

面包资料汇编

商业部粮食科技情报研究所

目 录

1、面包与油脂	(1)
1.1油与脂肪	(1)
1.2面包用油脂	(28)
1.3面包卷用油脂	(33)
1.4煎炸食品	(38)
1.5糕点用油脂	(43)
2、活性面筋	(49)
3、面包香气的形成与强化	(55)
3.1面包香气的形成	(56)
3.2由发酵生成的香气成分	(56)
3.3烘焙生成的香气	(62)
3.4面包香气的主要成分	(75)
3.5贮藏过程中香气的消失	(80)
3.6如何增强面包香气	(82)
4、面包的老化及其防止	(82)
4.1什么叫面包的老化	(83)
4.2面包老化的测定	(83)
4.3面包为什么老化	(85)
4.4面包老化的防止	(88)
5、面包厂的标准设计及成套设备	(98)
5.1 100公斤/小时面包厂的标准设计及成套设备	(98)
5.2 750公斤/小时面包厂的标准设计及成套设备	(103)
5.3 1250公斤/小时面包厂的标准设计及成套设备	(111)
5.4 2500公斤/小时面包厂的标准设计及成套设备	(118)

1、面包与油脂

1.1油与脂肪

很早以前，面包中就使用油脂了。不过，作为一门科学还是从美国发明了连续法制面包以后开始的。

采用连续发酵法之前，美国首先把猪油、其后把起酥油作为面包用油脂。连续发酵法是由ITT大陆烘焙公司发明的。

猪油熔点为 $32-28^{\circ}\text{C}$ ，因为必须用泵送油，所以把猪脂溶化后才使用。

但是，连续发酵法的和面机剪切力过强，面团温度要上升到 $40-41^{\circ}\text{C}$ ，猪油溶化呈液态，所以，加工出来的面包小而不暄。

如果在这种猪油中加入15%的氢化猪油，面包的品质会有明显改善。因为添加氢化猪油，熔点上升为 $45-47^{\circ}\text{C}$ ，在用连续发酵法发酵的面团中能够充分凝固。

为了增强面包面团的抗机械性，就得把乳化剂或面团改良剂（聚山梨醇酯60）结合使用，这样才能加工出品质良好的面包。这种油脂类原料被称为“脂肪类”。成为研究油脂在面包中的作用的基础。

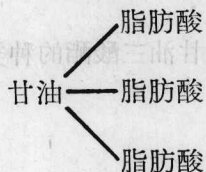
现在制造面包一般都使用起酥油等固体油脂，效果良好。众所周知，如果把色拉油、煎炸用油等液体油和入面团中，加工出的面包品质低劣。

我们日常生活中常见到的油有二种：一种是以石油为代表的矿物油，它的主要成分是烃，不能食用。另一种是食用油脂，它的化学成分是甘油三酸酯的有机化合物，如煎炸油、色拉油、黄油及猪油等。

食用油脂中在常温（ 15°C ）下呈液体的称油，呈固体的称脂肪。如：大豆油、胡麻油、菜籽油、红花油等都呈液体，所以叫油。猪油、牛脂、黄油、人造奶油、起酥油等都叫脂肪。

但这仅仅是一般习惯上的分类。例如，椰子油熔点是 $20-25^{\circ}\text{C}$ ，在常温下呈固体，应称椰子脂。但由于椰子产地菲律宾气温高、椰子油呈液体，所以称椰子油。棕榈油也是如此。

油和脂肪都是由一个甘油带三个脂肪酸的甘油酯的分子构成的。



天然油脂中含有少量的游离脂肪酸、卵磷脂、脑磷脂等，动植物组织中含有类甾醇、 β 胡萝卜素、叶黄素等类胡萝卜素，维生素A、D、E等。如前所述，油脂在常温下分液体油和固体脂，而且有粘度低的清油和粘度高的混油

油。

这种差异是由于和甘油结合的脂肪酸的不同而产生的。

脂肪酸分饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸在常温下大都呈固体，不饱和脂肪酸则呈液体。含不饱和脂肪酸多的油脂是液体油。

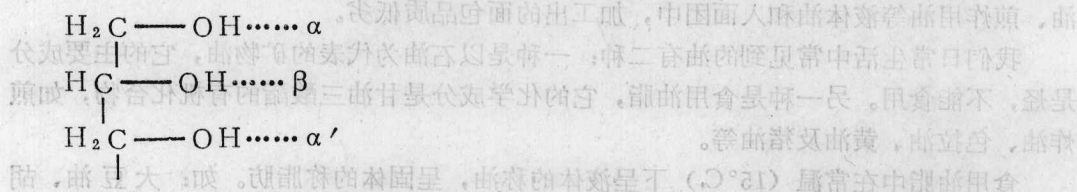
饱和脂肪酸碳与碳之间是单键— $\text{C}—\text{C}—\text{C}$ —，而不饱和脂肪酸碳与碳之间至少有一个双键— $\text{C}=\text{C}$ —脂肪酸。一般认为碳与碳之间的双键结合比单键结合紧密。实际上，双键结合具有容易起化学反应的性质。如：和氧结合发生氧化，和氢反应变成氢化的固体油脂。

