

食用固体油脂

——油脂译文集 第二册——

商业部粮食科技情报研究所

一九八四年五月

前 言

《食用固体油脂》系统地介绍了起酥油、人造奶油、可可脂、代可可脂的性能、生产工艺、生产设备、添加剂的使用及质量标准、测定方法等；对天然油脂的一般成分、毛油的制取、精炼、氢化、分提、酯交换，以及固体脂在食品加工中的应用作了论述，内容十分丰富。本资料与《食用油脂及其加工》互为表里，各有特色。对我国食用固体油脂的科研、生产和教学有一定的参考价值。

本资料译自日文《食用固体油脂》1981年版。作者：柳原昌一。

本资料由周奇文、丁纯基合译。个别地方有删节。

在本资料翻译过程中，得到了许多同志的热情帮助，特别是周奇文、丁纯基同志作了大量的翻译工作，在此表示衷心的感谢。

由于译者业务水平有限，译误之处敬请指正。

译者

1984年5月

目 录

第1章 天然油脂的一般成分.....	(1)
1 甘油酯.....	(1)
2 脂肪酸.....	(2)
3 油脂的附带成分.....	(5)
第2章 食用固体油脂的基本性质及其测定方法.....	(14)
1 固体油脂的可塑性.....	(14)
2 固体油脂的多晶型.....	(15)
3 与甘油酯的脂肪酸组成相关联的测定方法.....	(17)
4 熔点.....	(18)
5 凝固点.....	(20)
6 固体脂稠度的测定.....	(21)
7 固体脂指数的测定.....	(21)
8 热分析.....	(24)
第3章 食用固体油脂的品质管理.....	(28)
1 官能试验.....	(28)
2 酸价.....	(28)
3 油脂的氧化及其测定.....	(29)
4 色泽.....	(32)
5 烟点、闪点、燃点.....	(33)
第4章 各种油脂资源.....	(34)
1 乳脂.....	(34)
2 海产动物脂.....	(36)
3 陆产动物脂.....	(38)
4 植物油.....	(39)
5 植物脂.....	(44)
第5章 食用固体油脂的基本加工工艺.....	(47)
1 油脂的制取.....	(47)
2 从脱胶到脱臭.....	(48)
3 氢化.....	(51)
4 分级结晶.....	(54)
5 相互酯化.....	(55)
6 甘油酯化.....	(58)
7 可塑化.....	(58)
8 熟成.....	(60)
第6章 与食用固体脂有关的食品添加剂.....	(62)
1 乳化剂(表面活性剂).....	(62)

2	抗氧化剂	(66)
3	防腐剂	(68)
4	消沫剂	(68)
5	色素	(69)
6	香料	(69)
第7章 起酥油		(71)
1	起酥油的历史与现状	(71)
2	起酥油的名称、范围、定义	(71)
3	起酥油的标准	(72)
4	起酥油的种类	(72)
5	起酥油的加工特性	(74)
6	起酥油的制造	(76)
7	面包房用起酥油	(79)
第8章 人造奶油		(82)
1	人造奶油的诞生与发展	(82)
2	人造奶油的定义与标准	(82)
3	人造奶油的品质设计	(83)
4	人造奶油的原料、辅料	(85)
5	人造奶油的制造	(85)
6	家庭用人造奶油	(87)
7	加工面包用人造奶油	(89)
8	人造奶油的保存性及保存方法	(91)
第9章 猪油		(92)
1	精制猪油	(92)
2	猪油的特性与效用	(92)
3	猪油与胆固醇	(93)
第10章 奶油与黄油		(94)
1	奶油	(94)
2	调合奶油	(95)
3	植物性搅打奶油	(96)
4	黄油	(96)
第11章 面包加工与油脂		(102)
1	面包的种类与油脂	(102)
2	面包面团的调制方法	(103)
3	调粉用油脂	(104)
4	折叠用油脂	(106)
5	炸面卷与煎炸用油脂	(109)
6	特殊面包	(116)

7	冷冻面团.....	(116)
第12章	西式糕点与油脂.....	(118)
1	奶油蛋糕.....	(118)
2	起泡型蛋糕.....	(122)
3	奶油泡夫.....	(128)
4	馅饼与奶油松饼.....	(128)
第13章	糖霜.....	(131)
1	糖霜的特性.....	(131)
2	糖霜的类型.....	(131)
3	糖霜的主料和辅料.....	(132)
4	各种糕点使用的糖霜.....	(132)
5	无气泡糖霜.....	(132)
6	搅打奶油糖霜.....	(133)
7	搅打奶油.....	(134)
8	软糖料.....	(136)
9	熔化型糖霜.....	(136)
10	充气型糖霜.....	(137)
第14章	饼干类与油脂.....	(138)
1	饼干的种类.....	(138)
2	饼干用油脂.....	(139)
第15章	液体起酥油.....	(144)
1	面包用液体起酥油.....	(144)
2	连续法制面包用液体起酥油.....	(145)
3	饼干用液体起酥油.....	(146)
4	蛋糕用液体起酥油.....	(146)
第16章	煎炸食品与油脂.....	(148)
1	煎炸食品用油脂的种类.....	(148)
2	煎炸食品与温度.....	(149)
3	加热引起的油脂劣化.....	(150)
4	油脂的劣化对策.....	(150)
5	油量减少及其对策.....	(151)
6	煎炸稳定性试验法.....	(152)
7	油炸点心三例.....	(153)
第17章	巧克力与油脂.....	(155)
1	巧克力的定义与标准.....	(155)
2	巧克力的主料和辅料.....	(157)
3	巧克力的加工.....	(160)
4	涂抹巧克力.....	(161)
5	代可可脂.....	(164)
附 录	(169)

