法的第7节的要求，公司在发生被投诉时有着举证的责任。对于公司而言，这意味着证明在将产品转交到客户手上时，产品不存在任何缺陷。在HACCP的基础上，借助于详细的生产监控文件公司可以免于责任。

为此，所有的HACCP步骤必须形成文件。建议HACCP文件保留期限应长于所生产产品的保质期。

一份详细和完整的文件必须包含以下内容：

产品名称

生产工艺的描述，以及各个CCP的技术规范：有关监控措施的解释说明以便管理；CCP的监控和控制措施，以及相关监控参数的限值，与关键限值发生偏离时的纠正措施。

检查措施(欲知更多信息，请参见第4.5章节：记录，第47页)。

7. 检查系统(验证)

验证：“确认所检查的对象的正确性”。

在HACCP理论中，这意味着检查和确认该理论的功能性，并因而证明了HACCP工作的正常和有效。

建议系统每年至少验证一次，或者在改变工艺或成分时进行验证，

为了实施HACCP的各项准则，应指定一个HACCP团队或一名HACCP负责人，并为其分派职责，施行上述要点。

1.3 HACCP和ISO9000

ISO9000 (EN 29000) 是一部源自工业的质量保证标准。企业的操作、监控结果、出现问题时的纠正措施、结论的记录应符合ISO9000的相关标准。在这方面，HACCP和ISO9000非常相似。ISO9000的一个关键方面是定期校准测量和测试设备。由于温度是HACCP的关键控制点之一，温度测量仪器也必须定期校准。鉴于HACCP和ISO9000不互相排斥，而是完美的相补，因此在美国实施了一个合并概念，称为HACCP 9000。

1.4 将HACCP理论应用到油炸炉中

应用HACCP理论的目的是通过合适的文件，增加食品生产商和加工商工作流程得以优化的可能性，因此节省成本和为顾客提供最优的质量。应用在油炸炉领域，这意味着，对于使用的食用油，应将其质量记录在案，验证其相关的生产过程和存储质量。关于食用油的使用，对其进行合理的测量，可以使其得到有效的使用，即使用时间既不太短也不太长。

2. 脂肪和油的基本原理

2.1 油的生产 and 提纯

榨油有着历史非常悠久的传统。即使在古代，不同地区也将植物油视作基础产品，例如在营养、化妆、药品和燃料方面。在更早的时期，油的提取方式非常简单。但是，随着时间的推移，榨油工艺得到了持续改进，以期尽可能获得更多的油。

油是从含油种子(例如向日葵种子或亚麻子)或果实(例如橄榄)中提取的。

通常将油脂提炼分为不同的两类工艺：压榨和浸出。在很多情况下，两种工艺均得到使用，以获得最多的基础产品。



向日葵



橄榄

油的提取首先从清洁开始。而后，如有必要，除去含油种子的壳或皮。然后，通过粉碎和研磨，将含油种子和果实捣碎。这样可以确保在随后的压榨过程中获得最大的产量。

在压榨之前，将原材料加热到大约38℃。在此过程中定时搅拌，避免烧焦。加热的好处是使其中含有的油更加液体化，随后可以更容易更有效的压榨出来。

加热过的材料被放入螺旋压榨机中，通过旋转运动，越压越紧。随着压力的增加，新鲜的压榨油缓慢流出。

不是所有的油都能通过压榨而从含油种子中提取出来的，因此在压榨后进行进一步的提取。使用一种溶剂进行萃取(通常为正己烷)，种子的细胞壁在低温下破裂，残留的油便随之萃取出来。

同时，所有有用的脂溶性成分(例如维生素E)也从细胞中浸出。

提取之后，通过蒸发作用将溶剂从油中完全除去。

油生产的最后一个步骤是油的“精炼”(提纯)。由此，在温度不超过200℃的条件下，在不同的步骤中，将令人不悦的气味和其中附带的成分从油中除去。通过除去从环境中进入油的有害物质、小纤维和颜色，并通过将其固有气味极度稀释，可以改善油保存性，改进油的外观。在某些情况下，只有将油精炼过后，油才可以食用。例如大豆油就是如此。这种油含有一些苦味化合物，因此在精炼之前不能食用。

然而，精炼这一步骤不会减少油中对人体有益的成分，诸如不饱和脂肪酸和维生素E，它们仍然保留在油中。

但是，存在例外情况，即某些油不可进行精炼。例如，冷榨的橄榄油就是如此，按照欧盟指令，不得将橄榄油精炼。“在零售中，对这些油的描述为冷榨或冷碎”，这意味着在压榨过程中没有“施加外来的热量”。这一方法中使用了非常温和的压榨，但是油的产量并不大。冷榨油只经过清洗，干燥，过滤和稍稍蒸煮。这一过程没有将从橄榄果实带到油中的残留物去除。因此，对于冷榨油而言，特别重要的是仔细选择橄榄果实，以避免各种健康风险。未经提纯的油被称为“初炼油”⁶。

脂肪和油的基本原理

2.2 从化学上来讲，脂肪和油是什么？

脂肪和脂肪油*(也称为油脂)是液态或固态的不溶于水的物质。在20 的温度以下仍保持液态的脂肪通常被称为油。

2.2.1 甘油三酸酯

所有的油脂，无论是动物油脂还是植物油脂，无论是液态还是固态，都有着同样的结构。脂肪分子都含有一个甘油(醇)。这形成了脂肪分子的骨干。三个脂肪酸(碳氢分子链)连接到丙三醇分子上。因此，脂肪的化学形式为甘油三酸酯。其中“三”代表所附带的三个脂肪酸，“甘油酯”代表连接到脂肪酸的甘油。

通常，所有的天然脂肪有着不同的脂肪酸连接到甘油上。它们也被称为混合甘油三酸酯。

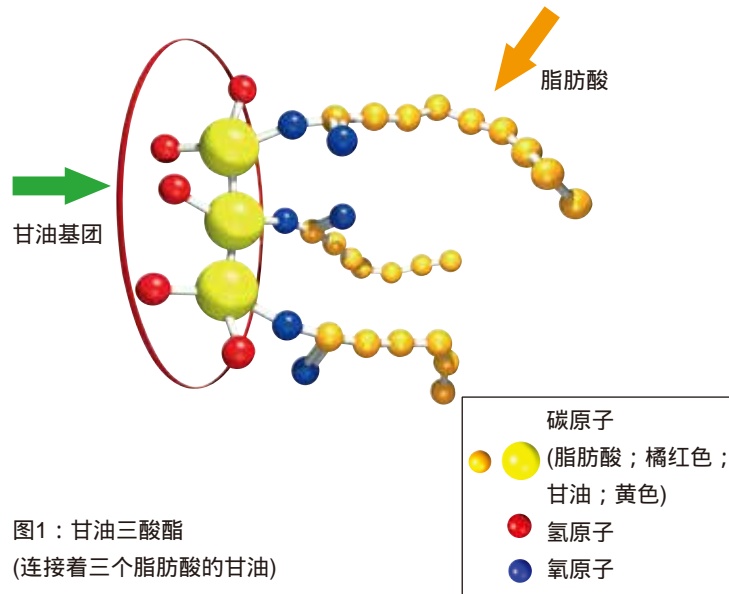


图1：甘油三酸酯
(连接着三个脂肪酸的甘油)

* 为了简单起见，下文中的“脂肪”一词用作通称。

脂肪和油的基本原理

2.2.2 脂肪酸

脂肪酸含有一列排成列的碳原子(C)链，其上连接有氢原子(H)。天然脂肪酸通常含有数量为偶数的碳原子(C)，因为碳链结合成C-C单位。脂肪酸按照其碳链长短(短、中、长)、它们的饱和度(饱和、不饱和)和双键的位置(例如位于第9和第10碳原子之间)分类。

饱和脂肪酸⁷

碳链上的连接了碳链所能承载的最大数量的氢原子，则将碳链称为“饱和”(图2)。这些碳链中，所有四个化合价(碳原子的“手臂”)均“饱和”了。饱和脂肪酸是“饱和的、惰性的”，因此非常稳定。在用途方面，意味着它们可以承受高温，可以存放很长时间⁸。最普通的一种饱和脂肪酸是带有18个碳原子的硬脂酸。

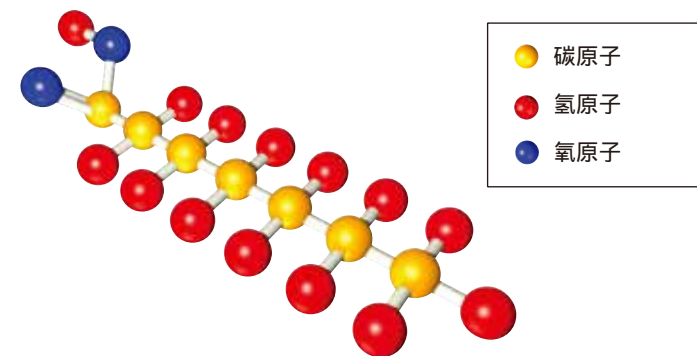


图2：饱和脂肪酸

两个碳原子(C-C)之间的单键可以自由旋转。因此脂肪酸分子的移动性极强，脂肪酸的碳链自动排列成直线，减小所占空间。则含有大量饱和脂肪酸的油脂在室温下是固体。由于饱和脂肪酸的惰性，油炸工艺常采用饱和脂肪酸含量高的的油脂