脂肪酸含碳原子4—24个。碳原子少，脂肪酸链短；碳原子多，脂肪酸链长。含短链脂肪酸多的油脂清爽、口溶性好。含长链脂肪酸多的油脂粘度高、混浊。如前所述，油脂的性质由于和甘油相结合的脂肪酸种类的不同而不同。有关脂肪酸的情况在后文论述。

脂肪酸含碳原子4—24个。碳原子少，脂肪酸链短；碳原子多，脂肪酸链长。

含短链脂肪酸多的油脂清爽、口溶性好。含长链脂肪酸多的油脂粘度高、混浊。如前所述，油脂的性质由于和甘油相结合的脂肪酸种类的不同而不同。有关脂肪酸的情况在后文论述。甘油是丙三醇 $[\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3]$ 。二元醇（氢氧基二个）以丙二醇为代表，去年一个时期曾被指责使用过多。酒、啤酒、威士忌就含一元醇。即乙醇，它早为人所熟知。

甘油有三个氢氧基，在外侧的叫 α 、 α' 、内侧的叫 β 。



甘油

现在，有三种不同的脂肪酸，这三种脂肪酸和OH基化合的位置不同所生成的甘油性质也截然不同。

例如：软脂酸（P），硬脂酸（S）油酸（O）三种酸按POS的顺序和甘油化合，所得到的甘油酯与按OPS顺序化合所得到的甘油酯性质截然不同。

按POS顺序结合的甘油酯是可可脂的主要成分，是决定口溶性的重要因素。按OPS顺序结合的甘油酯是猪油的主要成分。

综上所述，由于脂肪酸和甘油氢氧基化合的位置不同所得到的甘油三酸酯的种类繁多。但天然油脂的甘油酯组成大都是按某种规律分布的。

1.1.1 脂肪酸

目前已知的脂肪酸多达300种。

不过我们日常接触到的食用油脂中的脂肪酸并不多。

主要脂肪酸及分布如表1—1所示：

表 1-1 具有代表性的脂肪酸及分布

惯 用 名	碳 原 子	脂肪酸熔点 $^{\circ}\text{C}$	分 布
饱和脂肪酸			
丁 酸	4	-7.9	黄油脂肪
己 酸	6	-3.4	椰子油、棕榈核油
辛 酸	8	16.7	椰子油、棕榈核油
癸 酸	10	31.6	椰子油
月 桂 酸	12	44.2	椰子油、棕榈核油
肉 豆 蔻 酸	14	54.4	椰子油、棕榈核油
软 脂 酸	16	62.9	存在于所有的动植物油脂中
硬 脂 酸	18	69.6	存在于所有的动植物油中
花 生 酸	20	74.4	花生油
不饱和脂肪酸	不 饱 和		
油 酸	18 1	16.2	绝大多数油脂中
亚 油 酸	18 2	-6	绝大多数油脂中
亚 麻 酸	18 3		植物种子油

(1) 脂肪酸的特征:

①大部分天然脂肪酸碳原子是偶数。

这是因为动植物体内是以两个碳原子的化合物为一个单位而合成的。其中也有例外,象猪油含有 C_{17} 的脂肪酸,牛脂含少量的 C_{13} 、 C_{15} 、 C_{17} 、 C_{19} 等奇数脂肪酸。

②碳链之间为单键的是饱和脂肪酸,化学性质稳定。

碳链之间为双键的脂肪酸是不饱和脂肪酸,因化学性质不稳定,引起了人们的重视。

③食用油脂内含饱和脂肪酸的碳原子4—24个。含10个碳原子以下的脂肪酸,一般存在于乳脂、椰子油、棕榈油内;含12—24个碳原子的饱和脂肪酸存在于植物种子或动物油脂内;含26个碳原子以上的脂肪酸存在于天然脂中。

④已知的不饱和脂肪酸含1—6个双键。

一般食用油脂含三个以下的双键。只有鱼油的脂肪酸中含5—6个双键。

具有代表性的不饱和脂肪酸有含18个碳原子、一个双键的油酸,含2个双键的亚油酸和含三个双键的亚麻酸。

双键在脂肪酸中有一定的位置，以脂肪酸基——COOH的碳原子为1，按顺序排列：油酸的双键在C₉与C₁₀之间，亚油酸的二个双键在C₉与C₁₁和C₁₂与C₁₃之间，亚麻酸的三个双键在C₉与C₁₁、C₁₂与C₁₃、C₁₅与C₁₆之间。

还有有名的含有20个碳原子、四个双键的花生四烯酸。

含二个以上双键的不饱和脂肪酸象亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸等是动物生长发育必不可少的。因此，在营养学上称作必需脂肪酸或维生素F。

