

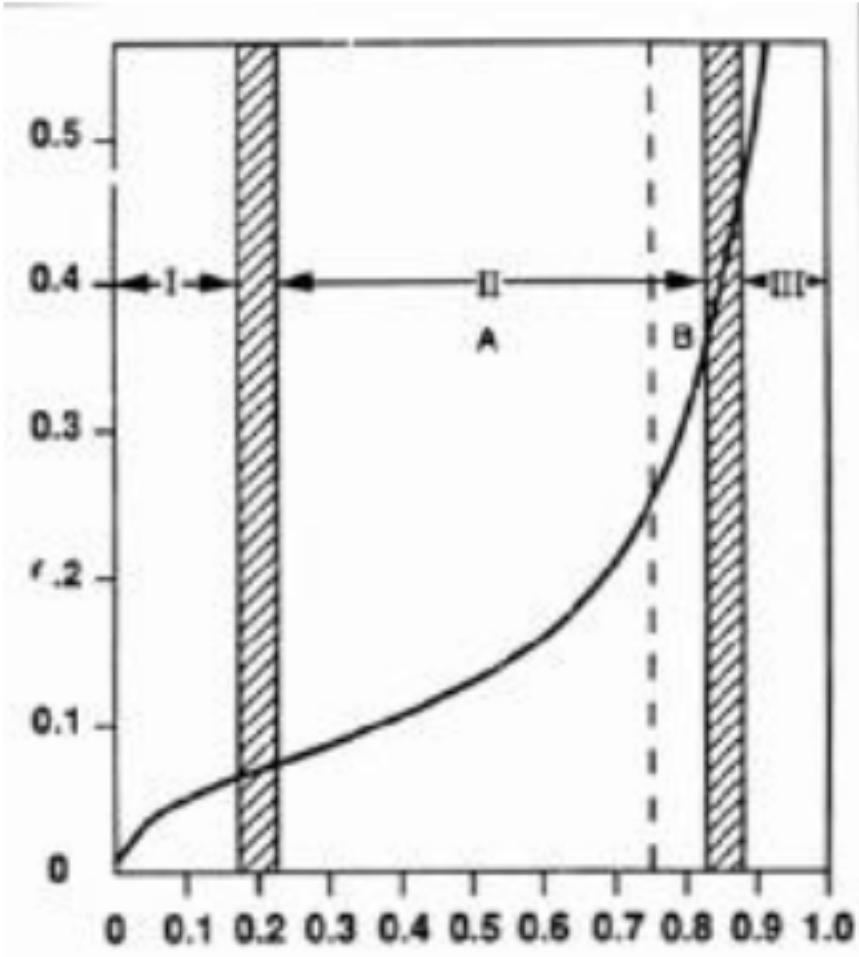
一、水

★ 1、吸附等温线

（1）定义：在恒定温度下，以食品的水分含量（用每单位干物质质量中水的质量）对它的水分活度绘图形成的曲线，简称 MSI

（2）意义：脱水的难易程度与相对蒸气压的关系 如何防止水分在组合食品的各配料之间的转移 测定包装材料的阻湿性 可以预测多大的水分含量时才能抑制微生物的生长 预测食品的化学和物理稳定性与水分含量的生长 可以看出不同中非水组分与水结合能力的强弱

大多数食物的 MSI 为 S 形，而水果、糖制品含有大量糖和其他可溶性小分子的咖啡提取物以及多聚物含量不高的食品的等温线为 J 形。水分活度依赖于温度，因此 MSI 也与温度有关。



区	区	区	区
Aw	0-0.25	0.25-0.85	>0.85
含水量 \%	0-7	7-27.5	>27.5
冻结能力	不能冻结	不能冻结	正常
溶剂能力	无	轻微 -适度	正常
水分状态	单分子水层吸附 化学吸附结合水	多分子水层凝聚 物理吸附	毛细管水或自由流动 水
微生物利用	不可利用	开始可利用	可利用
结合方式	水-离子或水 -偶极相 相互作用	水-水和水 -溶质的氢 键	体相水

（3）滞后现象

定义：采用向干燥食品中添加水（回吸作用）的方法绘制的水分吸附等温线按解吸过程绘制的等温线，并不重叠，这种不重叠性称为滞后现象。一般来说当 Aw 值一定时，解吸过程中的食品的水分含量大于回吸过程中的水分含量

