

# 单元五 食品中的脂类

- 一、脂类的定义和分类
- 二、脂肪酸及脂肪的性质
- 三、油脂的乳化
- 四、脂肪的自动氧化及控制
- 五、食品加热过程中的油脂变化



### 三 脂肪的自氧化及其控制

油脂的自动氧化指活化的含烯底物（油脂分子中的不饱和脂肪酸）与空气中氧之间所发生的自由基类型的反应。此类反应无需加热，也无需加特殊的催化剂。

油脂暴露于空气中会自发地进行氧化作用，产生低级醛、酮、羧酸等。这些物质具有令人不快的嗅感，从而使油脂发生酸败（耗败）。发生酸败的油脂丧失了营养价值，甚至变得有毒。

## 1. 不饱和油脂的自氧化

不饱和油脂的自动氧化是游离基反应历程。以RH代表不饱和脂肪，则：



第一步：引发（慢，诱导期）



第二步：传递（快，活性氧吸收期）



第三步：分解



第四步：终止



脂肪分子的不同部位对活化的敏感性不同，一般以双键的  $\alpha$ -亚甲基最易生成自由基。



## 2. 饱和脂肪的氧化

饱和脂肪无双键的  $\alpha$ -亚甲基，不易形成碳自由基，但由于饱和脂肪酸常与不饱和脂肪酸共存，它很易受到由不饱和酸产生的氢过氧化物的氧化而生成氢过氧化物，饱和酸的自氧化主要在一COOH的邻位上进行。



