

人造黄油和起酥油的加工工艺 及其用途

商业部粮食科技情报研究所

一九八四年二月





数据加载失败，请稍后重试！

前 言

本资料选译自《食用油及其用途》一书，主要选了其中人造黄油、起酥油两大内容，根据实用的原则，删去了部分章节。

本资料系统的介绍了油脂的物理、化学性质，从原料加工成人造黄油、起酥油原料油的加工过程及原理；人造黄油、起酥油的加工工艺及其机理；各种添加剂的使用；成品的包装，贮藏及用途。本资料对于人造黄油和起酥油的加工和使用有一定的指导作用，可供工程技术人员参考。

本资料由商业部粮食情报所郑桂军翻译。

本资料在选题时得到商业部科学研究院刘兴信工程师和谢锡怡工程师的指导，承蒙谢锡怡工程师作了技术审校，在此深表感谢！

由于本人专业水平有限，难免有误译之处，希望广大读者批评指正。

译 者

目 录

一、油脂的化学性质和物理性质	1
1. 导言	1
2. 油脂的成份	1
3. 对脂肪性质的评价	5
气-液色层分离法	5
碘值	5
皂化值	6
熔点	6
a. FAC熔点	6
b. 固化点	7
c. Wiley 熔点	7
膨胀测定法	7
固化现象的分析	10
a. 凝固点	10
b. 脂肪冻点	10
c. 冷试验	10
d. 软化点	10
晶体结构	10
热分析	12
a. 冷却曲线	12
b. 加热曲线	13
稠度	13
4. 质量的测定	14
感官评定	14
化学测定	14
a. 过氧化值	14
b. 活氧法	15
c. 氧弹法	15
d. Schaal烘箱法	15
e. 游离脂肪酸	15
f. 烟点	16
色泽	16
二、油脂的基本加工过程	18
1. 引言	18
2. 油的提取	18

压榨.....	19
a. 冷榨	19
b. 热榨	19
溶剂浸出.....	19
3. 脱胶.....	19
4. 精炼.....	20
5. 脱色.....	20
6. 氢化.....	21
7. 脱臭.....	24
8. 分提结晶.....	25
冬化.....	25
硬脂精压滤.....	26
9. 酯交换.....	27
10. 甘酯化.....	27
11. 分子蒸馏.....	28
12. 塑化.....	28
13. 调质.....	29
三、化学添加剂.....	31
1. 乳化剂.....	31
卵磷脂.....	32
甘油单酸脂及其衍生物.....	32
丙二醇酯.....	33
聚甘油酯.....	33
山梨糖醇酐酯和聚山梨酸酯.....	34
蔗糖酯.....	34
乳酸乳化剂.....	34
2. 抗氧化剂.....	34
3. 金属净化剂.....	35
4. 防沫剂.....	35
5. 晶体抑制剂.....	36
6. 保藏剂.....	36
7. 色素.....	37
8. 调味剂.....	37
四、起酥油—导言.....	39
1. 固体起酥油.....	39
2. 流体起酥油.....	42
3. 液体起酥油.....	42
4. 粉状起酥油.....	43
5. 包装.....	43

6. 散装运输.....	45
7. 性能试验.....	45
8. 特性规格的写法.....	46
五、烘焙用起酥油.....	48
1. 导言.....	48
2. 通用起酥油.....	48
未乳化起酥油.....	48
乳化起酥油.....	49
3. 特制烘焙起酥油.....	49
蛋糕起酥油.....	49
a. 标准蛋糕.....	49
b. 干预混粉制蛋糕.....	50
c. 戚风蛋糕.....	51
酵母起发的面团.....	51
a. 连续法面包.....	51
馅饼皮.....	51
苏打饼干.....	52
家常小甜饼.....	52
脱模油.....	52
4. 各种各样的特制起酥油.....	53
奶霜起酥油.....	53
家常小甜饼填料.....	53
六、煎炸油及其用途.....	54
1. 行业煎炸.....	54
深油煎炸.....	54
煎烤.....	57
2. 工业煎炸.....	58
设备.....	58
七、家用起酥油.....	60
1. 固体起酥油.....	60
2. 流体起酥油.....	61
3. 液体起酥油.....	62
4. 烤盘喷油.....	62
八、人造黄油.....	63
1. 统一标准.....	63
2. 加工方法和设备.....	64
3. 餐桌上用的人造黄油.....	65
油的配制.....	65