原因：a 食品解吸过程中的一些吸水部位与非水组分作用而无法释放出水分

b.食品不规则形状而产生的毛细管现象，欲填满或抽空水分需不同的蒸汽压

c.解吸时将使食品组织发生改变，当再吸水时就无法紧密结合水分

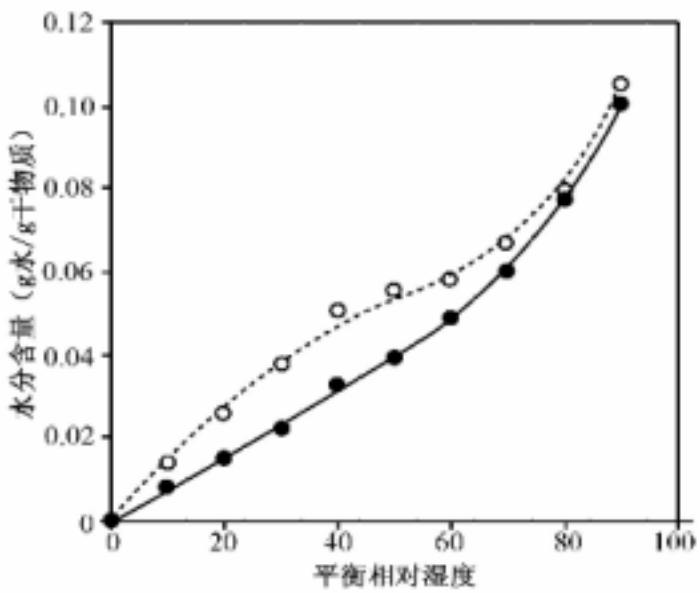


图12: 核桃仁的水分吸附等温线的滞后现象（25℃）

★ 2、水分活度与脂肪氧化的关系

(1) 水分活度的定义

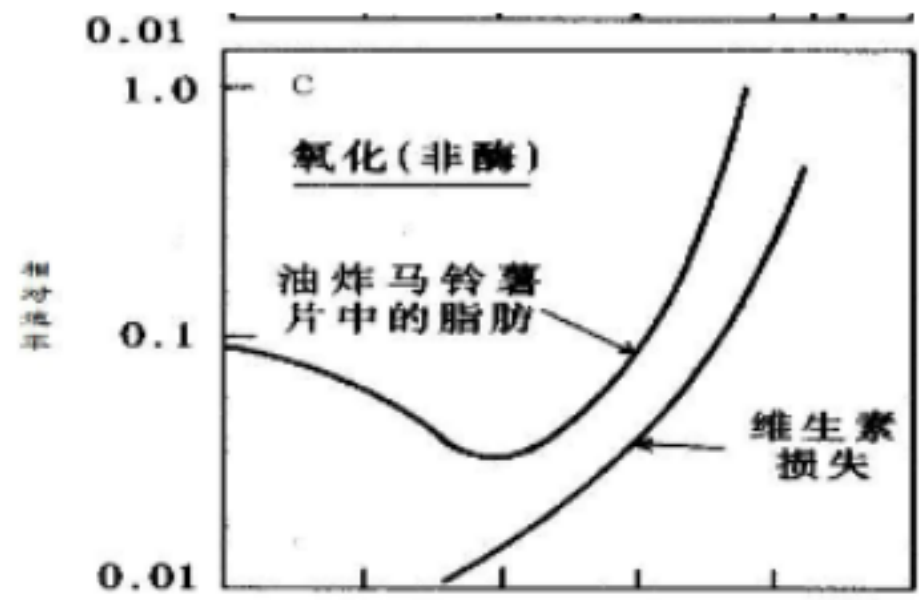
是指食品中水的蒸汽压与同温下纯水的饱和蒸汽压的比值： $A_w = P/P_0$

物理意义：生物组织和食品中能够参与生理活动中的水分含量和总含量的关系

(2) A_w 与脂肪氧化的关系

从极低的 A_w 值开始，脂类的氧化速度随着水分的增加而降低，直到 A_w 值接近等温线

与边界时，速度最低。此时加入到非常干燥的食品样品中的水明显干扰了脂类的氧化，这部分水被认为能结合脂类的氢过氧化物，干扰了它们的分解；另外，这部分水能同催化氧化的金属离子发生水合作用，降低其催化效率，于是阻碍了氧化。而进一步增加水将会引起氧化速度增加，直到 A_w 值接近和的边界，这时水超过了和的边界，增加了氧的溶解度和脂类大分子的肿胀，暴露出更多的催化部位，加速了氧化。再进一步增加水就使氧化速度降低，因为这时的 A_w 值较大 (>0.8)，加入的水对体系内的催化剂产生了稀释效应从而降低了其催化效力，减缓了脂类的氧化速度。