⑤含十个以上碳原子的饱和脂肪酸，在常温下呈固体。含八个以下碳原子的饱和脂肪酸呈液体。

⑥不饱和脂肪酸在常温下呈液体。

从上述情况可看出：软质液体油是含大量8个以下碳原子的饱和脂肪酸或不饱和脂肪酸的油脂。

表 1—2 主要油脂与脂肪组成（表示双键数目）

	C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₆	C ₁₈	C ₁₈	C ₁₈	C ₁₈	C ₂₀	C ₂₀
	辛 酸	癸 酸	月 桂 酸	蔻 酸	软 脂 酸	棕 榈 油 酸	硬 脂 酸	油 酸	亚 油 酸	亚 麻 酸	花 生 酸	廿 (碳) 烯 酸
猪 油				1—2	24—33	2—3	8—15	40—60	7—12			
牛 脂				2—8	24—25	1—3	14—30	30—50	1—5			
大豆油					5—12		2—7	20—35	50—57	3—8	0—1	0—1
玉米油					7—13		2—5	25—45	40—60	0—3	0—1	
棉籽油				0—3	20—30	0—2	1—5	15—30	40—52		0—1	
胡麻油					7—12		3—6	35—48	35—46	0—2	0—1	
米糠油				0—1	11—21	0—1	1—3	30—50	25—40	0—1	0—1	
棕榈油				1—3	35—48		3—7	37—50	7—11			
棕榈核油	3—5	3—7	44—55	10—17	6—10		1—7	1—17	0—2			
椰子油	6—10	4—12	45—52	15—22	4—10		1—5	2—10	1—3			

(2) 具有代表性的天然油脂的脂肪酸构成

日常接触的具有代表性的脂肪酸组成见表 1—2。

仅从脂肪酸组成一项，是难以确定油脂特性的；不过，还能大致看出棉籽油、玉米油和椰子油之间的差别。

1.1.2 油脂的化学反应

下面谈一谈食用油脂的重要化学反应：

(1) 氧化

不饱和脂肪酸的双键和氧起反应，称作氧化（酸败）。氧化对日常食用油脂的人来说，是一个值得重视的问题。

一般初期的氧化称“**臃味**”，比较严重的氧化称作“**酸败**”。

①臃味

把精炼过的无臭油脂放置一段时间后，就会发生“**臃味**”。常发生这种**臃味**的油是含有三个双键的亚麻酸或含三个以上双键的不饱和脂肪酸油脂。如：大豆油、菜籽油等。据说大豆油的氧化可分为豆腥味→青气味→油漆味→鱼臭味四个阶段。

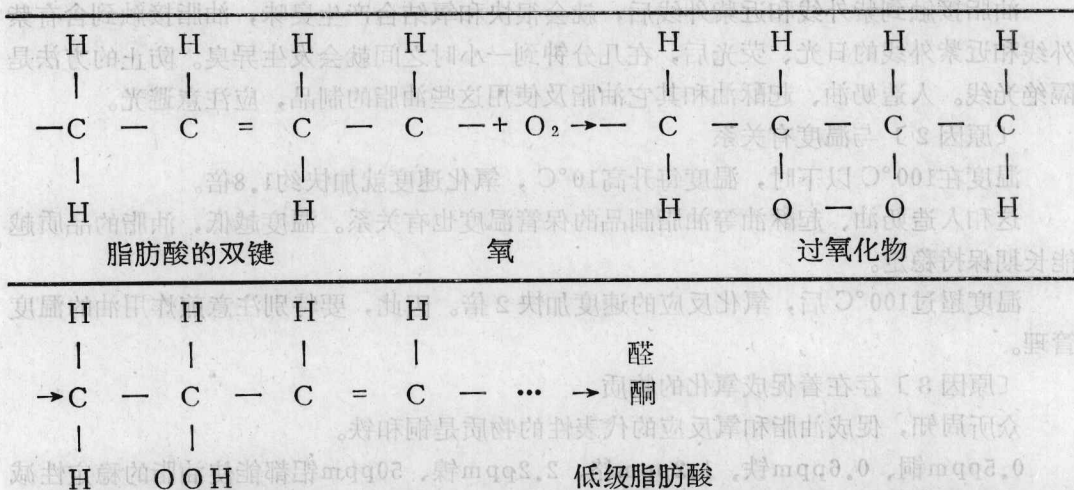
只要存在氧，就会发生**臃味**。因此，加工后放置时间较长的油，多少都会发生**臃味**。

为了防止**臃味**，加工厂在油脂的精炼方法上下了很大的功夫，但所取得的成绩只不过是延缓了发现**臃味**的时间罢了。

②氧化（酸败）

臃味是轻微的氧化，这种氧化继续下去就会产生不快的酸败臭和异味。

油脂的氧化反应很复杂，不饱和脂肪酸的双键和氧反应产生过氧化物，积蓄在油脂中。



过氧化物过多时就会分解，分解生成物为醛、酮和低级脂肪酸，发出酸败臭。

不饱和脂肪酸的双键越多反应越快。见表 1—3。

含不饱和脂肪酸多的液体油，比含饱和脂肪酸多的固体脂肪容易氧化。

尽管植物油含不饱和脂肪酸多，但它对氧来说却是比较稳定的。因为植物油自身含有天然抗氧剂（维生素 E）。动物脂肪不含天然抗氧剂。

表 1—3 饱和、不饱和脂肪酸的氧化速度

脂肪酸的种类	双 键 数	氧化 速度	熔 点 °C
硬 脂 酸	0	1	69.6
油 酸	1	10	16.2
亚 油 酸	2	100	-6
亚 麻 油	3	160	-11.5