第 1 章 天然油脂的一般成分

1. 甘油酯 (Glycerides)

油脂的主要成分是由 3 价醇甘油与链式单羧酸—脂肪酸酯结合而成的甘油酯。通常 1 个甘油分子结合 3 个脂肪酸分子，被称为甘油三酸酯。而一个甘油分子结合 2 个或 1 个脂肪酸分子则分别称作甘油二酸酯和甘油一酸酯。油脂中甘油二酸酯和甘油一酸酯的含量较少；

甘油三酸酯的一般结构式如下：

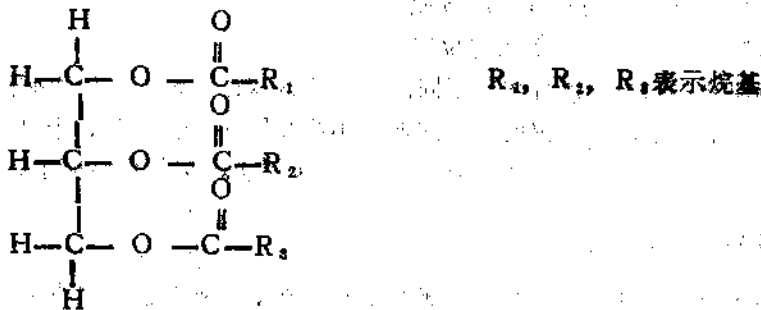
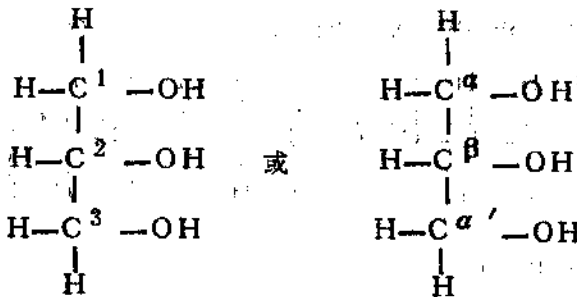


图 1.1 甘油三酸酯的一般结构式

图 1.1 中， $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ 相同时，即相同的 3 个脂肪酸分子与甘油结合的产物，被称作单烷基甘油酯，而与 2 种或 3 种脂肪酸结合的产物则被称作混烷基甘油酯。

甘油根据构成骨架的碳原子位置命名为 1、2、3 或 α, β, α' 。

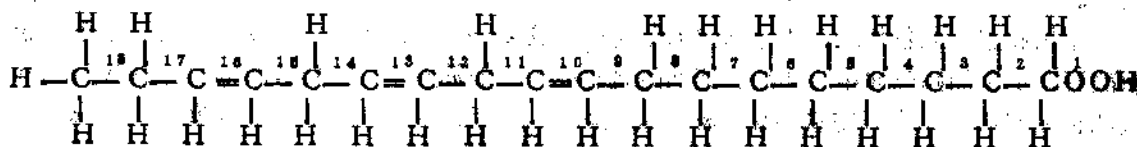


即使某种混烷基甘油酯的脂肪酸的种类相同，但是只要甘油的碳原子编号位置不同，甘油酯的性质也完全不同。例如棕榈酸 (P)，硬脂酸 (S) 和油酸 (O) 3 种脂肪酸存在时，在甘油酯碳原子 1、2、3 的位置上按 P、O、S 顺序结合的与按 O、P、S 顺序结合的，性质全然不同。前者是可可脂主要成分的甘油酯，后者是猪油主要成分的甘油酯。

有时用 $\text{GS}_1, \text{GS}_2\text{U}, \text{GSU}_2, \text{GU}_3$ 等符号表示甘油酯的结构。在这种情况下，G 代表甘油，S 代表饱和脂肪酸，U 代表不饱和脂肪酸，符号中的数字分别表示结合的脂肪酸分子数。而且， GS_3 表示全饱和甘油酯， GS_2U 表示二饱和甘油酯， GSU_2 表示一饱和甘油酯， GU_3 表示全不饱和甘油酯。另外，全饱和、二饱和、一饱和及全不饱和甘油酯也用 $\text{SSS}, \text{SSU}, \text{SUU}, \text{UUU}$ 表示。