脂肪和油的基本原理

不饱和脂肪酸⁸

不饱和脂肪酸分为单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸。

单不饱和脂肪酸缺少两个氢原子，即意味着有两个自由键，并在两个碳原子之间形成第二键(称为“双键”)。最普通的单不饱和脂肪酸是油酸。它源自硬脂酸，也有18个碳原子。

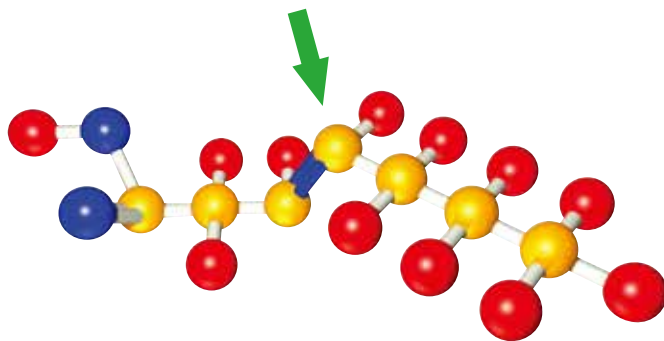


图3：单不饱和脂肪酸

多不饱和脂肪酸缺少少数对氢原子。多不饱和脂肪酸的一个例子是亚油酸，它有着18个碳原子和两个双键。

双键越多，脂肪酸越不饱和，反应活性越强。

不饱和脂肪酸在营养学上有着特殊的作用。人体自身不能合成多不饱和脂肪酸(例如亚油酸和亚麻酸)，但是人体需要它们，例如用来构筑细胞。出于同样的原因，动物脂肪中这些重要脂肪酸的含量相对较少。而另一方面，植物油(例如葵花子油)含有大量的不饱和脂肪酸。

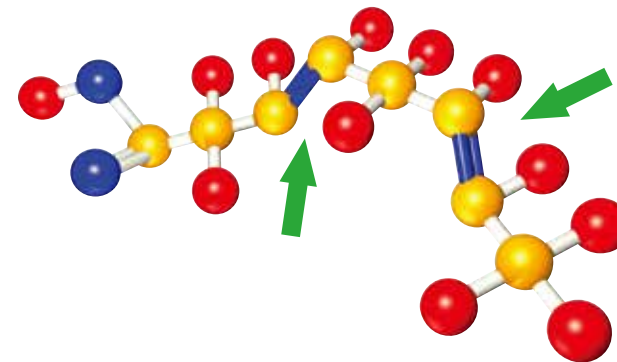


图4：多不饱和脂肪酸

与含有大量饱和脂肪酸的油脂相比，含有大量单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的油脂的熔化范围较低，即它们在室温下是呈液态的。

一般而言，碳链越长，双键越多，则脂肪呈液态时的温度越低。^{10、11、12}与饱和脂肪酸相比，含有较高比例单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸的油脂更易老化，因此不适用于油炸。但是，从健康角度而言，建议使用不饱和脂肪酸比例尽可能高的食用油。现代食用油含有高比例的有益脂肪酸，并经过改性，使之在高温下仍然能保持稳定。

脂肪和油的基本原理

反式脂肪酸

另一种形式的饱和脂肪酸是反式脂肪酸。它们的双键有着特殊的空间结构，在化学领域被称为反式(图6)，与顺式相对(图5)。

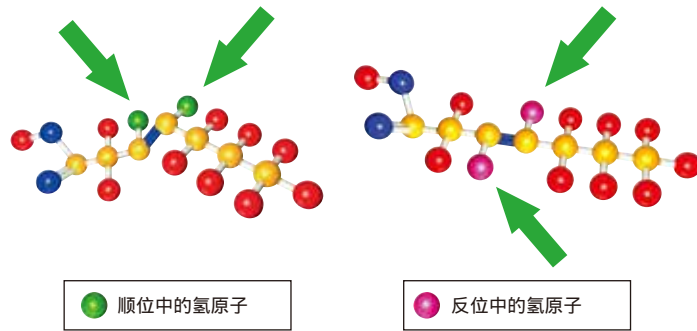


图5：顺式脂肪酸

图6：反式脂肪酸

在顺式脂肪酸中，两个氢原子(如图中绿色所示)在同侧，在本例中位在上部。

而另一方面，在反式脂肪酸中，两个氢原子(如图中粉红色所示)在相反的位置。

反式脂肪酸主要发现于动物源的营养性脂肪中。例如，可以由反刍动物消化道中微生物将天然顺式脂肪酸进行转化，从而形成反式脂肪酸，然后进入它们的奶或肉中。

在植物脂肪中，反式脂肪酸主要是在硬化过程的中间阶段产生的。在所谓的半硬化脂肪中，反式脂肪酸的比例显著高于完全硬化的脂肪。

在营养学方面，反式脂肪酸与饱和脂肪酸作用相当。两种脂肪酸的共同特点是它们会增加血液中的胆固醇水平，并被怀疑会增大产生心血管疾病的风险。

另一方面，顺式脂肪酸可以降低胆固醇水平，因此，对健康有着有益的影响。

脂肪和油的基本原理

在油炸中，在各种反应的作用下，上述脂肪酸与甘油基团分离。除了生成游离的脂肪酸甘油一酸酯和甘油二酸酯之外，生成的物质中还包括聚甘油三酸酯，或诸如乙醛和酮类之类的氧化降解产物。它们被归入总极性物质一类，所写为TPM，用作测量脂肪的分解率的基准。

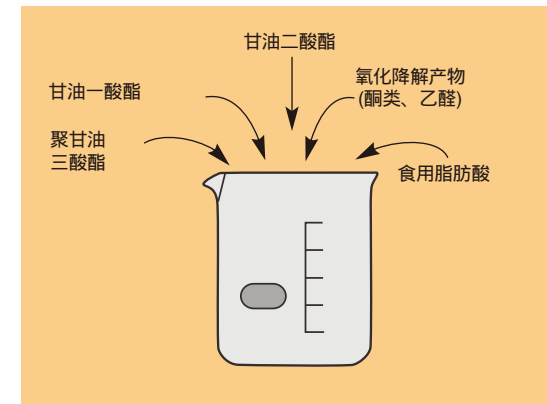


图7：TPM成分

2.3 在油炸时，会发生什么？

2.3.1 油炸过程

油炸主要是一个脱水过程，即水和水溶性物质被从产品中提取出来，并转移到食用油中。同时，被油炸的产品吸收周围的脂肪。

如果将需要油炸的产品放入热油中，则其表面上的水会蒸发，水从被油炸的产品的内部移动到外层，以补充表面丧失的水分。由于所释放的水分不会立即从食物的亲水表面转移到疏水的食用油中，因此会在食用油和被油炸的产品之间形成一层蒸汽层。

脂肪和油的基本原理

这个现象稳定了食物表面，即它保护食物表面免于被油脂渗透，直至食物中的水分全部蒸发。同时，蒸汽层保护食物免于烧焦。

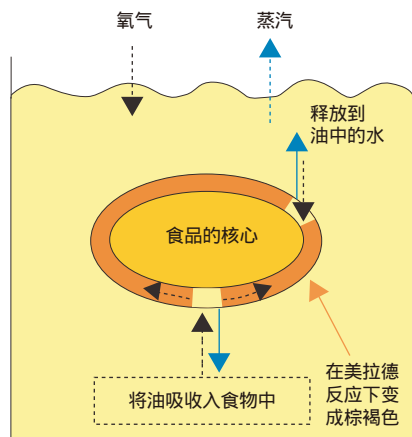


图8：在油炸过程中，被油炸的产品和油之间的反应¹³

在蒸汽的保护下，被油炸的产品表面形成一个布满为数众多的微孔和孔洞的硬皮。

一旦大部分水分蒸发完，被油炸的产品即将油脂吸收入空出的孔洞中，因而食物的内部也得到烹饪。

	脂肪含量百分比	
	产品原料	油炸食物
鸡肉(去皮)	3.9	9.9
脆饼	0.1	39.8
土豆片	0.1	13.2
炸面包圈	5.2	21.9

表1：在油炸过程中，不同食物的油脂吸收情况¹⁴

脂肪和油的基本原理

食物表面的冷却效应逐步减少。由此造成的温度升高引起所谓的“美拉德反应”。蛋白质成分(氨基酸)与其中存在的糖类发生反应，从而使食物变成棕褐色。这使食物有了诱人的香味。¹⁵