★ 3、水分的分类

根据其相互作用的性质和程度，可以将食品中的水分分为结合水和体相水

(1) 结合水：通常是指存在于溶质或其他非水组分附近的、与溶质分子之间通过化学键结合的那一部分水，具有低流动性、在 -40°C 不结冰，不能作为所加入溶质的溶剂、不能为微生物所利用等特性。根据结合水被结合的牢固程度的不同，结合水又可分为化合水、邻近水和多层水。

化合水，又称为组成水，是指非水结合得最牢固的，并构成非水物质整体的那部分水。不能被微生物利用、在 -40°C 不结冰、不能作为所加入溶质的溶剂、与纯水比较分子平均运动为 0、不引起食物的腐败变质

邻近水，是指处在非水组分亲水性最强的基团周围的第一层位置，主要的结合力是水-离子和水-偶极间的缔合作用，与离子-离子基团缔合的水是结合最紧密的邻近水，不能被微生物利用、在 -40°C 不结冰、不能作为所加入溶质的溶剂、与纯水比较分子平均运动大大减少、不引起食物的腐败变质

多层水：大多数多层水在 -40°C 不结冰，其余可结冰，但冰点大大降低。有一定融指的能力、与纯水比较分子平均运动大大减少、不能被微生物利用。

(2) 体相水：又称游离水，是指食品里除结合水以外的一部分水。能够结冰，但冰点有所下降，溶解溶质的能力强，干燥时易被除去，与纯水分子平均运动接近。很适于微生物生长和大多数化学反应，易引起食物的腐败变质，但与食品的风味及功能性紧密相关。可以分为不移动水或滞化水、毛细管水和自由流动水。

4、食品中的离子、亲水性物质、疏水性物质分别以何种方式与水作用？

(1) 与离子或离子基团相互作用的水是食品结合得最紧密的一部分水，它们通过离子或离子基团的电荷与水分子偶极子发生静电相互作用而产生水合作用。在稀盐溶液中，离子的周围存在多层水，离子对最内层和最外层的水产生的影响相反，因而使水的某些物理性质不相同，最外层的水与稀溶液水的性质相似。

(2) 水能够与各种合适的基团，如羟基、氨基、羧基、酰胺或亚氨基等极性基团形成氢键。水与溶质之间的氢键键合比水和离子之间的相互作用要弱。

(3) 水与非极性物质的相互作用：把疏水性物质，如烃类、稀有气体、脂肪酸、氨基酸以及蛋白质的非极性基团等加入水中，由于极性的差异与水分子产生斥力，使临近非极性部分

的水-水氢键增加，从而发生了体系熵的减少，在热力学上是不利的，此过程称为疏水水合。水对于非极性物质产生的结构形成响应，一种有两个重要的结果：笼形水合物的形成和蛋白质中的疏水相合作用

笼形水合物是冰状包合物，其中水是“主体”物质，一般有 20-74 个水分子通过氢键形成了笼状结构，物理截留了另一种被称为“客体”的分子。“客体”是低分子量的化合物。疏水相互作用，就是疏水基团尽可能聚集（缔合）在一起以减少它们与水分子的接触。

5、水分活度对食品稳定性有哪些影响？

大多数化学反应都必须在水溶液中进行。所以降低水分活度，能使食品中的许多化学反应，酶促反应受抑制。

很多化学反应属于离子反应。该反应发生的条件是反应物首先必须进行离子化或水合作用，而这个作用的条件必须是有足够的体相水

很多化学反应和生物化学反应都必须由水分子参加才能进行，若降低水分活度，就减少了参加反应的体相水的数量，反应速率变慢。

许多以酶为催化剂的酶促反应，水除了起着一种反应物的作用外，还能作为底物向酶扩散输送介质，并且通过水化促使酶和底物活化。

食品中微生物的生长繁殖都要求一定限度的 A_w ：细菌对低水分活度最敏感（0.99-0.94），酵母菌次之（0.94-0.80），霉菌的敏感性最差（0.94-0.8）。当水分活度低于 0.60 时，绝大多数微生物就无法生长。