甘油三酸酯的种类非常多，天然油脂的甘油酯组成在各种油脂中大体上有一定分布。而

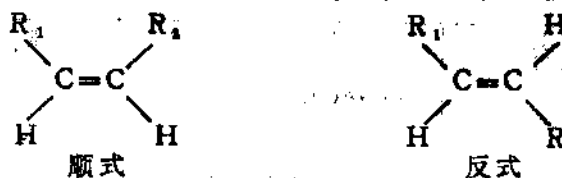
另外，在2个双键之间含1个亚甲基(—CH₂—)的脂肪酸比含2个以上亚甲基的脂肪酸更富于反应性。例如亚麻酸，如图所示，由于C¹¹及C¹⁴的亚甲基富于反应性，因此容易氧化。



亚麻酸

3) 顺式与反式 (cis, trans)

不饱和脂肪酸的几何异构体 (Geometri isomer) 有顺式和反式两种。顺式表示在同侧，如图所示，R₁, R₂在双键的同一侧。反式表示在对侧，R₁, R₂在双键的对侧。



R₁, R₂表示氢以外的原子团。

天然油脂的脂肪酸多属顺式，而反刍动物的牛脂、羊脂中分别含5.43%、10.75%反式酸。另外，非反刍动物的猪、马的脂肪中，由于饲料的原料不同，也有含反式酸的可能性。

反式酸中具有代表性的例子是含18个碳原子的反油酸。反油酸的顺式异构体是油酸。反式酸比含相同碳原子数的顺式酸的熔点高。例如油酸的熔点是16°C，反油酸的熔点是44°C，比较硬。而反式酸的反应性比顺式酸弱，因而比较稳定。

反式酸是氢化时产生的，利用红外光谱很容易测定，因此也用来检查氢化油中是否存在反式酸。

4) 脂肪酸的种类

表 1.1 主要饱和脂肪酸

惯 用 名	国 标 名	碳原子数	主要来源
丁 酸 (Butyric)	Butanoic	4	乳 脂
己 酸 (Caproic)	Hexanoic	6	乳 脂
辛 酸 (Caprylic)	Octanoic	8	椰子油
癸 酸 (Capric)	Decanoic	10	"
月 桂 酸 (Lauric)	Dodecanoic	12	"
肉豆蔻酸 (Myristic)	Tetradecanoic	14	"
棕 榈 酸 (Palmitic)	Hexadecanoic	16	多种油脂
硬 脂 酸 (Stearic)	Octadecanoic	18	"
花 生 酸 (Arachidic)	Eicosanoic	20	花生油
山 蕨 酸 (Behenic)	Docosanoic	22	"
巴 西 棕 榈 酸 (Lignoceric)	Tetracosanoic	24	"

主要饱和脂肪酸如表 1.1 所示, 此外还有 C₂₆ 的蜡酸, C₂₉ 的褐煤酸, C₃₀ 的蜂花酸等。另外, 癸酸以下的低级脂肪酸在水蒸气蒸馏下容易馏出, 因此这些酸又被称为挥发性脂肪酸。

不饱和脂肪酸包括从含 1 个双键的脂肪酸到含 4~6 个双键的脂肪酸。这种高不饱和脂肪酸存在于鱼油和鲸油中。油酸、亚油酸是存在于一般油脂中的脂肪酸, 而且亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸作为必需脂肪酸被称为维生素 F。大豆油中含 7~8% 的亚麻酸, 亚麻仁油等干性油中亚麻酸含量最多。而菜籽油中含 40~50% 的芥酸。

一般饱和脂肪酸由于烃基已经饱和, 所以缺少反应性, 而且比含有相同碳原子的不饱和脂肪酸的熔点高, 在常温下多为固体。与此相反, 不饱和脂肪酸由于烃基没有饱和, 所以反应性强。例如, 测定油脂的碘价来表示双键的碘附加程度, 另外, 由双键引起的氢化和氧化反应很多。

表 1.2 主要不饱和脂肪酸

惯 用 名	国 际 名	碳原子数	双键数	主要来源
癸烯酸 (Caproleic)	9-Decenoic	10	1	乳 脂
月桂烯酸 (Lauroleic)	9-Dodecenoic	12	1	"
肉豆蔻烯酸 (Myristoleic)	9-Tetradodecenoic	14	1	"
棕榈油酸 (Palmitoleic)	9-Hexadodecenoic	16	1	动物脂
油 酸 (Oleic)	9-Octadodecenoic	18	1	多数油脂
亚油酸 (Linoleic)	9,12-Octadecadienoic	18	2	"
亚麻酸 (Linolenic)	9,12,15-Octadecatrienoic	18	3	大豆油
桐 酸 (Eleostearic)	9,11,13-Octadecatrienoic	18	3	桐 油
鳕油酸 (Gadoleic)	9-Eicosenoic	20	1	鱼 油
芥 酸 (Erucic)	13-Docosenoic	22	1	菜 籽 油
十八碳四烯酸 (Moroctic)	4,8,12,15-Octadecatetraenoic	18	4	沙丁鱼油
鳕鱼酸 (Iwasiic)	4,8,12,15,19-Docosapentaenoic	22	5	"
尼斯腥酸 (Nisinic)	4,8,12,15,18,21-Tetracosahexaenoic	24	6	鲱鱼油