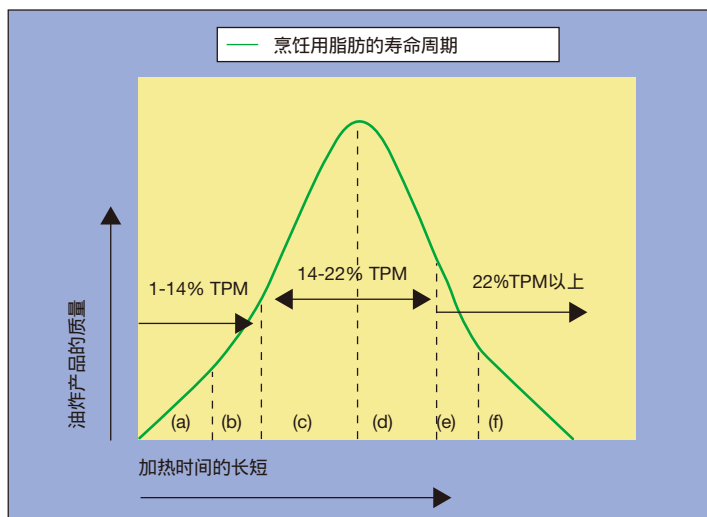
2.3.2 油脂的使用周期

由于食用油的成分和各种的外部影响，在油炸周期(从加入新鲜脂肪到抛弃老化脂肪)中，食用油始终处在化学反应中。

食用油的条件可以被区分呈各种不同的阶段，这些阶段贯穿了一个循环(参见图9)。

第一阶段(a)从未使用的新鲜食用油开始。油脂尚未经过加热，也尚未与用以油炸的食物发生接触，仍然保持其新鲜状态，因此尚不存在油炸香味或极性物质。只有当油脂的老化程度上升时，才会产生这些油炸香味或极性物质。在被油炸的产品中，水的蒸发极为缓慢，并仍然会在产品表面保留很长一段时间。因此产品被过度烹饪变成泥状，但是几乎不会变色。

在阶段(b)中，极性物质的比例上升。油脂与空气中的氧气接触，并被加热，引起油脂分解，产生了一系列我们想要的化学键，这些键是绝大多数典型和诱人的油炸香味的来源。典型的由油炸产生的油炸调味物质和芳香化合物使油脂进一步进入最佳的油炸范围(c)。在此，理想体积的水被萃取出来，没有太多的水溢出。同时，随着水的萃取作用的加深，导致美拉德反应加速。现在，油脂已经接触了足够长的时间，以使产品完全变成棕褐色，并赋予其典型的、期望的口味。

图9：食用油的使用周期¹⁶

在食用油的使用周期曲线图中，曲线由最佳点快速滑落下来。油脂中产生化学键，这些化学键导致食用油的品质劣化(阶段(d))。同时，这意味着在油炸产品的劣化。

随着分解的进行，油脂的颜色变得越来越深，腐臭味越来越大，质构也越来越粘。在这个阶段，由于极性物质的比例极高，被油炸的产品中的水分被快速除去，因此产品吸收更大量的油脂。举例而言，薯片变得中空。水从油脂中流失的速度越快，油脂与被油炸的产品的接触时间越长，增加了渗透到油炸产品中的油脂的量。

在最后阶段(e)，食用油不再适合使用，因此，应予以更换，或加入新鲜食用油。¹⁷

考虑到其他因素，此处所描述的曲线图可归因于由空气中的氧气、光和热的作用所引发的各种不同的反应。

不饱和脂肪酸在这些反应中起到了重要的作用，因为双键可以极快的发生反应。

其主要有三种反应，下文将更详细的进行说明。

2.3.3 脂肪的反应

氧化

氧化引起油脂的老化，这是因为空气中的氧气的转移而造成的。

在食用油被加热之前，氧化反应就已经在发生了。温度每升高10℃，氧化率加倍。^{**} 例如，如果在室温下(25℃)形成两个基团，则在55℃下会形成16个基团，在155℃下会形成16,384个基团。对于油脂而言，这意味着出现更多的基团，油脂更快的分解成不同化合物，换句话说，就是油脂更快老化。除了温度之外，光照也对分解有着显著的影响。除了其他条件之外，自然光中含有的紫外线(UV)也为引发氧化反应创造理想的条件。

油脂是可以发生氧化的有机物质，实际上，油脂的脂肪酸中含有的双键越多，油脂越容易被氧化。例如，由于冷榨的橄榄油含有大量的不饱和脂肪酸，因此在室温下，其货架期仅为大约六个月。

氧化除了产生带有浓郁味道的分解产物(诸如脂肪酸)之外，也会生成甘油一酸酯和甘油二酸酯。

在油炸过程中，水从油炸产品中蒸发，油炸产品外部形成硬壳。这就防止了油脂渗透产品中过深。过了一段时间后，大部分水分蒸发完毕，硬壳的冷却效应停止。现在，在高温的作用下，油炸产品变色成期望的棕褐色的过程开始了。

随着油脂中极性物质比例的上升，水可以更快更容易的从油脂中蒸发而出。因与蒸发有关，硬壳的形成速度变得更慢，但是同时，由于产品的外层无法再进行有效的冷却，因此棕色化的速率加快。如果是薯片，这就表示它们变得中空。若油脂中含有较高比例的极性物质，则由于蒸发更快，更多的油脂可以渗透到产品中。

氧化反应的分解过程分为几个阶段。

“诱导期”引发氧化反应。产品在诸如光、热或重金属(铜、铁)等的作用下发生的氧化反应包括了自由基(R^* ， R = 脂肪酸基团)，自由基与空气中的氧气(O_2)发生反应，形成与氧结合的基团(ROO^*)。

^{**}这仅仅是估计。实际的速率可能与图中的不同。

脂肪和油的基本原理

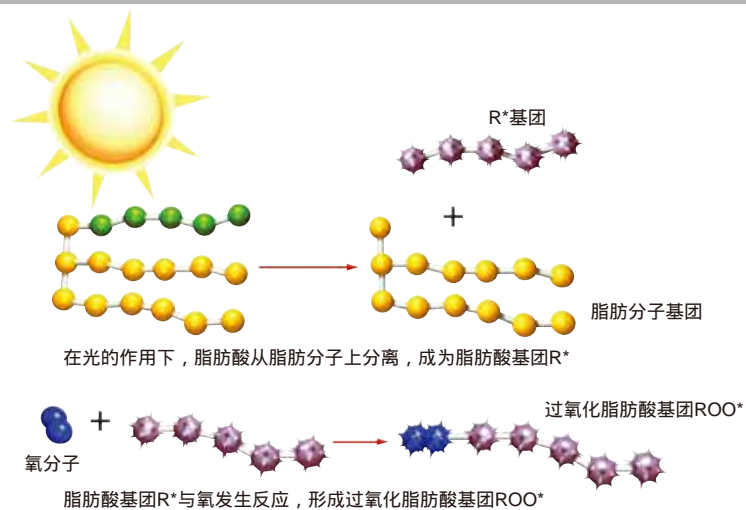


图10：诱导期

在链增长阶段，过氧化脂肪酸基团ROO*从另一个脂肪酸处获得一个氢原子H，变成过氧化脂肪酸分子** (ROOH)。受到破坏的脂肪酸因而变成一个新的基团，随之与存在的氧气发生反应。

