

# 第七章

## 脂质和生物膜

北京化工大学  
王炳武

# 本章内容

---

概述

★脂质的结构和性质  
生物膜

北京化工大学  
王炳武

# 第一节 概述

---

北京化工大学  
王炳武

# 脂质 (lipid, 脂类)

- \* 一类基本不溶于水而溶于非极性溶剂的生物有机分子
- \* **大多数**脂类的化学本质是脂肪酸和醇所形成的酯类及其衍生物
  - \* 脂肪酸多为4碳以上的长链一元羧酸
  - \* 醇成分包括甘油、鞘氨醇、高级一元醇和固醇

# 脂类的分类 (按化学结构分)

## \* 单纯脂类

- \* 由高级脂肪酸和醇生成的酯，如甘油三酯、蜡

## \* 复合脂类

- \* 除了含有脂肪酸和醇外，还含有非脂的成分，如磷脂、糖脂

## \* 结合脂类

北京化工大学  
王炳武

# 脂类的作用

- \* 脂肪是生物体的重要代谢燃料，是贮存能量的主要形式
- \* 机体表面的脂类有防止机械损伤和防止热量散发的作用
- \* 磷脂、糖脂和固醇是构成生物膜的重要物质
- \* 有些脂类，如萜、类固醇可转化为维生素、激素等