3、油脂的附带成分

1) 磷脂 (Phosphatides)

油脂的磷脂中含量最多的是甘油磷脂，磷脂是在甘油1,2位置上的脂肪酸与在甘油3的位置上磷酸结合后的甘油磷酸与碱性含氮化合物的结合物。磷脂是人体细胞壁与脂蛋白的重要组成部分。磷脂中包括卵磷脂、脑磷脂和肌醇磷脂等，其中含量最多的是卵磷脂。

卵磷脂的化学名称是磷脂酰胆碱，其分子结构式如下：R₁、R₂表示烷基。胆碱在磷酸中酯化。

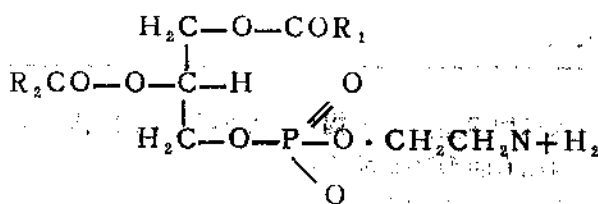


图 1.2 卵磷脂 (Lecithin) 结构式

脑磷脂 (Cephalin) 的化学名称是磷脂酰乙醇胺，胆胺与磷酸酯化生成脑磷脂。

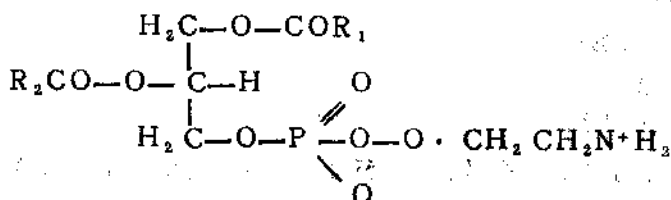


图 1.3 脑磷脂的结构式

肌醇磷脂的化学名称是磷脂酰肌醇。结构式如下：

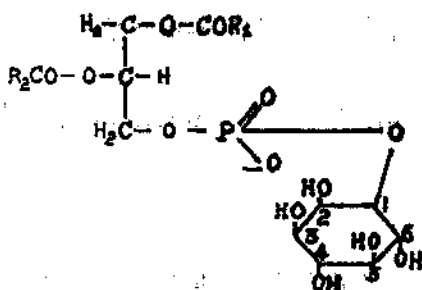


图 1.4 肌醇磷脂的结构式

大豆油中磷脂含量是大豆毛油的1.1—3.2% (普通约1.8%)，其中卵磷脂23%，脑磷脂31%，肌醇磷脂40%。这些统称为大豆卵磷脂。蛋黄的磷脂占蛋黄脂质的32.8%，其70%是卵磷脂。蛋黄的乳化力就是由卵磷脂和占蛋黄1.6%的胆固醇产生的，可是最近还有一种说法，脂蛋白是产生乳化力的主要原因。

玉米油中磷脂含量与大豆油差不多，为1—2%，棉籽油中磷脂含量为0.7—0.9%。动物脂肪中除了乳脂外，磷脂含量很少。各种油脂的磷脂含量如表1.3所示：

表 1.3 各种毛油中磷脂含量

毛油名	磷脂含量 (%)
大豆油	1.1—3.2% (普通约1.8%)
乳脂	1.4以下
米糠油	0.5
芝麻油	0.1
菜籽油	0.1
牛脂	0.07以下
猪油	0.05以下
羊脂	0.01

作为食品添加剂出售的大豆卵磷脂，为黄褐色、粘稠状的半固体或流动体。为了使制品具有流动性要添加脂肪酸，因此有的卵磷脂酸价较高。

食品卫生法中“大豆磷脂”的标准如下：

- (1) 酸价40以下
- (2) 苯不溶物0.3%以下
- (3) 丙酮不溶物40%以下
- (4) 砷2ppm以下
- (5) 重金属0.002%以下
- (6) 干燥减量2%以下

大豆卵磷脂有下述用途：

(1) 作为乳化剂添加到人造奶油、起酥油和流动性起酥油中。卵磷脂属于O/W型乳化剂。

在人造奶油中添加卵磷脂，用来烹调可防止油脂外溅。

(2) 能够防止油脂形成结晶。例如制造巧克力时，添加0.3%的卵磷脂，可以防止巧克力粘度上升，有利于加工。另外在夹心饼干的奶油中添加卵磷脂，可以防止奶油中油脂结晶，因而奶油保持软质，加工性能提高。