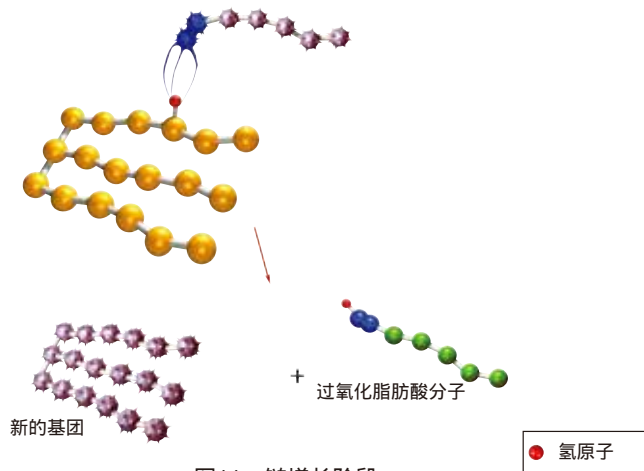


图11：链增长阶段

注：基团用星号*表示。

**过氧化氢(H₂O₂)是一种强氧化剂，在大量稀释后用于诸如漂白头发之类的用途。

脂肪和油的基本原理

不稳定的过氧化脂肪酸分子(ROOH)大量的分解成各种不同的基团产物(RO*和*OH)，与存在的氧气反应，或与周围成键的脂肪酸发生反应(链支化反应)。

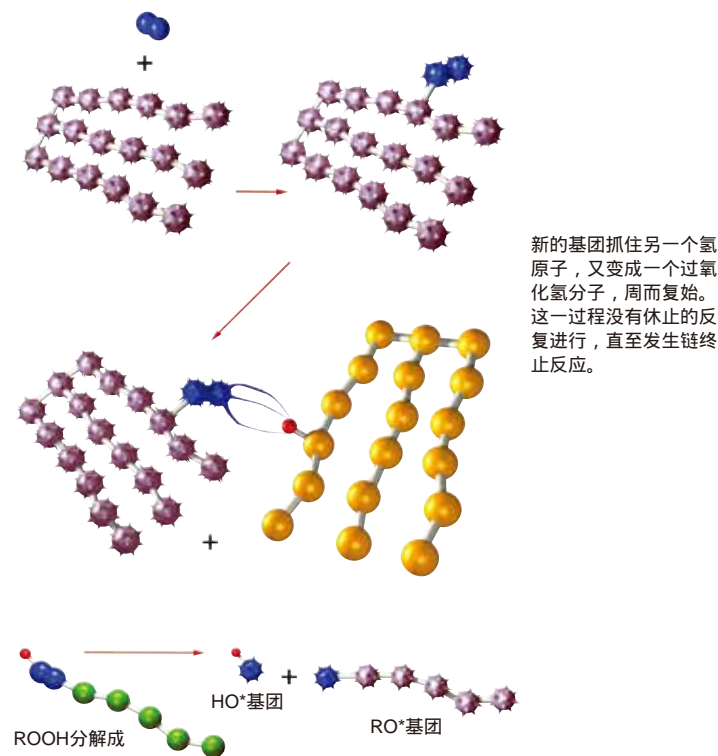


图12：链支化反应

形成的基团越多，基团相互碰撞的概率越高。当两基团相碰撞时，两个自由基形成价键，发生链终止反应。此时基团被“捕获”了，不能再捕捉氢原子了。

脂肪和油的基本原理

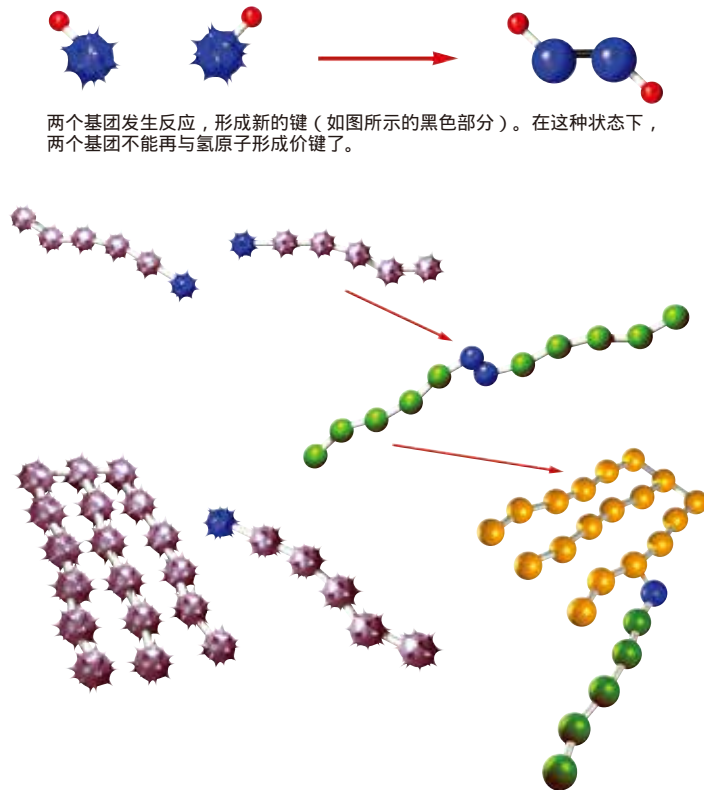


图13：链终止反应

诸如维生素E或维生素C之类的物质(抗氧化剂)捕捉基团的过程与其相同。它们像“磁铁”一样吸引基团，并通过捕捉基团，来防止或延迟链反应的发生。当捕捉到基团时，抗氧化剂自行反应。

脂肪和油的基本原理

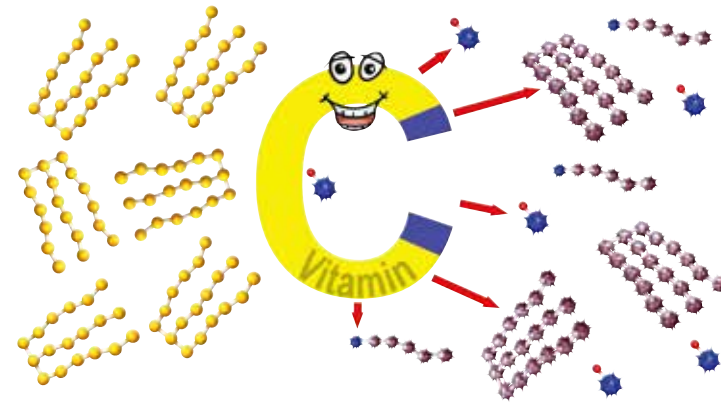


图14：基团捕捉物质的作用

聚合

这是存在于不饱和脂肪酸的食用油中的化学反应，在热、重金属(铜、铁)或光的影响下，通过断开多重键发生反应，形成最初的二聚物(两个连接在一起的分子)，然后是多聚(大量连接在一起的分子)甘油三酸酯。随着分子聚合成链，油变得更加粘稠。因此造成水更难从油中蒸发出来，即意味着如同新鲜油脂一样，热量不能很好的进入食物中，棕褐化反应无法发生，食物变干卷缩。

同时，当把食物放入油炸炉时，油脂更倾向于粘在食物上，这又反过来引起油炸炉中的油脂比新鲜油脂更快的流失。

随着聚合反应的进行，油脂中的挥发性物质减少。因此，老化的油脂散发出的烟较少。

除了颜色变化之外，聚合物含量较高的食用油有着形成高度微细孔隙泡沫的特点。

与氧化反应一样，第一步是诱导。在光、热或重金属(铜、铁)的作用下，产生一个基团(R^*)。但是，其不是与氧气发生反应，而是基团破坏一个构成油脂分子的脂肪酸的双键。反应过后，整个油脂分子变成一个基团。

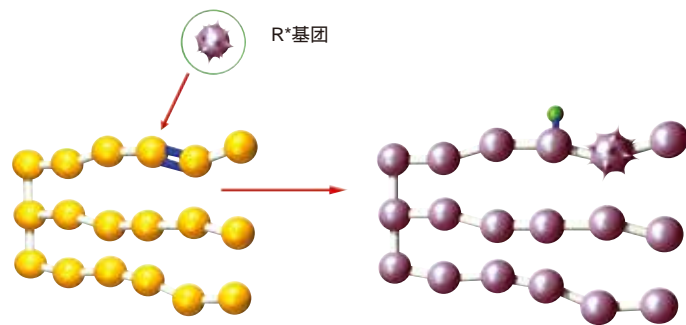


图15：聚合的初始阶段

如果一个油脂分子基团破坏另一个含有双键的油脂分子，则双键断开，油脂分子基团自己连接上去。在这个第一步骤中，产生了两个油脂分子组成的链，这条链可以随着聚合的进行而增长，形成一条成千上万个油脂分子构成的链(聚合物)。

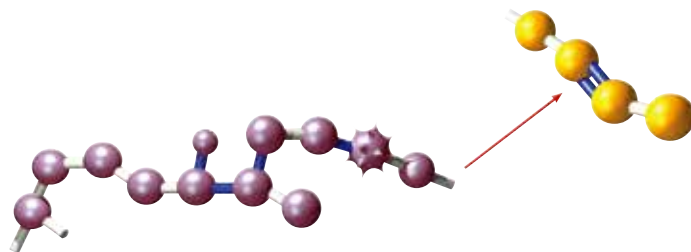


图16：链的成长

如果这些油脂分子基团中其中两个基团发生碰撞，则链反应被终止。两个基团键合（绿色），不再破坏其他油脂分子。

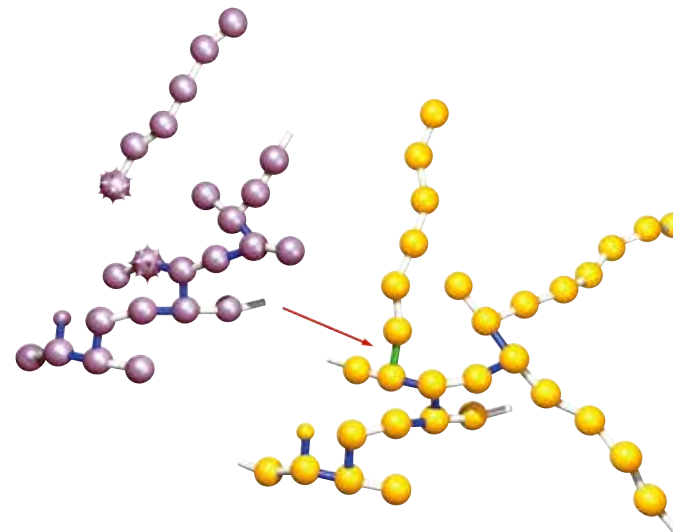


图17：链终止反应

某些时候，可能出现油脂基团破坏其自身某个脂肪酸的双键。这造成分子内形成封闭的环。此类反应的产物称为“环内键”。

水解

水解主要是由于被油炸的产品中的水的渗透而引发的，并受到某些特定物质(例如发酵粉)的促进。

水解是在专业文献的讨论中备受争议的主题。在有关水的渗透是否会对油脂产生积极效果，研究人员存在着不同的观点。例如，众所周知，蒸发的水会从油脂中萃取一定程度的挥发性分解产物，诸如短链的脂肪酸或醇类，因此可提纯油脂并使其保持稳定。