# 第二节 脂质的结构和性质

脂酰甘油类

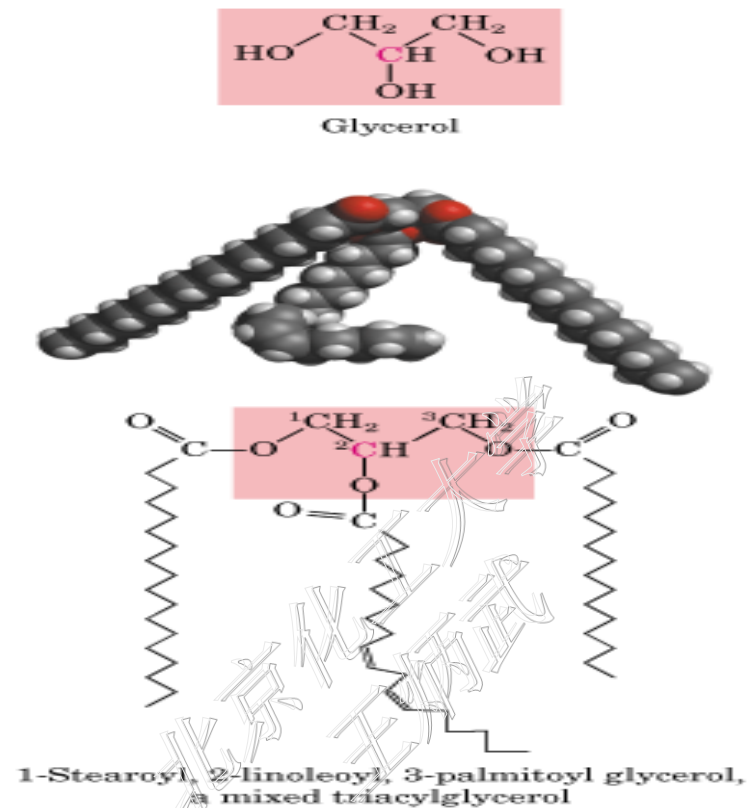
磷脂类

固醇类

北京化工大学  
王炳武

# 一、脂酰甘油类

- \* 也称为脂肪、酰基甘油
- \* 由甘油和脂肪酸组成
- \* 单纯甘油酯、混合甘油酯
- \* 单酰甘油、二酰甘油





- \* 植物油

- \* 大豆、花生、油菜籽、芝麻

- \* 动物脂

- \* 皮下、肠系膜

- \* 微生物油脂

北京化工大学  
王炳武

# 1、脂肪酸 fatty acid

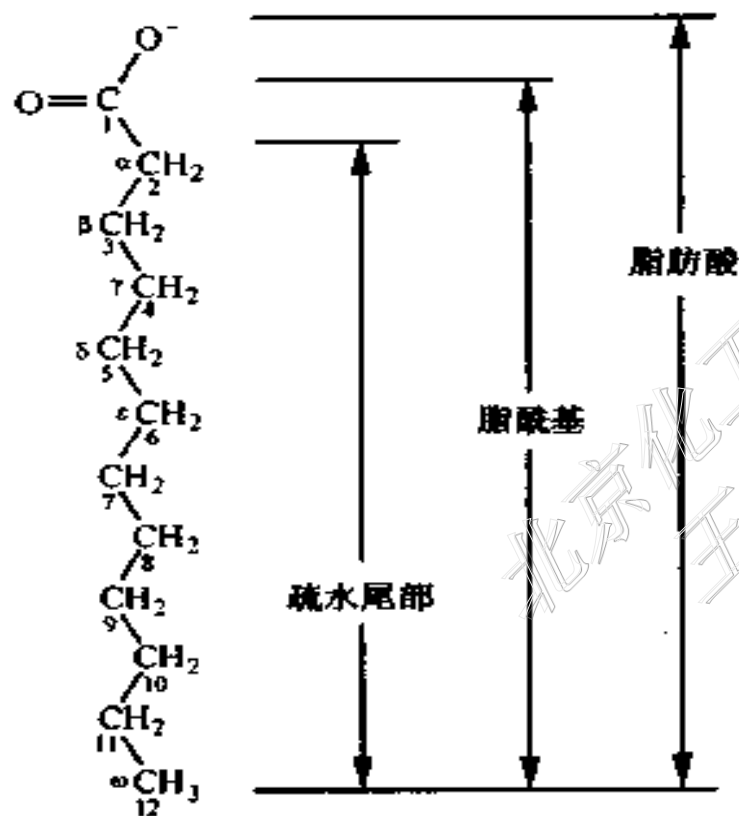


图 6.2 脂肪酸的基本结构和命名

低级脂肪酸：碳原子数小于10的脂肪酸；熔点偏低，常温下呈液态

高级脂肪酸：碳原子数大于10的脂肪酸，常温下为固体

- \* 高等动植物体内脂肪酸的碳原子数通常为偶数，极少数为奇数
- \* 常见的饱和脂肪酸：硬脂酸、软脂酸（棕榈酸）
- \* 常见的不饱和脂肪酸：油酸、亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸（ARA）
- \* 多烯酸通常间隔3个碳原子出现一个双键