(3) 作为抗氧化剂使用。在油脂中添加卵磷脂作为其它抗氧化剂的增效剂使用，效果很大。

例如在天然维生素E的混合物中添加少量的卵磷脂，由于二者的增效作用，使抗氧化力增加。

2) 甾醇 (sterols)

甾醇广泛存在于动、植物的脂肪之中，油脂中不皂化物大部分是甾醇。不皂化物是指油脂在氢氧化钾作用下水解（称为皂化）时，不曾被水解的残留部分，含有甾醇、生育酚、维生素和碳水化合物等成分。

过去曾认为动物脂肪中所含的甾醇与植物中所含的甾醇是完全不同的物质，因而分别称为动物甾醇和植物甾醇。最近由于气相色谱法的进步，发现植物油脂中含动物甾醇和甾醇。

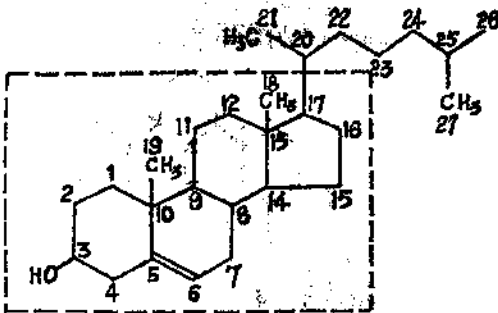
醇，而动物油脂中含植物甾醇的麦角甾醇，因此，动、植物甾醇不能断然加以区别。在植物油脂中检出的胆固醇如表 1.4 所示，种类很多，尤其是棕榈油的甾醇含量很高。

表 1.4 各种植物油中胆固醇含量

植物油脂	含量 (全甾醇中的胆固醇%)
棕榈油	2.8~3.6
棕榈核油	1.3
椰子油	0.6~2.8
花生油	0.2~1.8
菜籽油	1.4
红花油	0.4
可可脂	0.9~1.5
亚麻仁油	2.0
雪亚脂	0.5

(1) 甾醇的基本结构

甾醇的分子结构如图 1.5 所示，甾醇是含类甾醇环的醇，在 17 的位置上有 8—10 个碳原子的支链，3 的位置上有 OH，而且多在 5、6 之间含有双键。



食用油脂中甾醇的种类

天然甾醇的种类很多，而食用油脂中只含胆固醇、菜油甾醇、菜籽甾醇、谷甾醇和豆甾醇 5 种甾醇。

图 1.5 胆固醇的分子结构 (虚线内是甾醇的基本构造)

表 1.5 食用油脂中的甾醇

名称	分子式	双键位置	主要分布
胆固醇 (Cholesterol)	$C_{27}H_{46}O$	Δ_5	动物组织
菜油甾醇 (Campesterol)	$C_{28}H_{48}O$	Δ_5	大豆油 红花油
菜籽甾醇 (Brassicasterol)	$C_{28}H_{48}O$	Δ_5, Δ_{22}	菜籽油
谷甾醇 (β -sitosterol)	$C_{28}H_{48}O$	Δ_5	棉籽油 高等植物油
豆甾醇 (Stigmasterol)	$C_{29}H_{48}O$	Δ_5, Δ_{22}	大豆油 高等植物油

甾醇不溶于水，溶于有机溶剂，除少数例外，与洋地黄皂甙合成难溶性的分子化合物洋地黄皂化物(Digitonid)。这种化合物用于甾醇的分离定量。

(2) 胆固醇

最近，人们强调胆固醇能诱发动脉硬化和心肌梗塞，可是在健康人体内的脑神经、肝脏血液及其它器官中含100—200g胆固醇，尤其是细胞壁中的胆固醇含量很高。而且胆固醇能合成胆汁酸，有助于脂肪消化，另外胆固醇还能合成副肾上腺激素和性激素，在体内起着重要作用。在人体肝脏等器官中每日大约合成1.2g胆固醇。每日从饮食中摄取0.3—0.5g胆固醇，也就是说人们从饮食中摄取的胆固醇要比体内合成的量少得多。这是由于胆汁酸的变化，被肠壁吸收，被脂蛋白吸收而易溶于水，在血液中循环的结果。

鱼油、乳脂和蛋中的胆固醇含量高，每100g分别含500、350和350mg左右。尤其是蛋黄中胆固醇含量很高，约为1000mg，即含1%。油脂经精炼、氢化处理后，胆固醇大幅度减少。