刚才已谈过，油脂氧化是由油脂中的不饱和脂肪酸的双键和氧反应引起的。那么，氧气以 1/5 的比例存在于空气中，油脂和空气接触，氧化反应会急剧进行吗？

例如，黄油含有很多不饱和脂肪酸，而且黄油内部含有大量的空气，应该说黄油是处在最易被氧化的状态之中了。但实际上黄油只要不见阳光，它的性质是很稳定的。

促成油脂和氧反应要有一定的条件，了解这些因素，在日常工作中加以注意是很重要的。

〔原因 1〕紫外线和近紫外线

油脂接触到紫外线和近紫外线后，就会很快和氧结合产生臭味，油脂接触到含有紫外线和近紫外线的日光、荧光后，在几分钟到一小时之间就会发生异臭。防止的方法是隔绝光线。人造奶油、起酥油和其它油脂及使用这些油脂的制品，应注意避光。

〔原因 2〕与温度有关系

温度在 100°C 以下时，温度每升高 10°C，氧化速度就加快约 1.8 倍。

这和人造奶油、起酥油等油脂制品的保管温度也有关系。温度越低，油脂的品质越能长期保持稳定。

温度超过 100°C 后，氧化反应的速度加快 2 倍。因此，要特别注意煎炸用油的管理。

〔原因 3〕存在着促成氧化的物质

众所周知，促成油脂和氧反应的代表性的物质是铜和铁。

0.5ppm 铜、0.6ppm 铁、1.2ppm 铬、2.2ppm 镍、50ppm 铝都能使油脂的稳定性减半。极微量的铜和铁都具有很强的破坏力。要设法使油脂及含油脂的面团、制品等不与铜、铁接触。应使用不锈钢或铝制器具。

在食用油的加工工艺流程中，要添加柠檬酸。柠檬酸的作用是和油脂中所含的铜或铁生成络合物，使铜、铁钝性化。

〔原因 4〕食盐（水）降低了油脂的稳定性

一般来说，含食盐的人造奶油比不含食盐的起酥油的稳定性差。有趣的是砂糖具有提高油脂稳定性的效果。

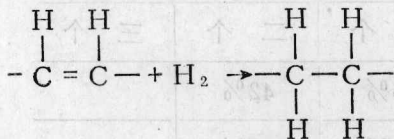
〔原因 5〕如前所述，即便是同种类的油脂，固体油脂的稳定性好，液体油脂含有较多的易氧化的不饱和脂肪酸，所以稳定性差。

为了提高油脂的稳定性，添加抗氧化剂是一种可取的方法。

油脂氧化对生产者及消费者都是极为重要的问题，错用会造成极大的影响。因此日常工作中应引起充分的注意。

(2) 氢化

向构成油脂的脂肪酸不饱和部分加氢而引起的反应称氢化。



不饱和键

饱和键

从氢化中得到的油脂称硬化油。氢化是加工人造奶油、起酥油的重要工序。

氢化是德国人诺尔曼1902年发明的。1906年在英国应用于工业化生产，接着推广到澳大利亚、美国。

氢化对人造奶油、起酥油的发展作出了重大的贡献。

氢化是把镍作为催化剂、使油和氢发生反应。但是食用氢化油大都是部分氢化油。在特殊情况下不加很多的氢也能使之充分氢化变成极度硬化油。

前面已谈到了用连续发酵法制造面包时用的起酥油、添加絮片体的猪油效果好。这种絮片体主要用于改良人造奶油、起酥油的可塑性。

一般食用氢化油（部分氢化油）的碘价（表示油脂不饱和度的数值）为50—90左右。氢化后：

①油脂具有适当的硬度。人造奶油、起酥油能得到较为理想的可塑性，在加工点心面包时，能提高面筋的延伸性和酪化性。（藏气性）

②能提高油脂的稳定性。使饼干、小甜饼干、椒盐饼干、馅饼、点心或者油炸物在使用油脂时，继续保持其风味。对提高食品的鲜度、防止氧化是很必要的。

例如：大豆油含有较多的亚麻酸（三个双键）容易被氧化。但给大豆油加氢后，亚麻酸消失，亚油酸（二个双键）减少，抗氧化的稳定性显著提高。

由于海产动物油含大量高不饱和酸，即使脱臭也会很快腐败，不能用于人造奶油、起酥油。但氢化后，就会除去高度不饱和酸，成为稳定的食用硬化油。（见表1—4）

油脂名称	碘价	皂化价	酸价	其他
大豆油	135.0	190.0	0.5	普通
菜籽油	115.0	185.0	0.5	普通
花生油	90.0	180.0	0.5	普通
猪油	80.0	175.0	0.5	普通

表 1—4 各种油脂的饱和、不饱和脂肪酸的组成

	饱 和	不 饱 和			
		合 计	双 键 数		
			一 个	二 个	三 个
玉 米 油	12%	88%	46%	42%	
棉 籽 油	24%	76%	28%	48%	
大 豆 油	13%	87%	28%	52%	7%
橄 榄 油	12%	88%	81%	7%	
椰 子 油	91.5%	8.5%	6.5%	2%	
猪 油	42%	58%	46.5%	8%	0.7%
牛 脂	53%	47%	45%	2.5%	0.5%
黄 油	57%	43%	38%	4%	