一、油脂的化学性质和物理性质

1 导 言

油脂是主要的三种食物的一种，其余两种是碳水化合物和蛋白质。因为油脂很容易从原料中分离出来，从古代起，人们就知道食用油脂。从动物上取下来的脂肪组织经蒸煮就释放出飘浮的脂肪。油橄榄和芝麻经压榨就出油。用这些油脂制作食物可给食物增添风味和光滑。

由于油脂非常普通，多数人对它熟悉，导致了一种滑稽的情形。一般的用户，不论是家庭主妇、厨师、面包师或食品制造者，往往对油脂产品的特点没有真正了解。往往有这种情况，在某一情况下选择一种适当的脂肪非常关键，而人们作了不正确的选择，而有时选用哪一种脂肪没有多大关系，但由于人们的偏见或对这一物质没有适当的知识，而选择了一种花钱多的。

多少年来，用于油脂工作的多数术语是由只有实际知识的加工者发明的，甚至早期的化学家对他们的研究领域也不是完全了解。因此，他们把在室温下呈固态的含油物质定为脂肪，在室温下呈液态的叫做油。

将油脂混杂体分成一种相对呈液态和一种相对呈固态的方法使前者叫做油，后者叫做硬脂。这就导致了一种反常的情况。那就是，从牛脂里提炼出来的油份在室温下相当硬固，而从棉籽油里分离出来的硬脂在比室温稍高一点的温度下可以是液态的。

2 油脂的成分

食用油脂是三碳三元醇(甘油)和各种叫脂肪酸的直链一元羧酸结合的酯类。天然脂肪的脂肪酸有4到24个碳原子。除少数例外，一般碳原子数量是偶数，图1显示了甘油、脂肪酸和由它们衍生出来的脂肪的结构。

脂肪酸可以是饱和的、单不饱和的或多不饱和的。饱和脂肪酸在碳链容纳得下的地方都有氢。表1将他们的化学名称、普通名称和来源列入表内。单不饱和脂肪酸少两个氢原子，在两个碳原子连接处各少一个，造成一个碳-碳双键。约定成俗，多不饱和脂肪酸指的是有两个或两个以上双键的脂肪酸。

表2列出了各种不饱和脂肪酸的普通名称、化学名称及来源。最常见的不饱和脂肪酸是油酸、亚油酸和亚麻酸。

自然脂肪酸一般以某种异构形式存在，化学异构体是以两、三种形式出现的化合物，虽然，他们的碳、氢、氧原子数是一样的。不饱和脂肪酸可以在碳链上出现双键的地方产生位置异构体。大多数自然脂肪酸的第一个双键在第九个和第十个碳原子之间。第二个双键在第十二和十三碳原子之间。第三个双键在第十五和第十六个之间。

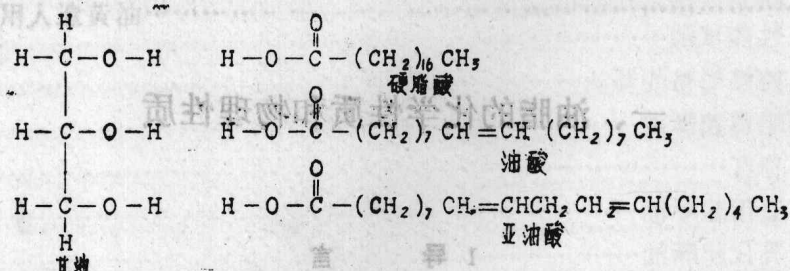


图1 典型的甘油三酸酯的结构式和它们的组成部分。

部分饱和脂肪酸			
普通名称	化学名称	碳原子数	典型来源
Butyric 丁酸	Butanoic	4	牛乳脂
Caproic 己酸	Hexanoic	6	牛乳脂
Caprylic 辛酸	Octanoic	8	椰子油
Capric 癸酸	Decenoic	10	椰子油
Lauric 月桂酸	Dodecanoic	12	椰子油
Myristic 肉豆蔻酸	Tetradecanoic	14	椰子油
Palmitic 棕榈酸	Hexadecanoic	16	大多数油脂
Stearic 硬脂酸	Octadecanoic	18	大多数油脂
Arachidic 花生酸	Eicosanoic	20	花生油
Behenic 山芋酸	Docosanoic	22	花生油
Lignoceric 廿四(烷)酸	Tetracosanoic	24	花生油