- \* 不饱和脂肪酸具有顺反（cis-、trans-）异构现象，天然存在的多为      异构体

# 脂肪酸的分类

按碳数分：短链（2~4C）  
中链（6~10C）  
长链（12~26C）

按双键分：饱和、不饱和

按来源分：必需

非必需

必须由食物供给  
（含两个双键以上）  
亚油酸，亚麻酸，  
花生四烯酸

机体可自身合成  
（饱和、单不饱和）

# 补充：DHA

- \* 大脑、神经和视觉细胞中重要的脂肪酸成分
  - \* 影响胎儿大脑、神经系统发育
  - \* 影响婴幼儿大脑和视觉系统发育
  - \* 导致患老年痴呆症
  - \* 导致视力下降

北京化工大学  
王炳武

# 脂肪酸的简写

先写碳原子数，再写双键的数目，最后标明双键的位置

北京化工大学  
王炳武

### 3、油脂的理化性质

---

- \* 溶解性
- \* 熔点
- \* 乳化作用
- \* 水解作用
- \* 加成作用
- \* 氧化作用

北京化工大学  
王炳武



# 1) 溶解性和熔点

- \* 脂肪一般不溶于水，溶于有机溶剂
- \* 脂肪在水中的溶解度随着脂肪酸分子所含碳原子数的增加而\_\_\_\_\_。
- \* 脂肪的熔点随着脂肪酸碳原子数的增加而\_\_\_\_\_，随着不饱和度增加而\_\_\_\_\_。