### 3. 氢过氧化物的降解

氢过氧化物是不稳定的化合物，易发生分解而重新生成游离基，再进一步氧化生成各种化合物。

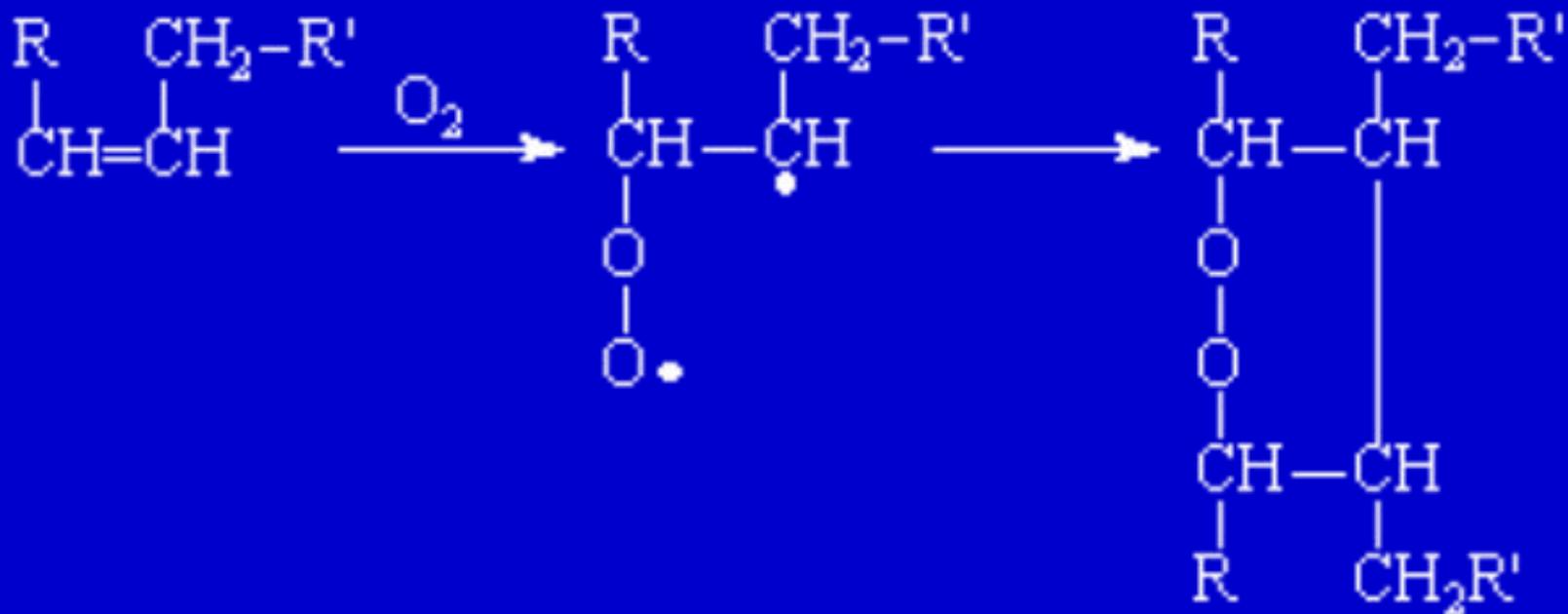




## 4. 聚合反应

不饱和酸在氧化过程中，在形成低分子化合物的同时也生成一些聚合物。如：此二聚体还可以进而形成三聚体或多聚体。如：





这种聚合是—O—O—交联，而不是—C—C—结合。

## 5. 影响脂肪自动氧化速度的因素

油脂的氧化反应是油脂食品化学的主要内容，也是油脂或油性食品败坏的主要原因。

脂肪酸的组成及结构：

氧化主要发生在不饱和脂肪酸上，饱和脂肪酸难以氧化；

不饱和脂肪酸中C=C数目增加，氧化速度加快；顺式双键比反式氧化速度快；共轭双键反应速度快；

氧：

低氧浓度时，油脂氧化与氧浓度近似正比。

## 温度：

温度增加，油脂的氧化速度提高；这是因为温度提高有利于自由基的生成和反应。

油脂加工时的温度条件也能影响其以后的加工和贮藏特性。一般经较高温度的提取或精炼过程的油脂（如猪脂）较容易氧化。

水分：

水分特别是水分活度对于油脂氧化速度的影响，总的趋势是当水分活度在0.33时，油脂的氧化反应速度最慢。随着水分活度的降低和升高，油脂氧化的速度均有所增加。

表面积：

油脂表面积越大，氧化反应速度越快；这也是油性食品贮藏期远比纯油脂短的原因。

助氧化剂（金属离子）：

一些二价或多价，如 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 等的金属离子常可促进油脂氧化反应的进行，称这些金属离子为助氧化剂。金属离子在油脂氧化中通过下面三种方式发挥促进的作用：

- （一）促进氢过氧化物分解，产生新的自由基
- （二）直接使有机物氧化
- （三）活化氧分子

光和射线：

光线或射线是能量，可以促使油脂产生自由基或促使氢过氧化物分解。

抗氧化剂：

即能防止或抑制油脂氧化反应的物质。这类物质可以通过不同方式发挥作用，有天然和人工合成两大类。

油脂的过氧化值 (POV) :

过氧化值: 指1kg油脂中所含氢过氧化化合物的毫摩尔数。

过氧化值在油脂的氧化初期随着时间的延长而增加, 而在后期则由于氢过氧化物分解速度的加快, 其实际存在量会降低。因此用过氧化值评价油脂氧化的趋势多用于氧化的初期。

阻止含脂食品氧化，最普遍的办法是：

采用真空或充 $N_2$ 包装；

使用透气性低的有色或遮光的包装材料；

尽可能避免在加工、贮存中混入Fe、Cu等金属离子；

避光、避免用金属罐、塑料桶装油 —— 用有色玻璃瓶或瓷瓶装。

添加油脂抗氧化剂。

## 6. 抗氧化剂

能阻止、延迟油脂自动氧化作用的物质称为抗氧化剂。

抗氧化剂能与油脂氧化时生成的游离基及过氧化物游离基抢先反应，生成稳定的游离基而终止链锁反应。



食用油脂的抗氧化剂必须满足下列要求：

- (1) 低浓度即可有效。
- (2) 抗氧化剂及氧化物、以及它们与食品成分作用的产物都应无毒。
- (3) 不致使食品发生异味、异臭。
- (4) 成本便宜。