表 2

部 分 不 饱 和 脂 肪 酸

普 通 名 称	化 学 名 称	碳原子数	双键数	典 型 来 源
Caproleic 癸稀酸	9-Decenoic	10	1	牛乳脂
Lauroleic 月桂酸	9-Dodecenoic	12	1	牛乳脂
Myristoleic 肉豆蔻脑酸	9-Tetradecenoic	14	1	牛乳脂
Palmitoleic 棕榈油酸	9-Hexadecanoic	16	1	动物脂肪
Oleic 油酸	9-Octadecenoic	18	1	大多数油脂
Linoleic 亚油酸	9,12-Octadecadienoic	18	2	大多数油脂
Linolenic 亚麻酸	9,12,15-Octadecatrenoic	18	3	大豆油
Gadoleic 廿碳稀酸	9-Eicosenoic	20	1	鱼 油
Erucic 芥酸	13-Docosenoic	22	1	菜籽油

另一种异构体是几何异构体，几何异构体的碳链以一定的角度固定在双键的两端，碳链向一个方向弯曲或向相反的方向弯曲。前者叫顺式（cis）（意思是同侧），后者叫反式（trans）（意思是对侧）。图2说明了这些异构形式。

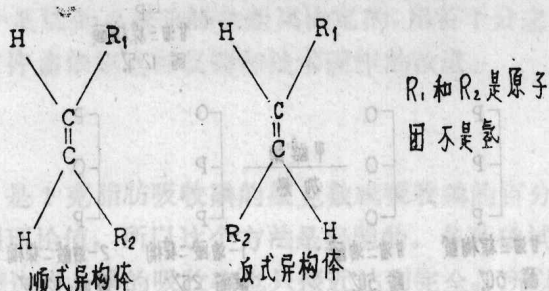


图 2 顺式—反式异构物的结构式

自然酸大多数是顺式。反式异构体一般是由化学反应形成的，如：氢化。链长相同，顺式酸比反式酸的熔点低得多，因此油酸（顺碳十八（碳）烯酸）在16°C熔解。在室温下呈液态，反油酸（Elaidic）（反碳十八（碳）烯酸）的熔点是44°C，在室温下呈固态。脂肪里的反式异构体是用红外线光谱学进行分析的。

碳链的长度对熔点也有影响，熔点随着碳链的增长而升高。有趣的硬是脂酸——饱和18碳酸，在69°C熔解。油酸的熔点与辛酸的熔点接近，前者有18个碳，一个顺式双键，后者有8个饱和碳。反油酸有18个碳和一个反式双键，它与有12碳链的月桂酸的熔点接近。

人们发现自然脂肪里的脂肪酸是络合混合物，在甘油分子上有三个位置可使脂肪酸酯化。各种甘油三酸酯的物理性质是由酸的类型、数量及它们在甘油分子上的分布情况决定的，Norris和Mattil对这点作了简单的说明。它们通过酯交换（interesterification）

使三油精 (triolein) 和三棕榈精 (tripalmitan) 无规则化 (randomized)、然后分析最终产物甘油酯的成份。

图3显示了一种无规则混合物的理论成份, 应当注意这里将在甘油分子上的位1和位2区别开了。甘油三酸酯的性质是由每个脂肪酸所在的位置决定的。这对于巧克力熔点的狭窄性 (sharpness of melting point) 及猪油的晶体结构是至关重要的, 对其他油则不那么要紧。

经过随机酯交换 (randomization), 脂肪混合物的熔点会起变化。含三棕榈精30%和三油精70%的混合物在酯交换前的熔点是136°F、在酯交换后是119°F。

在自然脂肪里也混有许多次要成份, 其中最简单的是甘油一酸酯和甘油二酸酯, 甘油只与一或二个脂肪酸酯化, 而余下的亲水羟基团 (hydrophilic hydroxyl groups) 便游离, 这使甘油单酸酯成为一种重要的乳化剂。

磷脂也是重要的乳化剂, 他们除了其它化学成份外, 是还含有脂肪酸和磷酸的化合物。卵磷脂是一种有二个脂肪酸和一个磷酸的甘油酯与含氮化合物——胆碱 (choline) 结合的产物。脑磷脂 (cephalin) 与乙醇胺 (ethanolamine) 相似, 乙醇胺是代替胆碱的另一种含氮化合物, 肌醇磷脂 (inositol phosphatides) 是肌醇 (inositol)、磷酸、乙醇胺、酒石酸 (tartaric acid) 和糖的化合物。

大豆油的磷脂是由29%卵磷脂, 31%脑磷脂, 和40%肌醇磷脂组成, 他们一般叫卵磷脂。商业卵磷脂主要是从大豆油里制取, 玉米油和蛋黄 (egg yolk) 里也有一些。