北京化工大学  
王炳武



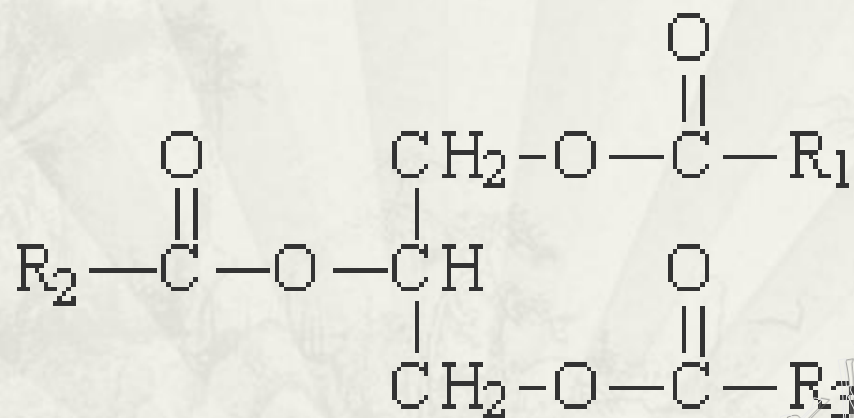
## 2) 乳化作用

- \* 在乳化剂的作用下，油脂变成很小的颗粒均匀分散在水中形成稳定的乳状液
- \* 应用
  - \* 脂肪的消化（胆汁酸盐）
  - \* 肥皂去污

北京化工大学  
王炳武

### 3) 水解作用

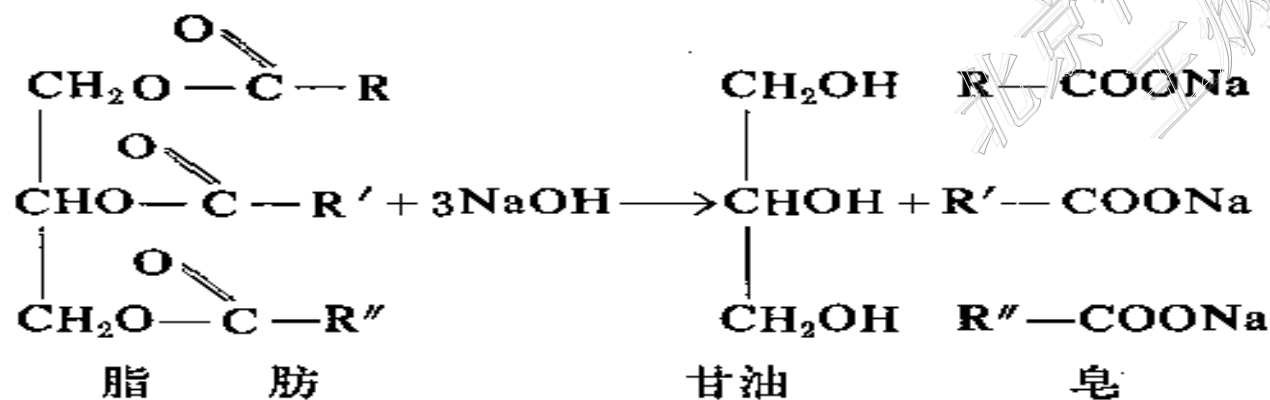
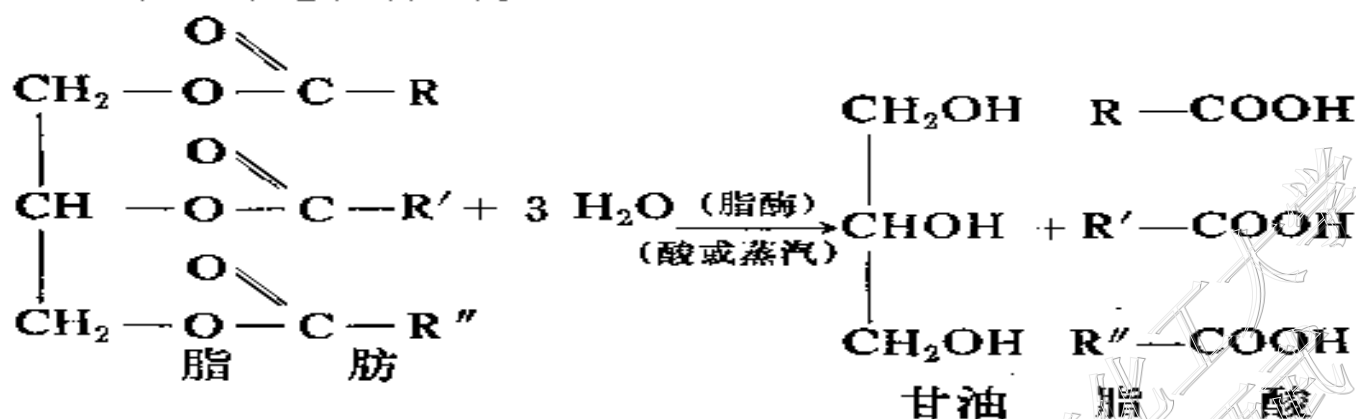
\* 酸、碱、酶