所含有的水(H₂O)在食用油脂时，在甘油一酸酯、甘油二酸酯和游离脂肪酸蒸发之后才蒸发。

在水解反应中，水破坏甘油与脂肪酸之间的键，然后破裂成两部分。其中一部分(一个氢原子，红色)连接到甘油基团上，剩下的第二部分(OH基团，蓝色/青绿色)连接到脂肪酸基团上。

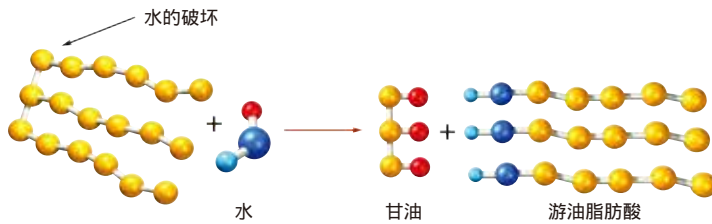


图18：水解反应

油脂分子的分解导致油脂烟点的降低，由于分子变化，油脂的口感有了变化。

如果油炸产品中的发酵粉(碱)通过油炸过程进入油脂中，则从脂肪酸形成皂。这是为什么水解也被称为“皂化”。发酵粉中的一个组分是钠。如果发酵粉与脂肪酸发生反应，会生成非常少量的絮状皂。

3. 技术背景知识

3.1 究竟为什么要测量

由于上述反应，在油脂中产生了各种分解产物。它们被归类于“总极性物质”这一总称之下。总极性物质是游离脂肪酸、甘油一酸酯、甘油二酸酯和很多氧化产物(醛类或酮类)的通称。

“总极性物质”(简称为TPM)不仅仅影响油脂的稳定性、风味和外观，而且影响其油炸产品的品质。在失去效用的食用油中油炸的产品很快会形成一个暗色的硬壳，同时会吸收大量的油脂。在含有较高极性物质的油脂中，水可以通过油脂更快速的逸出，产品更快变干。举例而言，薯片变得中空。水分的快速流失导致蒸汽保护罩也消失了，即意味着油脂与食物表面的接触时间更长了。这样带来的后果是更多的油脂渗透到油炸产品的内部，同时食物表面也在更高的温度下油炸更长的时间，因此，棕褐色化的比率更大。

试验显示，除了其他影响之外，已分解的油脂会引起严重的胃痛和消化问题。¹⁸

几乎所有的食品法都禁止销售任何不适合消费的食品。这其中包括所有消费者无法接受的食物，或会引起恶心反胃的食物。根据食品化学专家工作组(ALS, 德国联邦健康公报2/91)的意见，含有超过24%TPM的食用油(在德国)被视作失去效用，即不能使用。违反此规定时均将给与处罚。¹⁹

检测TPM的另一积极方面是通过检测可将食用油调整到最佳油炸范围。正如在第2.3.2节——食用油的使用周期中所述的那样，油脂在其整个使用期内发生变化。当油脂第一次使用时，不含有任何调味和芳香成分。当油脂第一次加热时，这些芳香物质被显著的释放出来，油脂达到其最佳油炸范围。这是油炸产品达到最佳脆度和风味的范围。随着加热的继续，油脂越来越多的裂解，便不能食用。最佳油炸范围的极性物质比例为大约14%到20%。通过定期测量，可以通过将老化油与新鲜油混合，而其保持这一最佳范围，客户得以获得均一的风味和脆度。

松脆度保持高度一致的质量。

极性物质百分比	油脂老化分类
TPM含量少于1-14%	新鲜的食用油
TPM含量14-18%	稍经使用
TPM含量18-22%	使用过,但仍没有问题
TPM含量22-24%	使用程度很深,需要更换食用油
TPM含量超过24%*	失去效用的食用油

*这一数值取决于国家规定。按照国家的不同,这一数值在24%到30%TPM之间变化。

表2: 脂肪老化的TPM值分类

在这点上,必须指出新鲜的食用油的TPM值随着油的种类的不同而不同。例如,菜籽油在开始阶段的TPM值比棕榈油高。这是因为脂肪酸的成分不同。但是,这并不意味着菜子油是一种较差的食用油。相反的,菜子油的货架寿命实际上比初始TPM值较低的油的货架寿命更长(图22)。

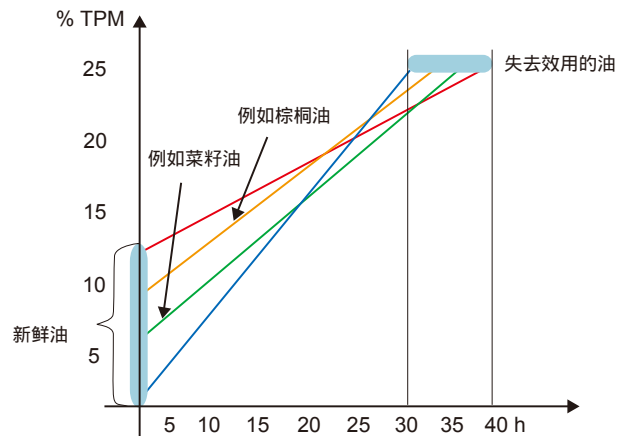


图19: 初始/最终数值与使用时间的函数

此处给出的初始值和使用时间只是处于图示目的而举的例子。

3.2 各种测量方法

除了测量TPM值的柱色谱法和电容法之外,下文中还略述了测定游离脂肪酸(简称FFA)的方法。在很多国家,它们是测定油脂的老化阶段的官方方法,尽管这只有有限程度的确定性。

3.2.1 测定极性物质的柱色谱法

柱色谱法测量油脂中所含的极性物质(游离脂肪酸、甘油一酸酯和甘油二酸酯)。它们是油脂的热氧化分解的度量值,用作实验室中化学试验的官方测量单位。在很多国家,柱色谱法是测量极性物质的官方方法。总极性物质含量被规定为%TPM,或者在某些情况下为TPC(“总极性化合物或成分”)。在德国,分解的极限值被设定在24%TPM,但是不同国家的极限值会有所不同(参见表3)。

国别	TPM值, 以百分比表示
德国	24
瑞士	25-27
奥地利	25-27
比利时	25-26
西班牙	25
法国	24
希腊	24
南非	25
匈牙利	20

表3: 各国推荐的TPM标准

工作原理:

将一份已知重量的样品放置入测量柱的填充剂上。样品沿着柱子缓慢移动，自底部流出。

随着样品在柱子中移动，其中存在的极性物质被柱子中的填充剂截留下来，这样，收集器中只会含有油脂中的非极性成分。

一旦整份样品穿过了柱子，可以称量残留的油脂，因而可测定油脂中的非极性物质的含量。用总重量减去非极性物质的量，就得到了样品中所含的极性物质的量。

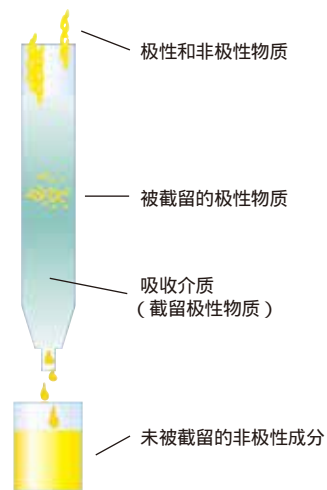


图20：柱色谱法

在很多国家，柱色谱法是测量TPM的法定方法。因此，这一方法被用作所有用于测量TPM含量的仪器的参比方法。

但是，柱色谱法的一个主要缺点在于它在有关处理危险化学药品的实施方面和测量步骤的复杂性。其专业知识是绝对必须的，因此外行很难掌握它。

柱色谱法的另一个主要缺点是在使用某些不同种类的填充剂的时，结果会不同。

色谱法按照极性分离物质。正如上文曾经提及过的，非极性液滴穿过色谱柱，而极性颗粒被截留。食用油含有极性物质的混合物，从相对无极性的物质到极性很强的物质都有。极性和非极性组分含量的巨大差异意味着不同实验室对同一种油脂样品进行测量，可能得出不同的结果。

3.2.2 “总极性物质”的电容法

除了柱色谱法之外，电容法是另一种测量总极性物质的方法。它基于对介电常数的测量。

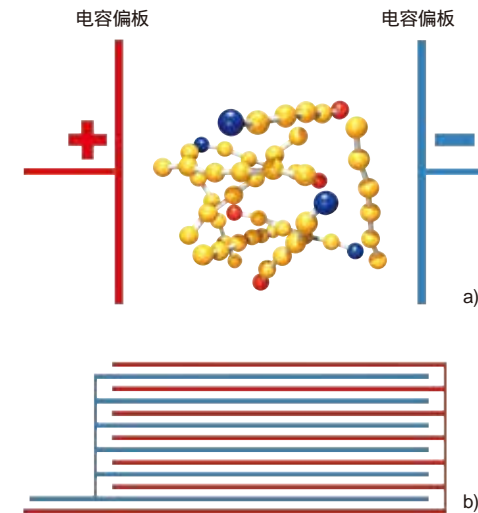


图21：a) 电容器图示 b) 油传感器的技术设计

为此目的，在电容器的两块板(如图所示的红色和蓝色部分)上施加电压。对电容器偏板充电，直至达到一定量的电荷。随着电荷的增加，油脂中的极性物质逐渐自我排列。红色部分，即极性物质的正极端朝向蓝色的负极板；蓝色部分，即负极端朝向红色的正极板。