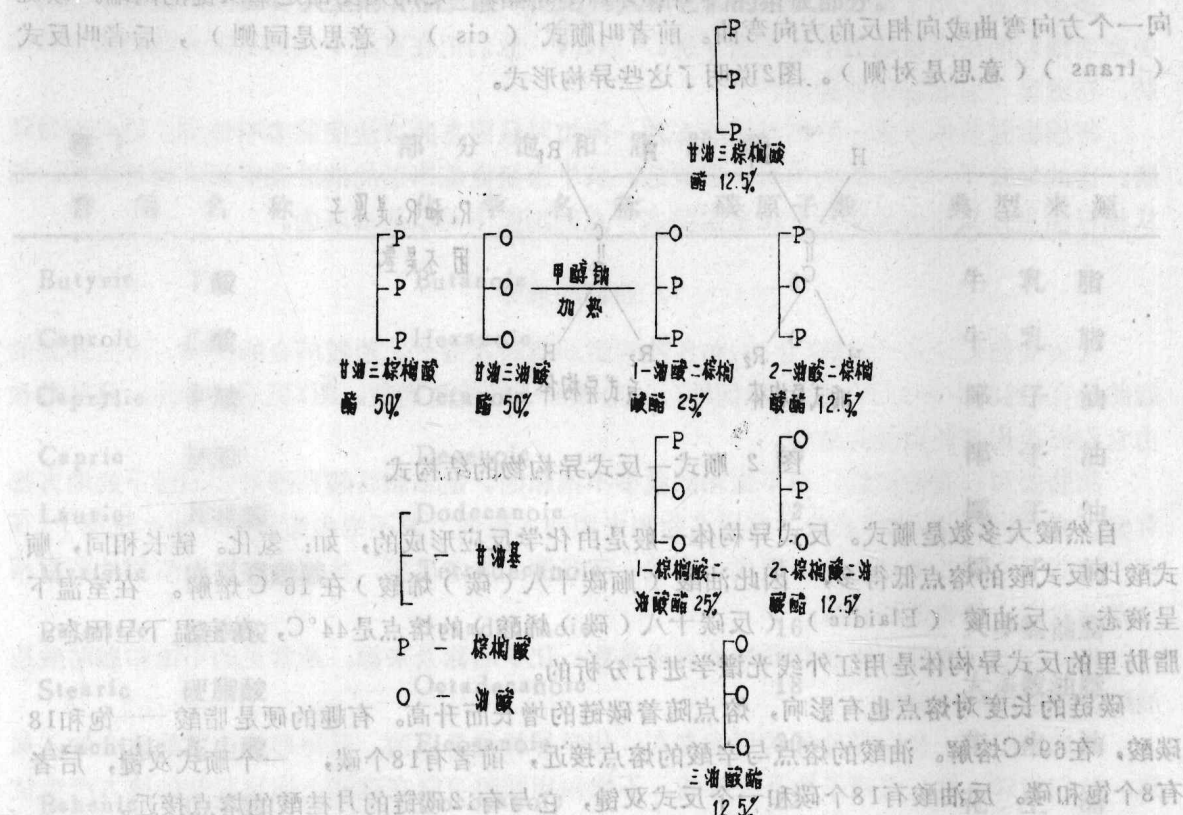


图 3 三棕榈精和三油精的无规则混合物

固醇是络和多环醇, 它们在所有油里, 以不同化合物形式存在。胆固醇只存在动物油内,

植物固醇与胆固醇成分相似，但它与胆固醇的差别足以抑制人体对食物中胆固醇的吸收，固醇可能有乳化剂的作用。乔夫(Joffe)认为蛋黄里的胆固醇有助蛋黄酱乳浊液的形成，虽然人们认为卵磷脂和卵磷酰(Lecithoprotein)是蛋黄中的主要乳化剂。

生育酚(tocopherols)是在植物油里发现的天然抗氧化剂，他们也叫维生素E。他们是一个羟基团和杂环氧的环(状)化合物。生育酚很容易氧化成醌(quinones)，因此，他们天生有抗氧化剂作用。

3. 对脂肪性质的评价

现在已经有大量检测方法应用于评价油脂，这些方法在性质上几乎是以经验为基础的。实际上，油样品是以可再现的方式处理的，结果用数字显示出来，它们只有按检测的定义解释才有意义。有少数几种方法的评价用化学会更精确些，分析化学家在试图扩大精确方法的数量，然而，油脂的性质使这一工作很困难。