选择、非选择的氢化

氢化反应按亚麻酸→亚油酸→油酸→饱和酸的顺序进行。从提高稳定性的角度看，在油酸这一阶段停止加氢，利用面极为可观。但实际上氢化反应不是这么简单。是“某种程度的阶段反应”。另外，由于双键位置发生移动，变成异油酸或反式酸。油酸的熔点约10℃，而异油酸的熔点则高达45℃。

从不饱和大脂肪酸开始按顺序进行氢化，称作“选择氧化”。不过，完全选择氢化还没有实现。只是部分选择氢化或非选择氢化。

表 1—5 选择·非选择硬化油的差别（棉籽油）

氢 化	碘 价	饱和脂肪酸	油 酸	亚油酸
选 择 的	70	27.0	65.0	8.0
非 选 择 的	70	33.5	52.0	14.5
选 择 的	60	31.5	67.0	1.5
非 选 择 的	60	38.5	52.0	8.5

比较同一碘价的硬化油，选择和非选择氢化的条件中，选择氢化的条件是：熔点、凝固点低，固体脂系数小，即软质；脂肪酸组成中，饱和脂肪酸和亚油酸少，油酸多。以上几点可看出，选择氢化中得到的硬化油稳定性高，是软质。

用于人造奶油、起酥油的硬化油根据其用途进行“选择氢化”或“非选择氢化”来调节硬度、改良酪化性，增加稳定性。

选择氢化反应是在氢气不足的氢气条件下进行的。

①温度：在高温条件下（180—200℃）氢在油中的溶解度降低，所以能得到选择氢化油。为得到选择氢化油应尽快使温度上升到180℃以上。不过在高温下容易产生异油酸。

②氢气的压力：如果压力大，氢气在油中的溶解量增大；压力小，溶解量减少，成为选择性氢化反应。

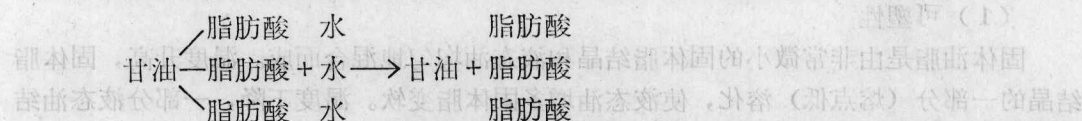
③催化剂使用量：镍催化剂量越大，氢化速度越快。如果催化剂量多，表面积增大，对一定量的氢气来说就感到不足，成为选择性氢化反应。

④搅拌速度：反应罐的搅拌速度对氢化反应也有很大的影响。搅拌速度慢，催化剂、氢气就会不均匀地分散，部分地方氢不足，成为选择性反应。

除以上几个条件之外，不同种类的催化剂也有较大的影响。日本仅限于使用金属镍。其它国家还使用镍—铜催化剂、铜铬、锰等催化剂。据说后者选择性良好。

（3）水解反应

油脂和水反应生成甘油和脂肪酸，这种反应称作水解反应。



这种反应分阶段进行。即：由甘油三酸酯生成甘油二酸酯，然后生成甘油一酸酯，最后变成甘油和脂肪酸。在存在着酸类、金属氧化物、苛性钠、脂肪酶的条件下，进行水解反应。

人造奶油是油脂和水的乳状液，所以比起酥油易发生水解反应。特别是在由霉和细菌产生的脂肪分解酶的作用下，水解反应会迅速进行。

含黄油脂、椰子油等低级脂肪酸的油脂发生水解反应后产生不快的肥皂味。

最近大部分人造奶油多使用乳制品，所以为了防止霉、细菌的繁殖、生长，必须保持环境卫生，进行冷藏。

水解反应在点心、面包加工业中到处可见。如：黄油。最近使用含大量混合奶油及牛奶的人造奶油。不卫生的作业环境是霉菌、细菌最好的营养场所，因此特别容易发生因脂肪酶引起的水解反应。

另外，最近消费者有改变嗜好甜食的倾向。果子露的糖浓度在60°以上时，能抑制霉菌、细菌的繁殖生长。但在50°以下时，霉菌、细菌就要繁殖。因此充分理解这一点进行加工是必要的。卫生的加工环境是必不可缺的，特别是在降低糖分的情况下，更需注意卫生。

夹心面包、夹心蛋糕等奶油点心使用黄油、椰子油的话，夏季会发出肥皂臭味。这也是由水解反应所引起的。如注意作业场所的卫生及妥善保管，就能防止水解反应的发生。

面包卷内夹的黄油、人造奶油（有盐）也常常会发生异臭，大都是由水解反应引起

的。也有因黄油、人造奶油充填机没有洗净，杀菌不充分不彻底而引起的。

一般由脂肪酶引起的水解反应速度快，一夜间，酸价就能升高10—30左右。

炸面包卷等油炸食品，也会发生水解反应。面包卷面团、面衣里所含的水分在蒸发时和煎炸油也会发生水解反应，产生游离脂肪酸。煎炸油酸价升高，其结果降低了发烟点。

如果这种反应继续进行就会发生煎炸油品质下降的现象。煎炸物的水解反应是一种很难防止的现象，温度越高反应速度越快，因此，使煎炸油温度适中、加工制做吸水量适当的面团、面衣是很重要的。