一旦电容器充电完毕，就具有了一定的电容。这与电介质有关，在本例中电介质就是油。食用油中所含的极性物质越多，电容器的电容就越大。这一电容的变化被转换并显示在testo 265食用油品质检测仪的显示屏上，例如显示为TPM含量的百分比。

3.2.3 测量游离脂肪酸的检测试纸

游离脂肪酸是某种脂肪在室温下暴露于空气中的氧气中(酸败)的变化或水解的度量值。因此，通过测量游离脂肪酸的含量来测定未经使用(即未被加热过)的油脂的老化程度是合适的。但是，有某些国家使用游离脂肪酸作为测定油脂老化程度的一项官方方法。只有在带有一定的限制条件下，这才是正确的，因为在油炸期间，脂肪酸含量会持续变化，使得无法获得一个稳定的读数。

工作原理：

可以测量未经加热的油脂中的游离脂肪酸，例如用检测试纸。
检测试纸上涂抹了指示剂，指示剂按照游离脂肪酸的含量改变颜色。



图22：使用检测试纸，测量游离脂肪酸

然后，通过将合适的色标进行比对，可以测定游离脂肪酸的含量。

注意

只有当油脂尚未被加热时，才能检测游离脂肪酸的含量。如果油脂是热的，则蒸发的水份会从油脂中带走挥发性的分解产物。游离脂肪酸是这类分解产物中的一种，因此含量会发生很大变化。

因此，不建议只通过测量游离脂肪酸，来测定已加热油脂的分解率。

3.2.4 油的颜色检测

在现场，油的颜色是其新鲜程度的一种质量特征。颜色因油的不同而有所不同。如果新鲜食用油的顏色比预期的顏色深，则需要进一步的测试，例如测量游离脂肪酸。

注意

在食用油中，颜色的变化首先是由油中所含的各种分解产物所引起的，其后是从被油炸的产品中进入油中的成分。例如，如果油炸涂过面包屑的肉類，则油会以比主要用于油炸土豆的油更快得多的速度变深。这一效应应归因于所谓的“美拉德反应”(用其发现者路易斯·美拉德的名字命名)。在强热条件下，肉類中的蛋白质成分(氨基酸)与糖(碳水化合物)发生反应。一方面，这产生增强香味的物质，另一方面，也产生棕褐色物质(蛋白黑素)，导致油炸产品和油的颜色显著加深。

美拉德反应也发生油炸薯片中，但是没有那么剧烈，因为薯片所含蛋白质没有那么多。

因此，油的颜色变深并不一定表示油不可以再使用了。因而颜色检测不得用于检测其分解率。

3.2.5 发烟点的确定

发烟点是被加热的油或脂肪表面生成可见烟的最低温度。

按照地区食品化学专家工作组和德国公共健康部1991年的意见，食用油的发烟点必须至少为170 °C，而且与新鲜食用油的温度差不得超过50 °C，这样油脂才可以被归类为仍然可以使用。

技术背景知识

在油炸之前和油炸期间在食用油中发生各种分解反应会降低发烟点，因此食用油在较低的温度下就会发烟。

应始终使用外部温度计检查发烟点，以获得尽可能准确的发烟点的温度。

注意

发烟点降得越低，发生由油脂引起得火灾的风险越大。

除了上述方法以外，还有一系列其他测量油脂质量的方法，尽管这些方法预期只能应用在实验室里。鉴于文献中经常参考这些方法，因此下文选择了其中最广为人知的几种。

技术背景知识

3.2.6 酸价(AN)

酸价表示需要多少毫克的氢氧化钾(KOH)来中和一克油脂中所含有的游离脂肪酸。

工作原理:

为了测定酸价，将氢氧化钾溶液一滴滴的滴到油脂样品上，直至观察到加入的指示剂变色。酸价不适用于作为唯一的指标来评价食用油的品质。

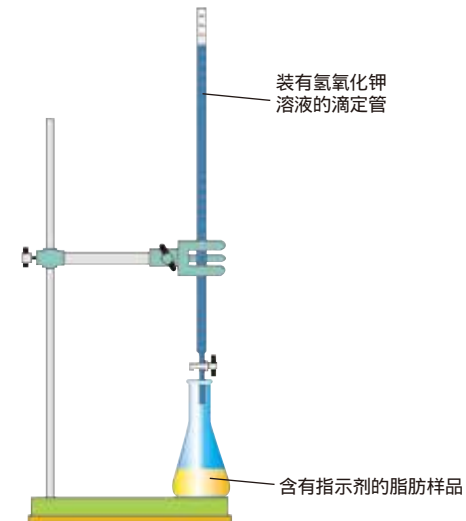


图23：滴定仪

3.2.7 碘价(IN)

碘价表示脂肪可以吸收多少克的碘。吸收的碘的量越多，被测试的油中的双键数量越多，因此油就越新鲜。

碘价通过与酸价类似的滴定方式测定。

3.2.8 过氧化值(PN)

过氧化值的计算是测量新鲜油脂氧化情况的经典试验。但是因为过氧化值会显著波动，因此该试验不会在油脂的分解率方面得出任何直接的数据。

与前两个测量方法相同，PN是通过滴定测量的。由于该试验对热极为敏感，因此用于计算的油必须是冷的。

3.3 testo 270 食用油脂品质检测仪

testo 270首先使用户得以为其客户提供风味出色而油炸完美的食品，其次确保用户符合法定推荐标准。

3.3.1 “总极性物质”参数

正如之前所说明的，TPM可以通过柱色谱法或电容法测定。食用油脂检测仪使用电容测量法的原理。

使用一个平行板电容器。由于其表面积大，因此它有着可以立即测量很多极性物质的优点。

使用陶瓷材料，作为平行板电容器的载体材料，使用特殊工艺，将金箔导体安装到平行板电容器上。

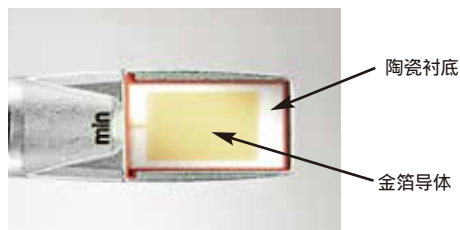


图24：油脂品质测量传感器

3.3.2 温度参数

电介质常数随着温度的变化而变化，因此在陶瓷板的背面安装了一个温度传感器。传感器是由金属制成的，与金箔导体一样，是通过特殊工艺贴到陶瓷板上的。

3.3.3 testo 270 食用油脂品质检测仪概要

testo 270 食用油脂品质检测仪是一种手持式测量仪器，用于食用油分解率的快速检测。

由于是通过电池给与内置式传感器供电的，因而设备可以手持，没有电缆的阻碍。因此，可以快速而简单的检测脂肪的老化程度，无需很长的等待时间。

如果需要检测数个油炸炉中的油的TPM值，可以直接进行检测，而无需等待传感器冷却。我们只建议用厨房用纸巾，将传感器擦拭干净(注意：存在着火风险)，以避免其上存在残留物。

所测得的TPM百分数和温度显示在两行的数字显示器上。因此，在测定油脂老化程度之外，还可以测定温度。



图25：如果超过给定的限值，会出现声音和显示报警。

使用 testo 270 正面的两个功能键，可以设定所需要的极性物质含量的限值。上限和下限值可以分别设定，但是两个值之间必须至少相差1%。菜单导航系统的设定可防止限值在疏忽中被调整。

如果TPM值超过了上限限值，则“ALARM(报警)”一词会出现在显示屏上。



图26 : testo 270食用油脂品质测试仪

这个报警功能得到了显示屏上一个三色LED(绿色、橘红色、红色)的支持。LED按照极性物质含量变化颜色。当含量低于下限值时，LED发出绿色的光，当油脂仍然处于两个设定的限值之间时，LED发出橘红色光。这时，油脂老化程度已经相当高了，可能需要将部分油脂更换成新鲜油脂，以提高油脂的品质。