气—液色层分离法(Gas—liquid Chromatography)

气—液色层分离法(GLC)是最近发明的用来测定油脂及其有关产品的脂肪酸精确成分的一种方法。这种方法是將脂肪酸从甘油酯变为甲酯，然后，将他们注入GLC仪器的加热槽里，挥发的酯类被一股惰性气体(如氮)携带，通过一个装有多酯或其它吸附物质的管道，其长度为2.5到6呎。在此甲酯的复合物被分离为纯酯依次排列，用一个检测器将各种在惰性气体里的酯的出现记录下来，并发出记录信号，记录仪在移动图上用高峰表示信号，高峰下面的区域与酯的数量有关，高峰的位置决定是什么脂肪酸。这位置是由已知的纯酯通过这个系统时，测量将酯注入这个系统的点到高峰的距离决定的，用若干分之一克的甘油三酸酯可做一个完全的分析，目前有许多依据这种仪器和技术而作的改进。

碘值(Iodine Value)

碘值，也称碘数，是1克脂肪吸收碘的厘克数或吸收碘的百分比(AOCS法Cd1—25)。碘的吸收量不可能达到理论值，所以这个方法是经验的。各种碘试剂含有氯或溴作为加速剂(accelerator)。即使这样，碘的吸收率也只接近达到完全。所以这一测定必须精确，时间要准确，以达到可再现的目的。

碘值基本上与所测的脂肪的双键平均数是一致的。它不能指出双键在脂肪酸中的分布情况，因此，它不能告诉化验员脂肪里有什么脂肪酸。

油脂研究人员现在正普遍采用GLC来取得脂肪酸的组成，从它的组成计算碘值。表3列出的是普通不饱和脂肪酸和甘油酯碘值。

碘值方法现在仍然在工厂的控制实验室使用。GLC太复杂，对一般用途来说太贵了。碘值是购买原料和控制氢化的指导工具。

为了明确表示产品，起酥油产品购买规格说明常常包括碘值。只要起酥油来自同一个炼油厂，每批产品用的是同一种原料，这个方法是可以的。如果这些因素经久不变，碘值将与起酥油的硬度及氧化稳定性相关联。

表3 各种不饱和脂肪酸及他们的甘油三酸酯的碘值:

脂肪酸名		碳原子数	双键数	碘 值	
				脂肪酸	甘油三酸酯
Decenoic	癸烯酸	10	1	149.1	138.77
Lauroleic	月桂烯酸	12	1	128.0	120.32
Myristoleic	肉豆蔻脑酸	14	1	112.1	106.20
Palmitoleic	棕榈油酸	16	1	99.78	95.04
Oleic	油酸	18	1	89.87	86.01
Linoleic	亚油酸	18	2	181.87	173.21
Linolenic	亚麻酸	18	3	273.52	261.21
Eicosenoic	廿烯酸	20	1	81.75	78.54
Erucic	芥酸	22	1	74.98	72.27

来源: Bailey (1950)

氢化棉子油在与氢化大豆油有相等硬度时,其碘值比氢化大豆油的碘值低。氢化时、温度、压力和催化剂活性影响碘值与成品起酥油的晶体结构,稳定性及硬度之间的关系,因此,碘值本身不能单独说明起酥油产品。

多数加工者通过几年时间发展了他们自己的一套氢化程序,因为没有那一个加工者与另一个加工者的方法和设备一样,所以,他们相互竞争的产品的碘值根本不可能相似,因此,碘值主要对于加工者有用。起酥油的购买者用碘值时一定要小心。

皂化值 (Saponification Value)

皂化值已经完全被GLC分析代替了,皂化值的定义是完全皂化1克脂肪所需要的氢氧化钾 (potassium hydroxide) 的毫克重量 (AOCS法Cd3-25),皂化值是与脂肪的平均分子量成反比的,与碘值一样,它不能精确说明脂肪酸成分。

熔点 (Melting Point)

熔点用于脂肪是一种泛泛的说法。与纯化合物的计算值相比较,它甚至不是一个物理上正确的说法,纯化合物一般来说熔化点相当狭窄 (sharp),而大多数脂肪是不饱和程度不同的各种甘油三酸酯的混合物,其实有时较硬的成分刚刚溶解在较软的成分里,而人们认为这种脂肪已完全熔化了。可能称为溶解点 (Solution point) 更精确些。这虽然听起来好象有些吹毛求疵,但目的是描绘脂肪加热时的真实情况,它可能使涉及到“熔化”的各种功能的讨论更加清楚明确。

a、FAC熔点——在油脂行业,实际上有几种熔点,FAC (美国油化学家协会油脂分析委员会) 熔点也叫做“密闭式毛细管”熔点 (AOCS法Cc1-25)。它与用于有机化学的程序一样,脂肪样品置于一个玻璃毛细管里,用熔化玻璃的方法将尾部封闭,然后,将脂肪管置