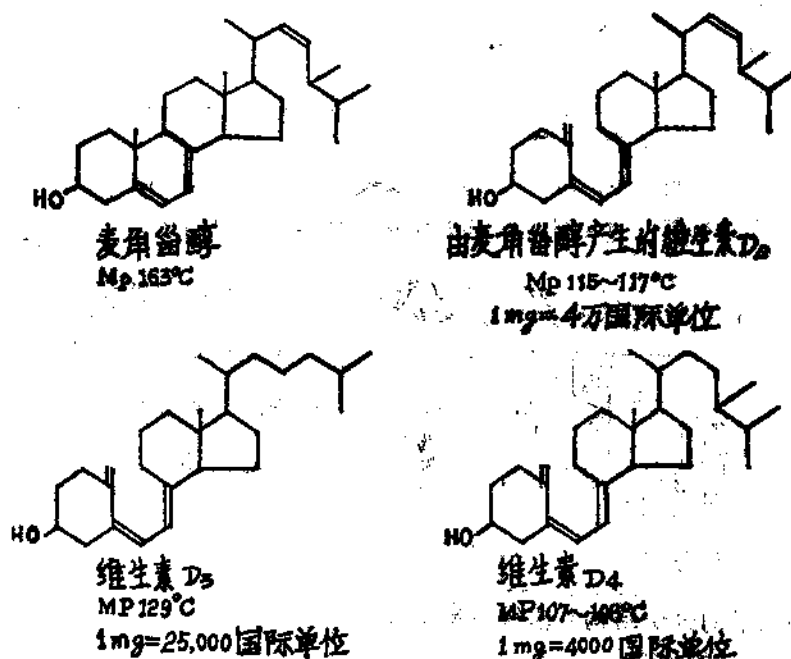


图 1.6 麦角甾醇，维生素D群的结构式

(3) 前维生素D

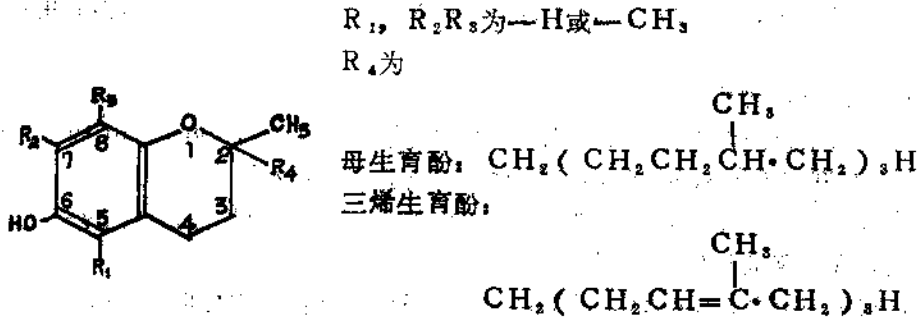
麦角甾醇存在于酵母、麦角和蘑菇中，大量吸收紫外线后变成维生素D₂。同样，7,8-脱氢胆固醇，22-二氢胆固醇经紫外线照射后分别变成维生素D₃和维生素D₄。这种经紫外线照射变化成的维生素就叫作前维生素。

3) 生育酚，维生素E

生育酚在高等动、植物中分布很广，特别是与脂质、维生素、色素等容易氧化的成分共存。其作用在于防止氧化。生育酚主要存在于不饱和脂肪酸含量高的脂肪中，植物油中含量多，动物油中含量少。例如大豆油、红花油中含量多，而饱和脂肪酸含量多的椰子油中含量

少，牛脂和猪油等动物脂中几乎不含生育酚。

生育酚又称维生素E。1922年Evans等发现小麦胚芽油中含有一种抗不妊性物质，后来这种物质被命名为生育酚。目前已经发现了天然维生素E的8种同系物，这些同系物的化学结构如图1.7所示。在植物油中一般存在α、γ、δ生育酚的组合物，β生育酚和三烯生育酚只少量存在于特殊的油脂中。



母生育酚 (Tocols)	三烯生育酚 (Tocotrienols)	甲基的位置
α—生育酚	α—三烯生育酚	5、7、8
β— "	β— "	5、8
γ— "	γ— "	7、8
δ— "	δ— "	8

图 1.7 存在于自然界的维生素E的同系物

如图所示，生育酚是酚性抗氧化剂，由色满核与支链的植物醇组成。

根据兼松的报告，人造奶油，乳脂和植物油中的生育酚含量如表1.6所示：

表 1.6 各种油脂中的生育酚含量

(每100g脂质中的mg数)

油脂种类	总生育酚		
市售人造奶油	A 11.54	B 27.32	C 1.62
奶 油	2.0		
牛 乳 脂	2.7		
人 乳	24.9		
椰子油	3.0, 8.3		
玉米油	87—250, 102, 70—250		
棉籽油	83—110, 86, 87		
棕榈油	3—50, 56, 2.7—56		
花生油	22—59, 34, 110		
米胚芽油	55—100, 29—163		
大豆油	92—280, 120, 92, 74, 77		
菜籽油	57		