大家都知道，加工品质优良的面包卷，仅使用新鲜的煎炸油还不如添加0.2—0.3%的游离脂肪酸效果好。这是因为通过油脂的水解反应生成的甘油一酸酯、甘油二酸酯及痕迹还原物质发生了作用。

1.1.3 油脂的物理性质

人造奶油、起酥油、猪油、黄油等总称为食用固体油脂。这些固体油脂在常温下呈固体。

点心面包加工等企业，固态油脂使用量很大。那么在重视效率的当今，为什么要使用比液态油难计量的固体油呢？

(1) 可塑性

固体油脂是由非常微小的固体脂结晶和液态油均匀地混合而成。温度升高，固体脂结晶的一部分（熔点低）溶化，使液态油增多固体脂变软。温度下降，一部分液态油结晶、液态油减少，油脂变硬。这就是固体油脂的特性。

固体油脂和液态油均匀地混合在一起，就产生了可塑性。点心面包加工企业使用大量固体油脂，其原因是利用其可塑性。

可塑性是指向物体加一定的压力，使之变形。当撤掉对物体的压力时，不能恢复到其固有状态的性质。粘土就是近例。

人造奶油、起酥油同粘土一样是可塑体，能被任意改变形状。正因为有这种性质，才能发挥面团的伸长性，提高产品的酥松性，并且和面时，面团内能保持大量气体。

人造奶油、起酥油等固体油脂在低温保管条件下象石头一样坚硬。如加热后，就会溶化变成液态。失去可塑性。固体油脂呈这两者之间的状态（半固体态）即我们容易使用的状态时的温度范围称可塑性范围。

一般情况下，面包加工厂能否有效地利用固体油脂的可塑性已成为作好面包的重要因素之一。

(2) 固体油脂系数

为了使油脂具有可塑性，必须使固体脂的结晶和液态油的比例适中。而且固体油脂的结晶必须是微小的。在日常作业中，有几种了解可塑性范围的方法。目前广泛应用固体油脂系数（S.F.I.）

固体油脂系数是表示在某一温度下固体脂结晶与液态油的比率，便于掌握固体脂的可塑范围。

含10—30%的固体脂结晶（90%—70%的液状油）的人造奶油、起酥油属容易操作

范围。即可塑性范围，其中固体脂结晶占15—25%（液态油85—75%）的油脂具有良好的可塑性。也就是说人造奶油、起酥油的伸长性、酪化性最佳。

如果含固体脂在10%以下，油脂会慢慢变软，最后开始溶化。相反，固体脂含量在30%以上的话，硬度增强；50%左右就会变得和石头一样坚硬，失去可塑性。即100—S.F.I值。例如70%。所谓70%是表示70%液态油，30%固体油结晶的均匀混合物。100%即全部是液态油。90—100%呈过分软的状态；70—90%属可塑性范围；60—50%表示坚硬。

天然黄油的可塑性范围在17—24℃，可可脂在31—32.5℃之间。天然黄油在冷藏库中（10℃以下）含50%以下的液态油。因此，象石头一样坚硬。无可塑性。品温在17—24℃时呈易操作状态，容易往面包上涂抹，加工黄油时能使之充分起泡，另外在加工点心时，和砂糖混合，能吸入大量气体，使点心蓬松。

巧克力能“拍”的一声掰开，很快在口中溶化。其原因是由它的主要成分可可脂的性质所决定的。可可脂在温度27℃左右时，液态油含量变成50%以下，油脂坚硬。但当温度上升到34℃时全部溶解为液态油。仅在7℃的温差之内，固液态油的比例便发生急剧变化。

如前所述：当温度在31—32.5℃时，可可脂的可塑性范围极窄。假如使可可脂起泡的话，就必须把使用器具、室内温度调节在31—32.5℃之内。牛脂是可塑性范围比较宽的天然油脂，这就意味着牛脂可做起酥油。

应该注意的是：可塑性范围因固体油含量不同而不同。可可脂是可塑性范围极小、口溶性好的油脂。和它相似的有椰子油、棕榈核油以及这些油的氢化油和软质黄油。

天然黄油口溶性也好，和一般的人造奶油黄油相似。只有夏季型的人造奶油口溶性稍差。这种油脂的延伸性、可塑性范围较小，因此，用它来和面比较困难。

牛脂、猪油、起酥油是可塑性范围大的固体脂。特点是即使温度稍有差异，硬度也不会改变。在加工点心面包时使用这类油脂。不过这类油脂口溶性差。

综上所述：人造奶油、起酥油具有可塑性。在可塑性范围内用来加工点心面包是很有效的办法。只是在使用时，注意选择使用具有适当的硬度、胶粘度的油脂。

（3）针入度法

还有一种表示固体脂硬度的方法。即针入度法。把固态油脂放入容器中进行调温后，放下针、用针插入油脂中的深度来测定其硬度。这便是千分尺穿透法。在这种情况下，人造奶油、起酥油的原料油脂成为被测定的油脂。