于一个40°—50°F的电冰箱里几个小时，使之完全凝固，然后在一个水浴器里慢慢加热，脂肪完全清澈时的温度就是熔点。

在测定熔点前先将脂肪样品冷却几个小时，之所以需要，是因为甘油三酸酯化学的一个重要现象——油是粘滞的化合物，尤其在低温时，分子反应相当迟缓。因此在按适当的顺序排列起来进行结晶这方面比较慢。固化的时间太短形成的晶体会不够稳定，不能使熔点测重复再现。

b、固化点(Solidification Point)——在测定脂肪固化终点时得到了熔点特性。使脂肪固化比使脂肪熔化要求的温度要低一点，反映缓慢的脂肪分子的定向(Orientation)比打乱方向(Disorientation)花的时间要长一些，缓慢的定向会导致超冷却(Supercooling)，在超冷却状态下脂肪在远远低于它的熔点下保持液态形式。猪油是可以保持超冷状态很长时间的脂肪的一个突出典型，有时长达几个小时。

另一方面，刚刚熔化的脂肪在冷却到只比熔点低几度时，能迅速固化。这时所有分子仍按结晶的适当顺序定向。要打开预结晶分子聚集体，在熔点几度以上的温度下，需要几个时，在高得多的温度下，则需要时间短些。

c、Wiley溶点——第二个并且是用得比较广泛的熔点是Wiley发明的(AOCS法Cc 2—38)。这个方法是将脂肪在一个模子里铸成园盘形，在电冰箱温度下冷却二个小时，再将这个样品悬挂在一个酒精—水浴器里，然后慢慢加热直到变形为止。这个方法的难点在于决定最后脂肪应变成什么样子，以及怎样判断它。有些分析人员用园球(这是公订的方法)，另一些分析人员试图用足球形的，其判断终点温度的方法是：以脂肪园盘内部观察到翻转时温度判断的，这就使各个化验员对任何一种样品的Wiley熔点取得一致的看法很困难。

因为用Wiley熔点脂肪没有完全熔化，很明显FAC的熔点会高一些。两种溶点的相差数象做糖果用的硬脂(hard butter)这样的熔点狭窄的脂肪差别最小；而对塑性范围大的起酥油差别最大。

d、软化点(Softening Point)(AOCS法Cc3—25)——软化点，也叫开式毛细管熔点，不常用。这一方法是将脂肪样品置于一个用于FAC熔点相似的毛细管里。然而，在这里管子的两端是开口的，先将脂肪冷却，然后置于一个与封闭式毛细管熔点法一样的水浴器里，当管里一定量的脂肪升至一定距离时的温度就是软化点。这个温度比Wiley熔点低的程度与Wiley熔点低于FAC的熔点程度差不多。

膨胀测定法(Dilatometry)

还有其它一些方法也是依据脂肪混合体里，液态甘油酯内的固体甘油三酸酯部分的熔化或固化。较老一些的方法只能提供局部资料，他们只在一些脂肪加工特殊领域有特殊用途。但它们已经被膨胀测定法所取代。这个方法是以在熔化时固体脂肪的体积变化为依据的。

Hofgaard, Singleton 和 Bailey对膨胀测定法作过深入的研究，它们的方法时间长，程序艰巨，今天已很少用，只作为一种精确研究的工具。然而，为了进一步了解和估计对现代油脂工艺很重要的、以经验为根据的快速测定法，应该研讨膨胀测定法。

首先应该懂得，最形似固体的固体脂肪实际上是由固体脂肪组分混合物所组成的一个晶体矩阵，它将液体油吸在里面，象海绵吸水一样。如果脂肪冷却到足够低的温度，如-30℃，它的固体脂肪可达100%，在FAC熔点以上，同一原料将完全是液体油，没有固体脂肪。

纯化学化合物溶解非常敏锐。从完全的固体到完全的液体只要温度升几分之一度。脂肪可以是相对纯的甘油三酸酯构成的化合物集团，然而各种甘油三酸酯由于他们特殊脂肪酸的构成，在物理性质上差异很大。从某种意义上讲，一种甘油三酸酯的单细胞可以看作是另一种不同甘油三酸酯的杂质。从另一种意义上讲，一种甘油三酸酯可以，并且确实用作另一种甘油三酸酯的溶剂。

