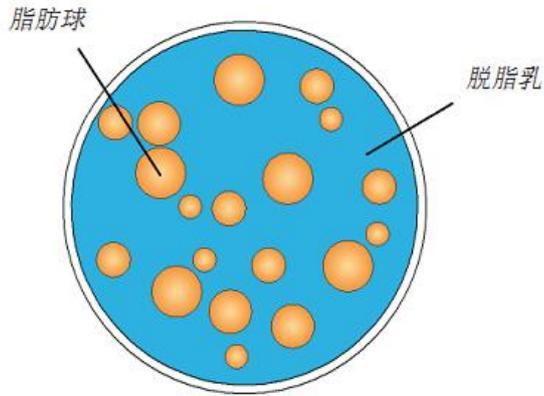


【知识点 2-2-1】乳脂肪的化学性质

(一) 乳脂肪在乳中的存在形式——脂肪球

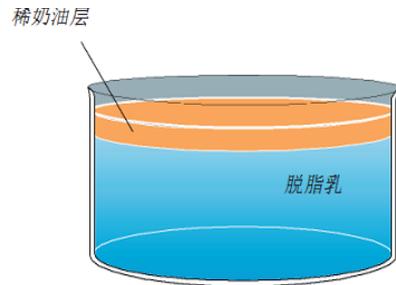


乳中的脂肪是以脂肪球的状态分散于其中。脂肪球是乳中最大的颗粒，直径范围在 $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 0.001 \text{mm}$)，平均直径 $3 \sim 4 \mu\text{m}$ 。1ml 牛乳中含有 $2 \times 10^9 \sim 4 \times 10^9$ 个脂肪球，形状呈球形或椭球形。

图 2-4 乳中脂肪球和脱脂乳



由于乳脂肪球不仅是乳中最大的粒子，而且是最轻的粒子（ $15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ 时比重为 0.93g/cm^3 ），所以当乳静置一段时间，脂肪球将逐渐上浮，并在表面形成稀奶油，下层为脱脂乳。



(二) 乳脂肪的化学组成

乳脂中约有 $97\% \sim 99\%$ 的成分是乳脂肪，还含有约 1% 的磷脂和少量的固醇、游离脂肪酸、脂溶性维生素等。脂肪球外包裹有脂肪球膜。

1. 乳脂肪成分主要包括：三酸甘油酯（主要组份）、甘油酸二酯、单酸甘油酯、脂肪酸、固醇、胡萝卜素（脂肪中的黄色物质）、维生素（A、D、E、K）和其余一些痕量物质。

2. 脂肪球膜：由磷脂、脂蛋白、脑苷类、蛋白质、核酸、酶、痕量元素（金属离子）和结合水等复杂的化合物所构成，其中起主导作用的是卵磷脂—蛋白质络合物，有层次地定向排列在脂肪球与乳浆的界面上。