使用圆锥来测定人造奶油、起酥油的硬度，在经过调温后的人造奶油、起酥油表面放一圆锥，以锥自身的重量在5秒钟内穿入油脂的深度1/10mm单位来表示油脂的硬度。这种方法称作长穿透法。

长穿透法对测定人造奶油、起酥油的品质—硬度来说是一种方便的测定方法。但由于人造奶油、起酥油的物理性在不断地变化着，所以几乎不使用它。

（4）熔点

有这样一种倾向，认为人造奶油、起酥油的熔点和硬度有密切的关系。但由于现在人造奶油、起酥油的配合原料油多种多样，根据人造奶油、起酥油的不同用途配方不

同，因此，熔点和硬度的关连性减少，仅仅在同一配方的情况下，存在着熔点高、油脂硬的关系。

(5) 结晶形态多样化

前面已反复讲过，结晶在固体脂中起着重要的作用。甘油三酸酯（油脂的分子）等长链化合物的结晶能形成几个熔点不同的结晶形态。

油脂的结晶形态在一般情况下有四种： α 型、 β 原型、中间形、 β 型。有时结晶形态直接影响着人造奶油、起酥油的组织与结构。

制造人造奶油、起酥油时，使用速冷混合法使之凝固。首先形成 α 型结晶。这种 α 型结晶不稳定，逐渐朝着较稳定的结晶形态过渡。

我们有时看到人造奶油、起酥油中的颗粒状物就是 β 型结晶。 β 原型和 β 型结晶有着重要用途。

β 原型结晶在乳化时，能吸入大量的细小气泡，乳化性能良好。例如：把这种结晶的人造奶油、起酥油添加到点心面团中时，能使面团产生很多气泡，制成质地细软、酥松可口的点心。 β 型只能生成少量粗大的气泡，乳化性差，产品不膨松、质地粗糙并容易老化。

猪油是可塑性良好的天然油脂，但在贮藏中组织易变粗糙。因此，和面时用的油脂都用起酥油而不用猪油。这是因为猪油的粗大结晶形成了针状的 β 型结晶。

巧克力的可可脂呈 β 型结晶时很稳定，但在形成 β 型之前如存在很多有初步稳定的结晶形态时，就会发生油脂起花现象。因此在制造加工时，要设法使之形成 β 型结晶。

仅仅由于猪油和可可脂的 β 型结晶中的甘油三酸酯的构造不同，所以猪油组织粗糙。而可可脂组织表面光滑。

用于馅饼、糕点的面包卷用人造奶油，适合使用结晶形稍大、稳定性强的油脂。因此 β 型油脂就成了它的原料油。

用于黄油、糕点面团中的人造奶油、起酥油，需具有乳化性。为了尽快形成 β 原型结晶，在骤冷混合后要经过熟化工序。

前面已谈到猪油在 β 型结晶时，有组织粗糙的缺点，通过脂交换反应，甘油三酸酯中的脂肪酸的排列发生变化，使之成为 β 原型结晶。其结果使猪油的组织得到显著的改良。

1.1.4 油脂术语

下面解释一下食用油脂方面的术语。

(1) 酸价 (AV)

油脂经氧化或水解反应产生游离脂肪酸，酸价上升。酸价是指“和游离脂肪酸的量成比例的数”。数字越小油脂的品质越好。即酸价表示油脂精炼的优劣，产品的新旧，煎炸时油脂的氧化与水解程度。把酸价值换算成游离脂肪酸的量，就得出较具体的数字了。

$\text{酸价} \times f = \text{游离脂肪酸量} (\%)$

这里的 f 值，如果是一般的油脂就换算成油酸0.503，如菜籽油换算成顺芥子酸0.602。椰子油换算成月桂酸0.356。一般的油脂 $f = 0.503 \approx 0.5$ 就行了。例如：炸面包

卷油一般使用大豆油、棉籽油及它们的氢化油或棕榈油等。f可等于0.5。如果炸面包卷油的酸价是2.3的话，这种油的游离脂肪酸量应是1.15%。

(2) 碘价 (IV)

碘价表示油脂的不饱和度。碘价高的油脂一般是软质，易氧化。相反，碘价低的油脂是硬质，稳定性强，不易氧化。

各种油脂都有固有的碘价。如椰子油的碘价是7—9。黄油是25—38。牛脂是43—47。大豆油是125—133。一般的人造奶油、起酥油是50—90。

碘价的大小和油脂的品质无关。

(3) 皂化值 (SV)

皂化值表示构成油脂的甘油酯的脂肪酸平均分子量。每种油脂都有各自的皂化值。

如：椰子油的皂化值是253—259。棕榈核油是243—249。黄油脂是218—245，一般的油脂是190—198。皂化值高的油脂含低级脂肪酸比例大。皂化值低，所含的脂肪酸大部分是高级脂肪酸（碳原子多的脂肪酸）皂化值的大小不表示油脂品质的优劣。

(4) 熔点 (MP)