大豆油脱臭物 (可以看作脱臭馏出物) 12.6×10^3

米糠油脱臭物 (可以看作脱臭馏出物) 4.8×10^3

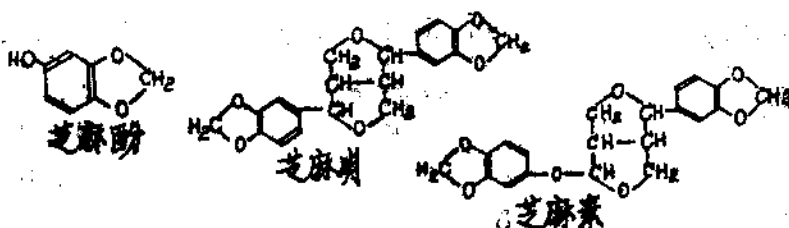
天然浓缩生育酚是以大豆油等脱臭馏出物为原料,精制而成的,近年来作为天然抗氧化剂添加到人造奶油,猪油,牛脂,棕榈油和各种油脂中。另外,合成品d1- α -生育酚作为食品添加剂,已于1971年2月得到认可,生育酚在医药品、化妆品、饲料等方面的用途也很广泛。

生育酚以外的抗氧化物质

在天然油脂中除生育酚以外还存在其它一些抗氧化物质。例如芝麻油中的芝麻酚 (Sesamol) 以芝麻素 (Sesamoline) 这种配糖物的形式存在。

米糠油中含有谷维素。谷维素是阿魏酸的三萜醇酯。如果油脂中谷维素的浓度达到0.5%以上,那么就会发挥很强的抗氧化力。

棉籽油中含被称为棉酚 (Gossypol) 的复杂的酚性化合物,棉酚也有很强的抗氧化力。



4) 油脂的色泽

天然油脂的色泽是判断油脂原料新鲜度和榨油技术合适与否的尺度之一。

一般的油脂呈黄色至橙黄色,这是由于油脂中含有类胡萝卜素 (Carotinoids) 系的油溶性色素,具有代表性的是 β 胡萝卜素。胡萝卜素的化学结构如下,胡萝卜素在人体内分解生成维生素A,因此,胡萝卜素又被称为前维生素A。

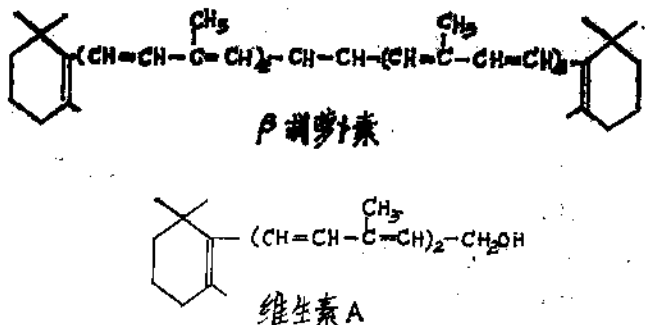


图 1.8 β 胡萝卜素及维生素A的化学结构

棕榈油毛油中呈浓厚的赤黄色,这是由于棕榈油中除含 α 胡萝卜素外还含0.1%的 β 胡萝卜素。另外,冬季的奶油色泽比夏季奶油的色泽浅,这是因为冬季饲料中的类胡萝卜素比较少的缘故。市售的奶油中都添加 β 胡萝卜素,以保持色泽在一年之内不发生变化。类胡萝卜素通过还原使双键减少,因此,氢化能起到脱色的效果。另外,

类胡萝卜素通过加热可以分解,因此在脱臭的过程中也能脱色。

叶绿素使油脂带上绿色。每1l大豆油中含1500 μ g叶绿素。米糠油中色素的主要成分是叶绿素,橙黄色部分是由含羟基的类胡萝卜素及其氧化生成物组成的。叶绿素遇热或遇碱变

弱，因此比较容易脱色。

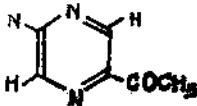
棉籽油毛油中的色泽比较明显，这是由于棉籽油毛油中含有紫黑色的色素—棉酚红紫素（Gossypururin）。这种色素在酸的作用下很容易分解，生成棉酚。棉酚是碱可溶性的黄色色素。

动物的脂肪组织中没有色素腺，所以正常的动物油脂的色泽比植物油脂浅。可是当原料比较差和榨油方法简陋时，类黑素化合物就会进到油脂中，原料中蛋白质和碳水化合物的分解产物也会混入到油脂中，使油脂的色泽变暗。由于上述原因造成的油脂色泽很难除去。水产动物油脂的赤褐色非常明显，形成色泽的原因如同上述，特别是不能忽视海产动物中所含的三甲胺氧化物及其还原生成物—三甲胺的存在。当氧化油脂与三甲胺共存时便会产生赤变现象。

5) 油脂的臭味成分

天然油脂一般都带有各自固有的气味。这些气味除了油脂的固有成分外，还包括由于氧化分解所产生的臭味。许多研究者在报告中指出：油脂的臭味是由萜系碳氢化合物、饱和或不饱和烃、脂肪酸、醛、酮等化合物产生的。