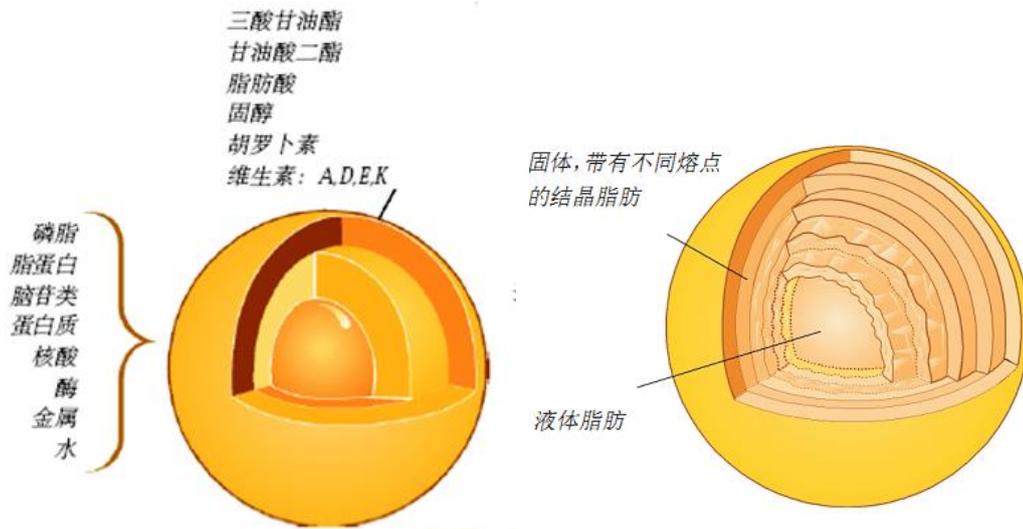


图 2-5 乳脂肪球化学成分结构图

图 2-6 乳脂肪球剖面图

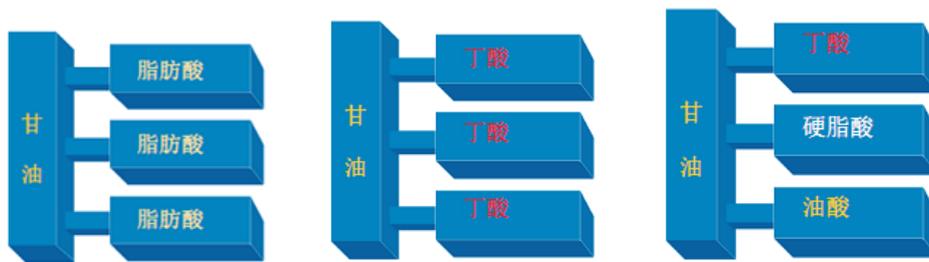
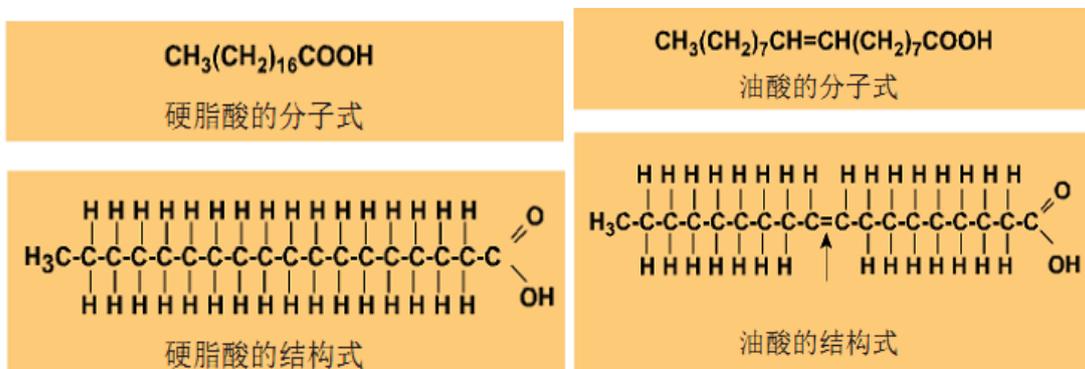


图 2-7 三酸甘油酯是各种脂肪酸和甘油的混合物

乳中四种含量最丰富的脂肪酸是肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸和油酸。在室温下，前三种脂肪酸是固态，后一种是液态。不同的脂肪酸的相对量变化很大，进而影响脂肪的硬度。脂肪中高熔点的脂肪酸含量高，例如棕榈酸含量高，则脂肪的硬度大；反之，脂肪酸中低熔点的脂肪酸含量多，例如油酸含量多，则脂肪软些。





碘 值

具有相同碳原子和氢原子数，但所具单键和双键不同的脂肪酸，其性质是完全不同的。在描述其特性的方法中，最重要而被广泛使用的是脂肪的碘值(IV)，它表示脂肪酸能够结合碘的百分数。碘能够与不饱和脂肪酸的双键结合，由于在不饱和脂肪酸中油酸占比例最大，它在室温下是液态，因此碘值主要是油酸含量的衡量指标，也是脂肪软硬程度的衡量指标。

乳脂肪的碘值通常在 24~26 之间，这种变动取决于奶牛的饲料。夏季的青饲料使油酸含量增加，故而夏季的乳脂肪是软的（碘值高）。可以通过选择适当的饲料来控制乳脂肪的软硬度，如为了生产硬度最佳的奶油，碘值应介于 32~37 之间。

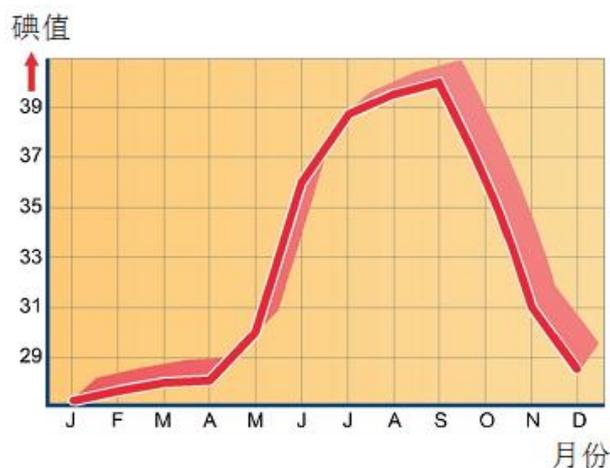


图 2-8 碘值在一年内的变化。(瑞典) 其值大小与脂肪中油酸的含量有关。

(三) 乳脂肪的性质

1. 特殊的香味和柔软的质体，是制作高档食品的原料。
2. 易受光、空气中的氧、热、金属铜、铁作用而氧化，从而产生脂肪氧化味。
3. 易在解脂酶及微生物作用下而产生水解，能产生特别的刺激性气味，即所谓的脂肪分解味。