一旦超过上限，LED发出红色的光，此时，食用油必须立即全部更换。此时，食用油失去效用的程度已经非常高了，以致于更换部分食用油也无法提高其品质。

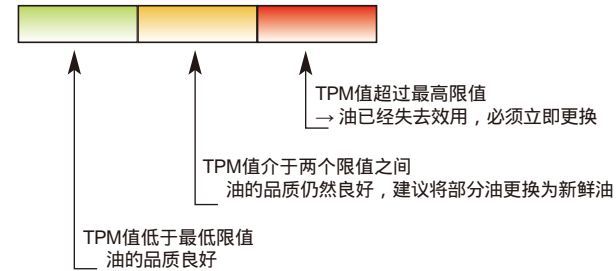


图27 : LED显示

测量食用油时其温度至少为+40 。如果低于这一数值，则显示屏上会闪烁 40 。在这个温度以下，无法完成检测，因为精度误差太大。这同样适用于超过210 的最高限值的情况。在这种情况下，显示屏上闪烁 210 ，此时必须等待，直至温度下降到低于最高测量温度，方可进行测量。



图28 : testo 270可更换传感器

为了保护传感器在存放和测量期间免受可能的刮擦和破坏，传感器中附加了一个保护支架。在测量时无需取下这个支架。



图29：全身防水

仪器自身可受到保护软套(ToopSafe)的保护。它不但保护仪器免受油的污染，而且也免受灰尘和其他杂质的污染。保护软套可以拆下，并可放在洗碗机中清洗。

维护仪器就和维护保护软套一样简单。传感器无需特殊清洁剂来清洗，中性的家用清洁剂或标准家用洗洁精就足够了。清洗时，必须确保不使用边缘尖锐的物体、擦洗剂或粗糙的海绵进行清洁传感器。使用清洁剂后用热水冲洗，而后用厨房用纸巾擦干就可以了(**不得摩擦！存在擦伤仪器的风险！**)重要的是确保传感器上没有油脂残留，这样不会因传感器变粘而导致测试结果不精确。

客户购买食用油品质检测仪，是一笔一次性的投资。除了每年一次的校准和更换电池之外，便没有其他的费用了。使用testo 270的另一个优点是能提高食用油的利用率，节省了开支。

4. 实际应用——操作技巧

4.1 技巧和诀窍

尽管testo 270食用油品质检测仪简便易用，但在测量油脂时，还是有几点应加以考虑。

testo 270可以测量哪些油/食用油？

原则上，可以适用于所有用于油炸的油和脂肪。例如，这其中包括菜籽油、花生油、芝麻油、棕榈油、橄榄油、棉花籽油或花生油。也可以测量来源于动物的脂肪。纯椰子油(取自椰子的新鲜果核)和棕榈籽油(不要与棕榈油相混淆)的初始值可能比较高(参见图28)，但是仍然可进行正确的测量。纯椰子油和棕榈籽油通常用于制造人造奶油，很少用于油炸。

在什么情况下测量会发生错误？

如果发生以下情况，testo 270的测量会不准：

- ... 传感器受到擦伤(也包括肉眼看不见的擦伤)；
- ... 油中存在水；
- ... 使用了添加剂；
- ... 在测量期间，感应油炸炉未关闭。

如何防止错误？

清洁传感器

为了避免擦伤传感器，应使用中性的洗洁精，在热水中清洗传感器，并用厨房用纸巾擦干(不得摩擦！)。当进行清洁时，应确保传感器上没有油脂残余物，否则传感器会变粘，无法保证测试的精确度。

水对测量结果的影响

如果油中还有水，将会显著增大显示读数。如果油脂中仍然有气泡冒出，则其中仍然存在水。如果无法完全确信测量时是否仍有水存在，则我们建议一分钟后重复测量一次。如果读数低于第一次的读数，则油中还存在水，而后需要以五分钟的间隔进行进一步的测量，直至读数恒定。

实际应用 - 操作技巧

添加剂对测量结果有何影响？

testo 270 设计用于纯脂肪/油。在检测含有添加剂和助滤剂的油脂的场合时，特别是含水量较高的油脂时，由于这些制剂中含有某些的物质，会导致误差增大。

使用感应式油炸炉

感应式油炸炉有一个用于产生热量的电磁场。当将传感器进入电磁场时，传感器起到了天线的作用。电子被电磁场所干扰，于是所获得的读数不准确。因此，在测量期间或取样期间必须将感应式油炸炉关闭，以获得准确的测量结果。

带有加热线圈的油炸炉中的温度成绞

使用加热线圈作为热源可引起所谓的“温度成绞”。这导致油脂中出现温度差，因此导致产生不同的测量结果。为了避免这些差异，我们建议首先将仪器在油炸炉中移动，直至温度均衡，然后将仪器保持静止，进行测量。

被油炸的产品对测量结果的影响

当油中还有被油炸产品时，不得进行测量，因为其中含有的水会显著增加测量结果。

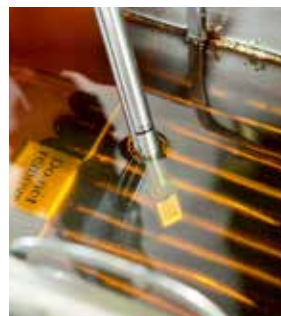


图30：只有在没有油炸产品时，才可能获得正确的测量结果！

实际应用 - 操作技巧

测量所需的最小脂肪高度是多少？

为了获得最佳的测量结果，食用油品质检测仪必须浸入脂肪中至少直至“最小”标记，但是不得超过“最大”标记。油炸炉应按照制造商的技术规范，装入油脂。在开始任何测量之前，应从油炸炉上取下油炸篮，以避免接触。在将食用油品质检测仪浸入油炸炉中间的某处时，也应避免检测仪与油炸炉的内壁发生接触。

什么时候测量完成？

传感器需要一定的时间适应温度。在实践中，响应时间被指定为……Txy时间，例如T90时间。这是测量值到达真实值的90%时所需的时间。如果在将 testo 270 浸入油中时稍稍移动，则其的响应时间小于10秒。

一旦显示屏上的读数不再发生明显的变化，测量即完成。

食用油品质检测仪可以连续进行测量吗？

testo 270可以连续进行几次测量。在各次测量的间隔，我们建议在将传感器放入下一个锅中之前，使用厨房抹布将传感器擦净，避免残余物引起结果出错。进行清洁时，不要用手接触金属管，保护帽或传感器，避免烫伤！

已加热过的食用油再次加热，其TPM数值是否会发生变化？

是的，TPM值会变动数个百分点。原因是已经形成的过氧化脂肪酸，它们具有热不稳定性，一旦重新加热，即会分解。这一反应产生了新的极性物质，引起TPM值进一步增加数个百分点。

过滤过的油和未经过滤的油的TPM是否有变化？TPM值的上升是由什么引起的，为什么经过很长时间加热后，TPM值又会下降？

食用油的老化程度越高，它与水结合和运输水的能力就越强。正如油脂的其他分解产物一样，水本身也有极性，因此也包含在测量范围中。随着老化程度的增加，尽管温度高达175℃，但是水从油脂中蒸发所需的时间越来越长。由此带来的结果是，TPM值会随着油脂的加热而显著升高，并在对热油的重复测量中再次下降。

实际应用 - 操作技巧

通过过滤食用油，将某些分解产物和油炸产品的残余物从油脂中过滤出去。与这些成分相结合的水份也因此从油脂中除去。因而，刚刚经过过滤的油脂中的含水量低于未经过滤的油脂的含水量。

为了测定油脂中是否还有水，我们建议进行数次测量，时间间隔五分钟，期间不要进行油炸。如果每次测量的数值依次下降，则油脂中仍然存在水。应重复测量直至两次连续测量的读数相同，或差异为 2% TPM 或更小。

可以将游离脂肪酸(FFA)与TPM百分数相比较吗？

FFA和TPM在数值上无法进行比较。它们是两个完全不同的检测油脂品质的方法。

在加热过的油脂中，FFA值不是老化程度的度量，因为脂肪酸已经和蒸发的水一起从油脂中除去，其含量波动显著。因此，应测量TPM值，以获得一个有代表性分解率的读数。对于仍然新鲜的油脂，可以使用FFA值测定油脂的老化度。

哪个温度是最佳的控制点，是45–50°C还是175–185°C？

我们建议检测热油，因为油脂的流动性好，测量更快，测量后也容易清洁。如果是在油炸后进行测量，不要忘了测量含水量的试验。

如果测试仪进入油炸炉中过深，超过“最大”标记，会发生什么？传感器是否会损坏？

不会。但是传感器浸入的深度不要超过“最大”标志的五厘米以上。无论如何，外壳不得浸入油脂中，因为外壳不耐热。

实际应用 - 操作技巧

是否有可能将食用油品质检测仪安装到使之能长期在热油中进行测量的位置？测试仪在油中可以停留的最长时间是否有规定？

食用油脂品质检测仪的结构不适用于在热油中长期停留。它的设计结构适用于30秒到五分钟内的短时测量。

在获得最佳油炸效果方面，有什么需要注意的？

以下是获得最佳油炸效果和食用油最长使用期的几点实用的提示：

- 油炸温度不得超过175 °C，因为超过这个温度，丙烯醛形成的速度显著加快。
- 通过testo 270，设定油脂的“最佳油炸点”，以使被油炸的产品获得最佳品质。
- 应计算油炸产品的数量，以便在油炸期间，油温不至于下降过大，油温大幅度下降对油炸产品品质有着不利的影响。
- 如果长期不用，应调低油炸炉的温度，以避免油脂处在加热状态下因而导致的油脂老化过快。
- 油炸结束时，应过滤食用油以除去其中含有的油炸产品残余物和油脂的部分分解产物及其所结合的水。