天然的抗氧化剂有生育酚（VE）、单宁、棉酚、没食子酸、愈疮树脂等。

现在允许使用的合成抗氧化剂主要有以下几种：

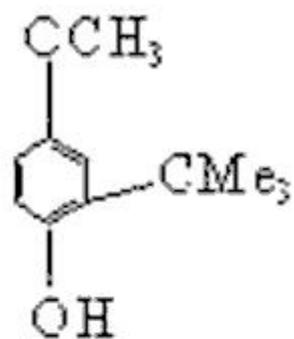
a. BHA即丁基羟基苯甲醚，它是3-BHA及2-BHA的混合物，一般3-BHA>90%。

b. BHT即二丁基羟基甲苯。

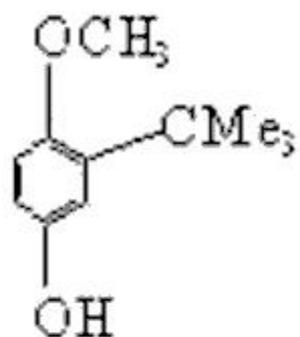
c. PG即没食子酸丙酯。

d. TBHQ即叔丁基对苯二酚。

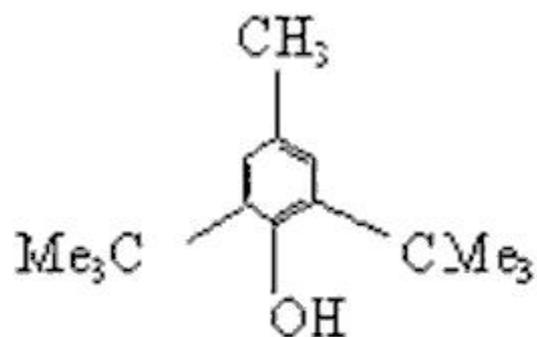




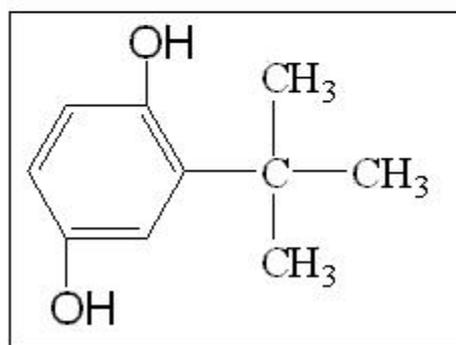
3-BHA



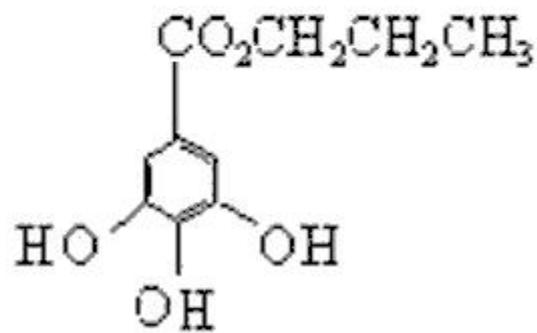
2-BHA



BHT



TBHQ

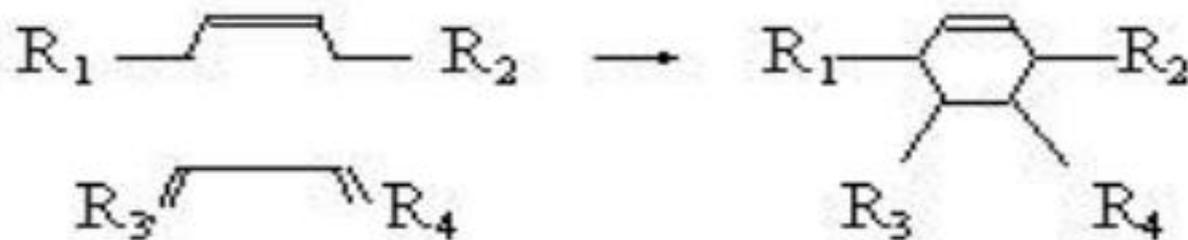


PG

## 四 食品热加工过程中油脂的变化

油脂经长时间加热，会发生水解，黏度增高，酸价增高以及产生刺激性气味等变化。

油脂热增稠是由于发生了聚合作用，当温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 时，增稠速度极快，如：