熔点一般是指固体脂全部溶解时的温度。各种油脂都具有固定的熔点。油脂是由大量的甘油酯的混合物组成，并不象化学物质那样迅速地溶解，而是慢慢地熔化。油脂的熔点称“上升熔点”。因此使用的熔点是“油脂大体溶化完毕的温度”。这一表达方式。

椰子油的熔点是20—24°C，黄油脂是28—38°C，牛脂是40—44°C，猪油是28—40°C，人造奶油、起酥油是30—40°C左右。

熔点并不表示人造奶油、起酥油的硬度，只不过作为一个大概的估计而已。

主要天然油脂的熔点、碘价、皂化值见表1—6。

椰子油	253—259	7—9	20—24
棕榈核油	243—249	10—14	24—28
黄油	218—245	25—38	28—38
牛脂	190—198	43—47	40—44
猪油	180—185	35—40	28—40

表1—6 主要油脂的特性

	皂化值	碘价	熔点 °C
大豆油	190—194	125—133	
棉籽油	191—198	101—120	
玉米油	188—198	117—123	
菜籽油	172—175	94—160	
米糠油	184—189	102—109	
花生油	180—197	86—98	
橄榄油	189—196	75—88	
椰子油	253—259	7—9	20—24
棕榈油	197—202	50—54	30—42
棕榈核油	243—249	16—19	25—28
可可脂	192—196	34—38	32—36
牛脂	193—197	43—47	40—44
猪油	193—198	57—73	28—40
黄油	218—245	25—38	28—38
鲱油	183—190	123—146	
鳕鱼油	180—185	165—170	

(5) 稠度

表示人造奶油、起酥油等可塑性油脂的硬度。稠度受以下几个因素的支配。

- ①固体脂的含量。
- ②结晶越微小、稠度越大。
- ③温度处理。人造奶油、起酥油制成后，根据不同的用途，要经过一个熟化的工序。在比熔点低 5 °C 的温度下进行 1—2 日的熟化，使含气性良好、稠度变小。
- ④添加高度氢化油时，出现稠度升高的倾向。

(6) 固体脂系数或 SFI Solid Fat Index

人造奶油、起酥油等可塑性油脂是由固体脂和液态油均匀混合而成。

想得知某温度下固体脂和液态油的比率，只要求出固体脂系数就可以了。

$$SFI = \frac{b}{a} \times 100 \quad (a \text{ 指溶化膨胀})$$

把可塑性油脂充分冷却到 $-30^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 时,假定油脂是100%的固体脂,给它慢慢加温后开始膨胀。膨胀系数100%的固体脂,和100%的液态油相似,各形成一直线。但部分溶化的膨胀系数却大不相同。

测定各种温度时的体积膨胀,能得出某温度下固体脂和液态油的比例。

固体脂系数作为了解人造奶油、起酥油等可塑性范围的方法被广泛使用。一般固体脂占10—30%的油脂可认为是加工制造糕点面包的可塑性范围。

(7) 穿透度 Penetration

穿透度是测定油脂稠度(硬度)的方法之一。

(8) 过氧化物值 (POV)

油脂氧化初期积蓄过氧化物,只要测定一下过氧化物含量,就可知道氧化的程度。

刚形成的油脂过氧化物值在1.0(毫克量/公斤)以下,随着贮藏期延长,过氧化物质逐渐增大。另外,油脂加热或接触到紫外线,过氧化物值都会升高,过氧化物值升到50—100左右时,发出酸败臭。

(9) 稳定度 Stability

作为测定油脂抗氧化的耐久力方法有AOM法(活性氧法)氧弹法、耐热试验法等。一般使用活性氧法和耐热试验法。

① AOM法(活性氧法)

使油脂在一定的条件下氧化,生成的过氧化物上升到100所用的时间为几个AOM时间。测定AOM时需要特别的装置,不过一般使用的是美国油脂化学协会的标准方法(AOCS)。

AOCS方法:往大型试验管内装入试料油20毫升,浸入被调节成 $97.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 的油浴中。

然后把一定量的净化过的空气(充分地除去了不纯物)(2.3CC/SEC)压入试料油中,每隔一定的时间取出少量的试料油测定过氧化物值。调查氧化度。

AOM时间越长、油脂的稳定性越高。

糕点、面包的混和用油,不必考虑AOM,但椒盐饼干、饼干等长期保存食品需要100小时以上的AOM值。

② 耐热试验:

耐热试验是常用检验饼干、小甜饼干、椒盐饼干等保存性糕点的方法。

方法简单,油脂的劣化接近于自然。因此常用来比较油脂的稳定性。

把油脂、小甜饼干等试料装入浅的玻璃烧杯内盖上玻璃板,放入调节成 $63 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的恒温槽内。每天在规定的时间内去闻试料的味儿,记下到发出明显酸败臭的天数。

这种方法所花的时间长,又是感官判定,所以,有必要进行味觉鉴赏训练。但由于检验的温度低,酸败臭和自然臭气相似,很不容易掌握。

耐热试验能预测出小甜饼干、饼干、椒盐饼干等油脂产品的鲜度,所以很方便。把耐热试验的结果换算成市场上的鲜度,常利用第1图的坐标图。