当正常的脂肪从完全固态加热时，它不象一个单纯的化合物那样熔化，而是象也确实是一个混合物般那样熔化，整个混合物随着温度的增加而逐渐熔化。不饱和的脂肪先熔化，饱和的脂肪后熔化。固体脂肪组份随着温度的增加而膨胀，但与液态脂肪组分膨胀的速度不同，但当一切特殊的固体脂肪都变成液体时，体积膨胀得最大。

图4显示的是一个假设的膨胀曲线。所绘制的比容与温度曲线是用来计算在某一指定温度下，固体脂肪的百分比，这是用外推(extrapolating)固体与液体曲线来决定在某一温度下，实际比容曲线的相对位置。固体的百分比等于全部脂肪中没有熔化的组份的比例，因此在图4里：

$$\text{固体脂肪百分比} = BC/AC$$

最初使用的方法，每隔 $1^{\circ}-2^{\circ}\text{C}$ 测出各种脂肪从完全固体的样品到完全液化来决定固体比值。这一方法经过改良成为较快速的控制方法，作为以经验为根据的研究工具，很明显，这必须引入某种假设和近似值，其中有些数字被接受，但不认为是精确的。因此，采用固体脂肪指数(SFI: Solid Fat Index)个个术语。SFI与固体脂肪百分比相关联，但多少与固体脂肪百分比有区别。(AOCS法Cd10—57)

图4包括一个假设的SFI线，可以与相应的真正的膨胀测定法曲线作比较。计算出来的结果表明 $\text{SFI} = BC/AC$ ，差别仅仅在于SFI得出的固体脂肪膨胀曲线是假想的，而不是经过测量得出的。实际固体脂肪膨胀线的测量要求温度非常低，并且很难控制，SFI固体线的斜度取成与液体线的斜度一样，后者是很容易测量的。SFI固体线置于比液体线低0.100比容单位。这是一个方便的近似值。实际值在数量上的差别，依被测量的脂肪的实际成分而定。表4将一种典型的起酥油的固体脂肪百分比和SFI值作了比较。

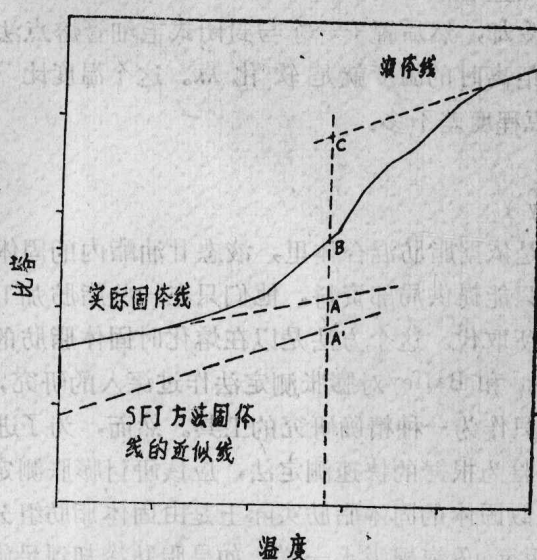


图4 典型脂肪的膨胀测定法曲线

比容和温度之间的关系曲线附有外推法得出的固体线和液体线，用作计算固体脂肪的百分比。为了便于对这些方面进行比较，将SFI法固体线也包括在内。

表 4 固体脂肪指数 (SFI) 和起酥油中固体脂肪的实际百分比

温度 °C	固体脂肪百分比	SFI
50	0.0	0.0
45	3.3	2.9
40	6.8	5.7
35	10.9	9.4
30	15.4	12.9
25	17.2	14.0
20	20.6	16.7
15	29.6	21.7
10	39.8	27.8

除了前面提到的近似方法以外，为了进一步简化SFI测定，采用选择特定的温度下的读数的办法。特定的温度一般是 50°, 70°, 80°, 92°, 100° 和 104°F。个别厂家用 100°F 或 104°F 但很少两个都用。人造黄油厂商一般同意用在 50°, 70°, 92°F 下的 SFI 值。有些厂家只用 SFI 曲线的一点或两点来说明产品，这容易引起误解，因为至少要有在三个温度下的 SFI 值才能足以说明一种脂肪的物理特性，在控制油氢化时尤其如此。如果某种因素降低氢化的选择性，如精炼油里的残留皂脚，一个三点连接起来的 SFI 曲线可马上探测出。