- 4. 易吸收周围环境中的其它气味，如饲料味、牛舍味、柴油味及香脂味等等；
- 5. 在 5℃以下呈固态，11℃以下呈半固态。
- 6. 理化特点是水溶性脂肪酸值高，碘价低，挥发性脂肪酸较其它脂肪多，不饱和脂肪酸少，皂化价比一般脂肪高。

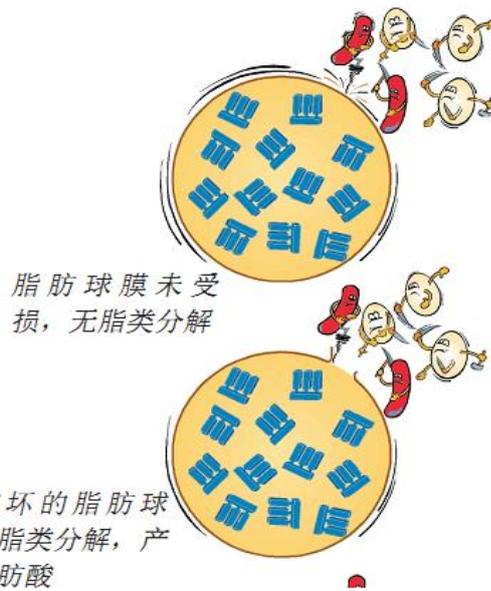
(三) 贮存和热处理对乳脂肪的影响

1. 贮存过程中的变化

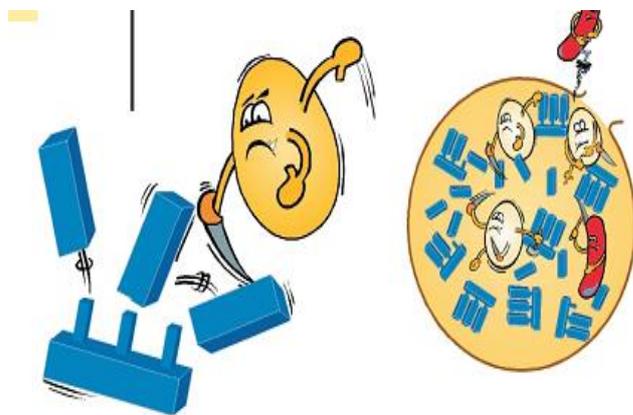
(1) 脂肪的氧化

现象：牛乳的脂肪氧化导致一种“金属味道”，而在奶油中则导致一种油腻味。

原因：氧化作用发生在不饱和脂肪酸的双键上，卵磷脂最为敏感，乳及乳制品中的铁盐和铜盐及溶解氧都会加速产生“金属味道”的过程，光照亦会如此，特别是阳光直接照射或者是荧光管的光线。牛乳被光照或含有重金属离子，脂肪酸还会进一步分解为醛、酮，这些物质会给乳制品带来异味，如在乳脂肪制品中的脂肪 败味。



(2) 脂类分解



现象：脂类分解产生一种脂肪 败的滋味。

原因：脂类分解是因脂解酶的作用下分解为丙三醇和游离脂肪酸，低分子的游离脂肪酸（丁酸和己酸）导致败滋味，特别是在高温贮存时这种作用更会加速。



脂解酶本身无法破坏脂肪球膜，当脂肪球膜被破坏以后，该酶才能分解脂肪产生脂肪酸。在常见的乳品加工中，脂肪球膜受破坏的机会很多，例如：泵奶、搅拌和过度振动。因此，未经巴氏杀菌的牛乳应避免过度搅拌，因为这一操作有可能使脂解酶分解脂肪作用的可能性大大升高，从而使牛乳产生 败味。

2. 热处理的影响——形成黏结团块

当乳加热到 105℃-135℃，无论是均质乳还是非均质乳，含脂 30%的稀奶油，都有游离脂肪从脂肪球逸出。原因在于热处理使脂肪球失去稳定性，导致游离脂肪酸从膜中逸出，这些游离的脂肪在脂肪球的相互碰撞过程中，能起到黏合剂的作用，从而产生较稳定的脂肪球簇。另外，牛乳经过 135℃以上的加热，蛋白质沉淀在脂肪球表面上，形成一种网状结构，使得脂肪球增密，渗透性降低。因此，对含脂率较高的乳制品进行超高温处理时，要求均质操作设在灭菌之后。