芝麻的香味的主要成分是从乙酰吡嗪中分离出来的。



乙酰吡嗪

椰子油的特有风味主要是甲基壬酮，月桂醛等成分。

菜籽油的气味是由含硫化合物产生的。

奶油中含各种挥发性脂肪酸，此外还含氧化生成的醛、酮等臭味成分， γ 内脂， δ 内脂，二甲基硫及其它芳香族化合物。奶油的风味构成如图 1.9 所示：

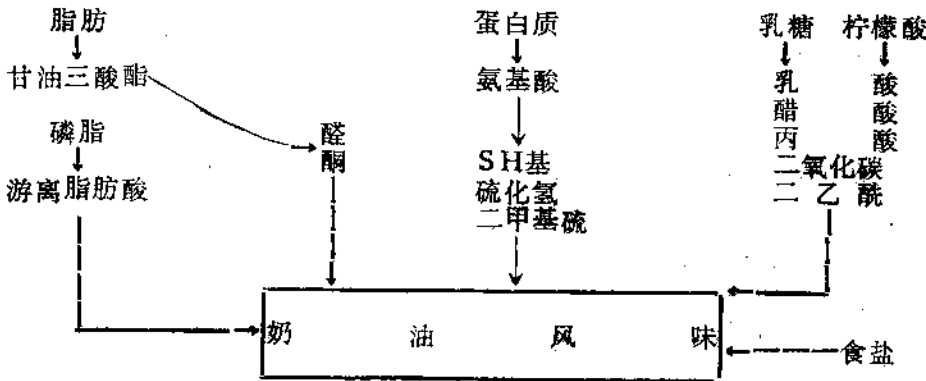


图 1.9 奶油的风味构成

二乙酰是奶油味的重要成分，在奶油中检出 2—4 ppm，可是仅含二乙酰味道还不好，只有同时含乳酸和丙酸时，才产生香味。

饱和、不饱和醛是奶油氧化产生的氧化臭、牛脂臭、油臭、油漆臭、金属臭的原因物质，正常的乳脂中也含极少量的醛。可是顺式—4—庚烯醛的含量为 1.5 ppb，使奶油带有爽快的乳脂香味。

在奶油的香味中普遍检出奇数碳原子的饱和甲基酮（ $C_3—C_{15}$ ），特别是检出 C_7 庚酮， C_9 壬酮。

二甲基硫是由半胱氨酸产生的，是奶油风味的良好成分，含量为10—40ppb。

此外奶油香味成分中还含有甲苯、甲酚、酚和苯甲醛等芳香族成分。

鱼油的特征是具有强烈的鱼臭。鱼臭是三甲胺、吡嗪、醛类、甲基硫醇、苯乙酸、吲哚以及低级脂肪酸的混合物，其中也混入氧化油臭。

脂肪酸也有气味，癸酸（ C_{10} ）以下的挥发性脂肪酸作为臭味成分不断被检出。另外，月桂酸（ C_{12} ）、肉豆蔻酸（ C_{14} ）也都分别带有气味。

6) 维生素

脂溶性维生素中包括A、D、E、F、K等。

维生素A

维生素A是动物成长所必需的维生素，肝油中含量很多。日本农林水产省的标准规定，强化人造奶油中每100g含4500国际单位的维生素A。奶油中也含有同程度的维生素A，不过随着季节的变化，维生素A的含量发生很大变动。

维生素D

维生素D又被称为抗佝偻病维生素。佝偻病是由于紫外线照射不足而发生的骨骼障碍。维生素D可通过麦角甾醇经紫外线照射获取。

肝脏、瘦肉、蛋黄、奶油中维生素D的含量较多。特别是鱼油中含量丰富，金枪鱼的肝油中每克含25000—60000国际单位，鲤鱼的肝油中每克含25000—250000国际单位的 V_D 。

维生素E

维生素E是抗不妊性因子，是天然抗氧化剂。

维生素F

维生素F又名必需脂肪酸，包括亚油酸，亚麻酸和花生四烯酸等。这些脂肪酸具有降血中胆固醇的作用，但是如果这些多不饱和脂肪酸（简称PUFA）的摄取量过大，则容易在体内氧化，氧化生成物在体内蓄积会产生毒性，引起脑血栓、肌肉萎缩和贫血症等。如果同时摄取维生素E就能防止上述危害。

维生素E（mg）与PUFA（g）的比例，即， $VE（mg）/PUFA（g）$ 比值在0.8以上为宜。

维生素K

维生素K是血液凝固性维生素，1939年，Doisy等从苜蓿中分离出 V_{K1} ，从腐败的鱼中分离出 V_{K2} 。其基本骨格为2甲基、1.4萘醌，称作 V_{K3} 。目前作为医药品使用的是 V_{K1} 。

维生素K多含于肝油、肝脏及骨髓中。植物中的菠菜、卷心菜、西红柿和海藻中的维生素K的含量也很多。