北京化工大学  
王炳武

# 皂和皂化作用

**原理** 脂肪即中性脂,为脂酸与丙三醇所成的酯。一切脂肪都能被酸、碱、蒸汽及酶所水解,产生甘油和脂酸。如果催化剂是碱,则得甘油和脂酸的盐类,这种盐类称皂,脂肪的碱水解称为皂化作用。



# 补充：脂的分类（按能否皂化分）

## \* 可皂化脂类

- \* 能被碱水解而产生皂（脂肪酸盐）的称为可皂化脂类

## \* 不可皂化脂类

- \* 不能被碱水解而产生皂（脂肪酸盐）的称为不可皂化脂类，主要有不含脂肪酸的萜类和固醇类

北京化工大学  
王炳武

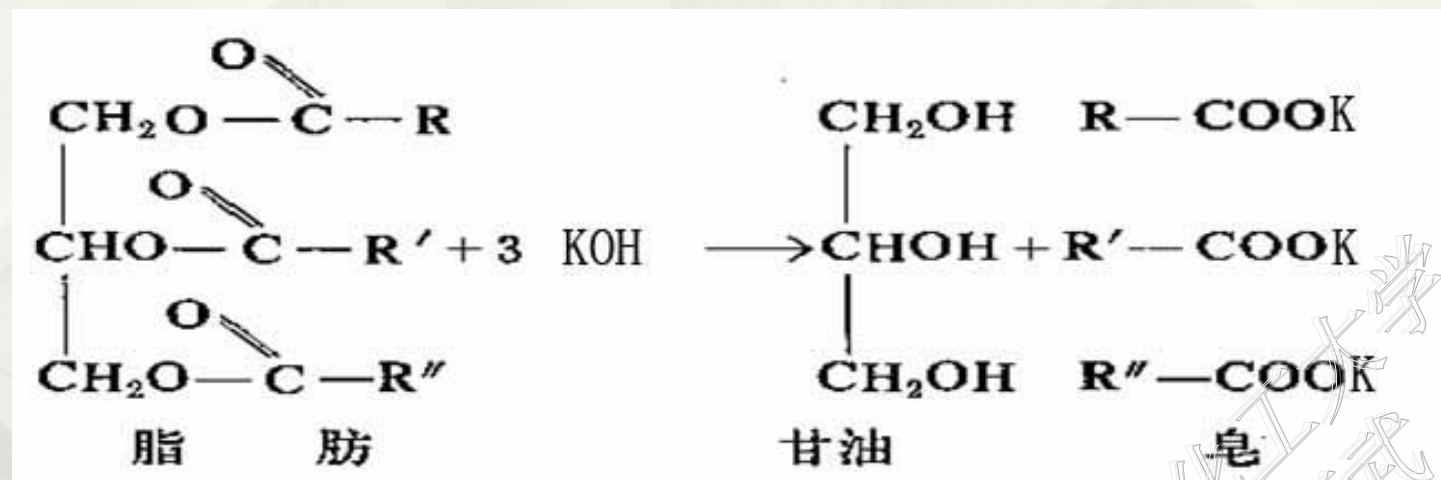
# 皂化值

**原理** 脂肪的碱水解称皂化作用。皂化 1 g 脂肪所需 KOH 的 mg 数，称为皂化价。脂肪的皂化价和其分子量成反比(亦与其所含脂酸分子量成反比)，由皂化价的数值可知混合脂肪(或脂酸)的平均分子量。

北京化工大学  
王炳武

# 油脂平均分子量

\* 油脂的皂化值与分子质量成反比



$$M_r = \frac{3 \times 56 \times 1000}{\text{皂化值}}$$

## 4) 氧化作用

---

- \* 生物体内油脂代谢

- \* 酸败

- \* 双键被氧化 (光、热、湿气)

- \* 微生物

北京化工大学  
王炳武

# 酸值

- \* 中和1g油脂中游离脂肪酸所需氢氧化钾的mg数
- \* 酸值越大，油脂的品质越差
  - \* 酸价高于 $3.5\text{mgKOH/g}$ 时，油脂出现哈喇味；
  - \* 酸价超过 $4\text{ mgKOH/g}$ 时，食用后可引起呕吐、腹泻等中毒现象
  - \* 食用植物油的酸价控制在 $3.0\text{mgKOH/g}$ 之内



## 5) 加成作用

- \* 双键

- \* 氢化作用

  - \* 氢化油（硬化油）

  - \* 人造奶油、人造牛油

早期的人造奶油是用牛脂为原料的,后又用猪油和鱼油等动物油来加工。随着油脂氢化技术的应用和推广,加上植物油资源丰富,不含胆固醇等营养和医学上的原因,本世纪五十年代以后,植物油已逐渐替代了动物油而占主导地位,到七十年代,人造奶油的世界产量已大大超过了天然奶油。

# 碘值（卤化作用）

- \* 在油脂的卤化作用中，100g油脂与碘作用所需碘的克数
- \* 碘值越大，油脂的不饱和程度越大

北京化工大学  
王炳武

# 判断题

- \* 脂肪酸的碳链越长，在水中的溶解度越大。
- 脂酰甘油分子中不饱和脂肪酸含量越高，其熔点越高
- 油脂的皂化值越高，说明油脂分子所含脂肪酸的碳链越长

北京化工大学  
王炳武

# 填空题

- \* 油脂与碱共热产生\_\_\_\_\_作用，在空气中放置过久产生臭味，是因为\_\_\_\_\_作用造成。

北京化工大学  
王炳武

# 填空题

- \* 皂化价为195的甘油三酯的平均分子量为\_\_\_\_\_。
- \* 油脂碱水解可生成\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- \* 由于不饱和脂肪酸分子中存在双键，因此可能产生\_\_\_\_\_式和\_\_\_\_\_式两种立体异构体，自然界中存在的多为\_\_\_\_\_式结构。

北京化工大学  
王炳武

\* 下列哪种物质是十八碳三烯酸？

\* A 油酸 B 亚麻酸 C 硬脂酸 D 亚油酸

• 请按照简写符号写出下列脂肪酸的结构式：

•  $C_{18:0}$

$C_{18:1}^{\Delta 9}$

$C_{18:3}^{\Delta 6,9,12}$

北京化工大学  
王炳武

**待续!**

北京化工大学  
王炳武