4.2 应用领域

4.2.1 大型餐饮设施、食堂、大型餐饮企业

如果测量了TPM值，就可以充分利用食用油。油脂可以一直使用到超过国家建议的限值，或者可以通过将部分油脂更换为新鲜油脂，而将其重新设定到最佳油炸范围，因而确保被油炸产品能有稳定的品质。然而，定期的测量也可以排除由于无法将油的品质保持在限值之内而造成的健康风险和罚款。



图31：定期检测确保了食品品质的稳定性

4.2.2 食品监控

由于有了现场监控，食品监控更快捷、更有效率了。对于无法确定是否超过限值的食用油，可以使用testo 270进行检测。因此可以减少正式检测费用，因为现在无须将所有食用油都送回实验室了，而只须将实际超过法定准则，并需要更紧急检测的食用油送到实验室检测。

4.2.3 食品制造商(例如油炸食品、小吃等)

通过设定油脂的最佳TPM值，食品制造商得以为客户提供最佳的风味和品质。

同时，可以减少油脂成本上的消耗。

定期更换油脂，以使油脂品质超过限值的公司通过使用testo 270而节省成本，因为它们可以通过使用食用油品质检测仪，测定油脂分解率的准确值，从而提高食用油的利用率。

4.2.4 大型餐厅、快餐连锁店

对于餐饮业而言，食品的品质特别重要。一顿饭可以决定某位客人是否会成为回头客，或是否会向餐厅推荐给其他人。如果某位客人到某餐厅就餐后，由于食物品质问题而投诉，首先客人不会再到餐厅来，其次餐厅可能会被罚款。

如果定期检查油脂的TPM值，并在合适的时间更换油脂，则可以避免令人不愉快的健康风险和罚款。而且，TPM值也可以被设定到最佳值，从而提高了食物的风味，使客人对食品满意。

4.3 参数的校准

校准是指例如测量一份已知TPM值的油，并将 testo 270 上所显示的值与已知值相比较。在校准证上记录下偏差。按照HACCP/LMHV进行测量需要经过校准的仪器。校准可以由任何经过授权的校准中心实施。



校准章

4.4 量程、精度和分辨率是什么含义？

量程：

量程表示传感器以规定精度进行测量的范围。

例如，食用油品质检测仪的温度量程为+40 到+210 ，误差为与实际温度相差 ± 1.5 。在规定的量程以下，结果可能不精确，因为在室温下，固体脂肪不会融化(只有在接近40 时才开始融化)，而且非常粘稠。测量的上限非常宽松，为210 。出于食品安全原因，油炸产品在油炸期间温度不应超过175 。一旦温度超过或低于量程限值，食用油品质检测仪上的箭头会发亮，测量上限或下限标记会闪烁。

精度

精度表示测量值与真实值的最大可能误差。例如，如果一只油炸炉的实际温度为190 ，传感器测得的温度为191.5 ，则其误差为+1.5 。

以下为显示精度的几种可能的方法：

- 相对读数误差
- 量程最终数值的相对误差
- 绝对误差，例如以体积百分比或ppm(百万分率)为单位

分辨率

分辨率是指显示屏上可以读到的测量的最小数值。精度总是低于分辨率。

示例：

显示值：	150.5	150.53	150.531
分辨率：	0.5	0.01	0.001

数字测量仪器上有着特定的误差，即所谓的数位单元，以下简称数位。数位表示一个数字显示器上的最后一个数字。它可以上下跳动 ± 1 单位。测量仪器的分辨率越低，数字跳动对于测量结果精度的影响就越大。

示例：

显示值：	150	150.5
显示值+1位数	151	150.6
显示值-1位数	149	150.4

4.5 记录

每次测量均包括对记录结果和测量结果的分析(如果适用的话)。记录不是一项强制性规定,但是这是政府将协议视为官方食品管理的部分惯例。在这些情况下,完整和清晰的记录被用于核对。

基于以下原因,我们强烈推荐进行数据记录:

“未记录的内容不存在!”

根据测量的范围和目的,应记录以下所有数据,或者至少是前六个数据。本章节和附件中给出了一份协议范例。

日期和时间

完全必须输入的内容,以使文件和产品可追溯。

联系人

如果有任何疑问,必须有指定的联系人。小公司可用首字缩写。

地点

在回顾中,读数必须可以与其采集点相匹配。在某些情况下,可以附带一份现场的草图或是有关现场固定存在物体的详细描述,例如大门。

测量设备

必须要说明测量设备。这是保证测量精度可追溯和与随后的测试相比较的唯一方法。

备注

任何可能影响读数的不正常效应记录在此。例如,这可以是食用油过热。

实际值

所采集的读数。

额定值

所需温度或TPM值的上限值,例如24% TPM。

额定值与实际值的偏差

如果在数据记录表中记录了实际值与额定值的偏差,则必须采取合适的修正措施。为此,记录数据的人必须得到进行修正的授权,操作人员必须经过专业的培训从而掌握如何修正偏差(操作人员必须熟悉并且可以操作仪器)或如果其无法自行操作,应了解可以到哪里求助。

注意!

存在偏差就必须修正。应检查修正措施是否成功。检查只能由具有经验和授权的人员实施。

清晰明了是出具数据记录表的最关键的一点。

下方数据记录表可以根据附录摘出或修正后建立。

日期	时间	油炸炉						联系人	测量仪器	备注
		1			2					
		额定温度 []	实际温度 []	TPM 值 [%]	额定温度 []	实际温度 []	TPM 值 [%]			

5. testo 270 的技术数据

5.1 量程和精度

特性	值
测量范围	温度 : 40.0 - 200.0°C / 104.0 - 392.0°F TPM : 0- 40%
精度	温度 : ± 1.5°C TPM ² : ±2%(40.0 - 190.0°C / 104 - 374°F)
分辨力	温度 : 0.1°C / 0.1°F TPM : 0.5%
电源	电池 : 2 枚微型电池 (AAA 类型)
电池 (微型 AAA)	IEC 标准名称 : LR03 化学成分 : 锌 - 二氧化锰 (碱性)
电池寿命 (20°C)	约 25 小时连续运行 (相当于 500 次测量), 无背光显示
温度传感器	PTC
TPM 传感器	电容式传感器 (testo)
工作温度	0 - 50°C / 32 - 122°F
环境湿度	0 - 90%相对湿度
贮存/运输温度	-20 - 70°C/-4 - 158°F
显示屏	LCD, 2 行, 背光显示屏

特性	值
重量	255 克
外壳材质	上部 : ABS 下部 : ABS-PC 玻璃纤维 10%
尺寸	约 50 mm x 170 mm x 300 mm (WxHxD)
TPM 响应时间	约 30 秒
防护等级	IP65
质保	12 个月
EC 指令	2014/30/EC

6. 附录

日期	时间	油炸炉						联系人	测量仪器	备注
		1			2					
		额定温度 []	实际温度 []	TPM 值 [%]	额定温度 []	实际温度 []	TPM 值 [%]			

7. 参考文献 (略)

- <http://www.lebensmittel.org/lmhv.htm>. Last status: 02 Sept. 2005.
- http://www.vis-ernaehrung.bayern.de/_de/left/ueberwachung/aufgaben/lmhv_hacccp.htm. Last status: 09 Aug. 2005.
- Aufbau der Fette, p. 18 f; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Raffination>. Last status: 26 Aug. 2005.
- Geschenk der Sonne: Pflanzenöl, p. 18 f, from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- Aufbau der Fette, p. 10; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- Aufbau der Fette, p. 10; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- Aufbau der Fette, p. 11; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- Aufbau der Fette, p. 11; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- <http://www.biorama.ch/biblio/b20gfach/b35bchem/b12lipid/lip010.htm>. Last status: 10 Aug. 2005.
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Fett>. Last status: 10 Aug. 2005.
- <http://www.margarine-institut.de/presse2/index.php3?rubrik=1&id=88>. Last status: 10. Aug. 2005.
- Template for redrawing from: Vorgänge zwischen Frittiergut und Frittierfett während des Frittierens; aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, p. 56, Fig. 1.
- Bertrand Matthäus, Welches Fett und Öl zu welchem Zweck? Merkmale und Spezifikation von Ölen und Fetten (Powerpoint Präsentation), Bundes- anstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Münster.
- aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, p. 56 f.
- Template for redrawing from: Qualität des Frittiergutes in Abhängigkeit von Erhitzungsdauer nach Blumenthal (1991); aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, p. 57, Fig. 2.
- aid Verbraucherdienst, 42. Jahrg., März 1997, p. 57–59.
- Werner Baltes, Lebensmittelchemie (3Berlin/Heidelberg 1992) p. 71.
- <http://www.dgfett.de/material/lebensmittelrecht.pdf>. Last status: 15. Sep. 2005.

概要

记录纸

概要

记录纸