而酸价增高及刺激性气味的产生，则是油脂在高温下分解生成了酸、醛、酮等化合物。金属离子如 $\text{Fe}^{2+}$ 的存在可催化热解。

热变性的脂肪不仅味感变劣，而且丧失营养，甚至还有毒性。

# 五 油脂加工化学

## 1. 油脂精炼

粗油脂中含有可产生不良风味和色泽或不利于保藏的物质，如游离脂肪酸、磷脂、糖类化合物，蛋白质及其降解产物、水、叶绿素等，需精炼除去。

1、沉降和脱胶

2、中和

3、漂白

4、脱臭



## 2. 油脂氢化

油脂氢化是油脂中不饱和脂肪酸双键与氢发生加成反应的过程，它可使液体油脂转变成半固体脂肪或可塑性脂肪 (plastic fats)，如，起酥油和人造奶油。

### 3. 酯交换

酯交换是使脂肪酸重排，以提高油脂的稠度和适用性，广泛应用在起酥油的生产中。



猪油中二饱和三酰基甘油分子的碳2位置上大部分是棕榈酸，如直接用猪油加工成起酥油，不但会出现粒状稠性，而且在焙烤中表现出不良性能。将猪油酯交换后，得到的油脂可改善其塑性范围并制成性能较好的起酥油。

起酥油(shortening)，俗称白油，是用来造饼干、糕点、酥皮时，使制品酥脆易碎的油脂。起酥油具可塑性，起酥性和酪化性能。

可塑性是指起酥油在温室下呈固态不大流动，不太硬，不太软，可任意形成各种形状而不变形。

起酥性是指起酥油使食品酥脆易碎。起酥油揉和到面粉团内，隔离面粉颗粒间的粘合，阻碍面筋网的形成，烘焙后内部形成片状，口感酥脆。

酪化性是指油脂在高速搅拌时，混入空气，形成大量小气泡，使到面浆体积增大。烘焙后，糕点有很多海绵状的蜂窝，质地柔软。

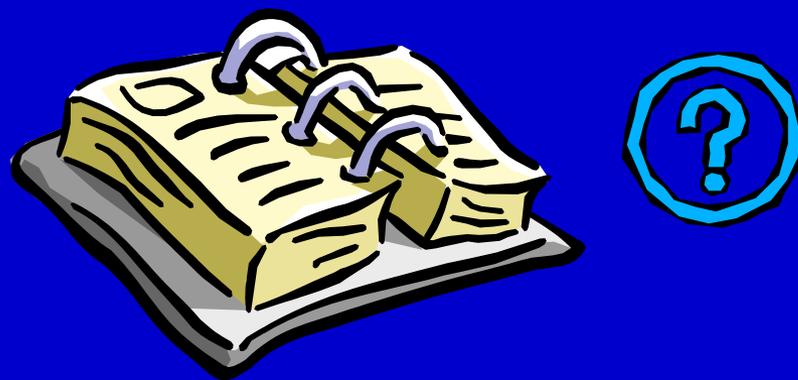
从前猪油是被公认为天然的起酥油，但现在逐渐被人造起酥油取代。

棕榈油定向酯交换后可制成浊点 (cloud point) 较低的色拉油。

酯交换还用于生产稳定性高的人造黄油，以及熔化特性符合要求的硬奶油。

## 本章思考题

1. 归纳总结判断优质品质的几个指标？指出分别是什么？
2. 举例说明什么叫做乳化剂。



本单元内容完

谢谢大家