SFI 对油脂生产的各方面的意义在以后的章节还要讲到。表 5 显示了各种自然脂肪的 SFI 值。

表 5 自然脂肪的 SFI 值

脂 肪	熔点 °F	SFI 值				
		50°F	70°F	80°F	92°F	100°F
黄油	97	32	12	9	3	0
可可脂	85	62	48	8	0	0
椰子油	79	55	27	0	0	0
猪油	110	25	20	12	4	2
棕榈油	103	34	12	9	6	4
棕榈仁油	84	49	33	13	0	0
牛油	118	39	30	28	23	8

固化现象分析

a. 凝固点(Congeval Point)——有些特殊方法是以脂肪的固化为基础的。凝固点(也叫Setting Point)是其中的一种方法(AOCS法Ce14—59)。在这里,熔化的脂肪样品在严格规定的条件下进行超冷却,直到它开始硬化。结晶时所释放出来的热量使样品加热到一定的温度达到的最高温度就是凝固点。这取决于固体脂肪形成的类型和数量。这一技术对于测定纯化合物的熔点是很精确的。但如果用在一般的脂肪上就会有相当大的误差。

b. 脂肪冻点(Titer)——用来测定脂肪凝固点的方法也用来测脂肪酸的熔点。在这种情况下,它叫做脂肪酸冻点测定法(AOCS法Cc12—59)。这一方法主要为生产肥皂时测定脂肪酸。脂肪冻点对食用油加工意义不大,它的主要作用在于说明完全氢化的油脂的硬度。

液体油的甘油三酸酯的熔点和冻点有相当大的差别。在对油进行氢化时,两个值都增加,当达到完全饱和状态时,两个值几乎完全相等。硬脂肪的FAC熔点可以用来代替脂肪冻点来说明它的硬度。

c. 冷冻试验(Cold Test)——冷冻试验是用来测定色拉油经受冷藏的能力。如果一种油在冰浴器里放5.5小时,仍保持清澈,可以认为通过了最低限度的试验(AOCS法Cc11—53),油里有一点脂肪晶体的痕迹就判为达到终点。在实际测定时,油中第一次出现云状物所需要的时间就是冷冻试验的结果。能经受冷冻试验20小时的油可看作是相当好的油。

冷冻试验是研制来评定用于生产蛋黄酱的棉籽油的。如果蛋黄酱是用在电冰箱里固化的油制作的,乳液就会破坏,蛋黄酱就全毁了。

常常有一种油在相对来说较短的几个小时里会稍呈云状,但从来不会发展到超过这一现象。虽没有氢化,但可能受到氢化脂肪的污染的大豆油尤其如此。用这种油制的蛋黄酱,在冷冻情况下相当稳定。另一方面,冬化得不好的棉籽油加进结晶抑制剂可以通过最低限度的冷冻试验,但在晶体开始沉淀一段时间后会产生产庞大的脂肪晶体。用这种油制的蛋黄酱在冷藏时会被破坏。

冷冻试验的程序缓慢,在试验完成前,色拉油经常已完成冬化并打进贮罐里。现在已经研制了一种更快和更能说明问题的试验,用来评定色拉油。这一方法要求将样品在一个浴器里,在 -60°C 下急冷15分钟,然后置于另一个冰箱温度,比如 10°C ,的浴池里。如果样品在这个温度下在30分钟后含有固体油,这种油就不合格。

晶体结构。

固体脂肪的晶体结构在脂肪利用的某些领域是非常关键的。晶体结构可通过X—光对脂肪进行衍射(diffraction)来观察。用这一方法,使要进行观察的样品在一个特定厚度的园盘上的钻孔中固化,将园盘置于X—光光线下,X—光被脂肪折射(deflected)或衍射(diffracted)成一系列同轴的锥体,同轴锥体冲击在一个与样品置于已知的距离的摄象板上,显象板上显示一系列园环,园环的直径化验员们破译为分子间隔,就是被测定的脂肪晶体中甘油三酸酯分子间的距离。

已经有许多晶体形式被辨别出来,用希腊字母表示出来,每种形式都有一定的分子量纲(molecular dimension),每个次要形式都被测定的情况下,发现只是主要的类型与起酥作用真正有关系。脂肪及他们在最稳定状态下表现的晶体形式在表6里列出。从实体上讲, α 形式的脂肪呈蜡状, β' 形式的呈细粒状, β 形式的呈粗粒状。