除化学反应与微生物生长外， A_w 对干燥与半干燥食品的质构也有影响。

6、冷冻食品

（1）六方冰晶是大多数冷冻食品中重要的冰结晶形式。其有两个形成条件 在最适度的低温冷却剂中缓慢冷冻 溶质的性质及浓度均不严重干扰水分子的迁移。

（2）为什么冷冻食品不能反复解冻-冷冻？

水转化为冰后，其体积的膨胀会产生局部压力，使具有细胞组织结构的食物受机械性损伤，造成解冻后汁液的流失，或者使得细胞组织内的酶与细胞外的底物接触，导致不良反应的发生 冷冻浓缩效应 反复冻融会加速老化

4. 水分含量与水分活度的关系？

答：①水分活度和水分含量同样是反映物质含水情况，但是概念和量化都不一样。②水分活度和水分的关联关系为特定温度下的等温线。如果建立了两个参数的对应关系，则可以互相转换。③水分活度与微生物的生长关联很大，水分含量高的并不一定长菌，水分含量低的也并不一定长菌，关键是看该物质的水分活度是否低于长菌的水分活度。

二、碳水化合物

★ 1、简述蔗糖、麦芽糖、乳糖、支链淀粉、直链淀粉和糖元的结构（要把糖苷键写出来）

蔗糖：一分子 α -D-吡喃葡萄糖基和一分子 β -D-吡喃果糖基 头与头 相连（还原端与还原端相连）而形成，是一种冷冻稳定剂。

麦芽糖：两分子葡萄糖通过 α 构型的 1,4 键连接，在环的末端具有潜在的游离醛基，有还原性，即为还原糖。

乳糖：一分子 β -D-半乳糖和一分子 α -D-葡萄糖在 β -1,4-位形成糖苷键相连

支链淀粉：其分子中有主链，其上分出支链，各个葡萄糖残基间通过 α -1-4-糖苷键相连，但在分枝点则以 α -1-6-糖苷键相连，主链中每隔 6-9 个葡萄糖残基就有一个分支，每个分支

平均含有 15-18 个葡萄糖残基，平均每 24-30 个葡萄糖残基中就有一个非还原性尾基，整个分子伸展开就像树枝一样。

直链淀粉：由葡萄糖单位组成，是 α -D-葡萄糖通过 α -1-4 糖苷键连接起来的链状分子，但是从立体构象上看，并非线形，具有次级结构。即由于分子内氢键的关系使链卷曲盘旋成左螺旋状。

糖元：有多个 α -D-葡萄糖连接而成，类似支链淀粉，但糖元支链更多更短，近似球形。

★ 2、乳糖不耐症

定义：如果缺少乳糖酶，乳糖保留在小肠肠腔内，由于渗透压的作用，乳糖有将液体引向肠腔的趋势，产生腹胀和痉挛。乳糖不耐症随着年龄的增加而加重。

解决方法：a.通过发酵（生产酸奶和乳制品）时除去乳糖

b.加入乳糖酶减少乳中乳糖。

酸奶活菌被加入到冷藏乳中，细菌在冷藏温度下暂停活动，且不会改变乳的风味，但是到达小肠后便立即释放乳糖

3、淀粉的糊化和老化

（1）糊化

a.定义：淀粉粒在适当温度下，在水中溶胀、分裂，形成均匀的糊状溶液的过程，称之为淀粉的糊化

b.本质：微观结构从有序到无序

c.影响因素：淀粉晶体结构：淀粉分子之间的结合程度、分子排列紧密程度、淀粉分子形成微晶区的大小等，影响淀粉分子的糊化难易程度。小颗粒淀粉结构较为紧密，糊化温度较高，相反，大颗粒淀粉分子糊化比较容易。

直链淀粉 / 支链淀粉的比例：含支链淀粉高的淀粉容易发生糊化，含直链淀粉高的淀粉不易糊化，还有一些淀粉仅含有支链淀粉，这些淀粉一般产生清糊，淀粉糊相当稳定，不容易发生老化现象。

水活度（水分含量）：在水活度较低时，糊化就不能发生或者发生的程度非常有限（一般为 30%）

糖类：高浓度糖降低了淀粉糊化的程度、黏度的峰值和所形成凝胶的强度（蔗糖 > 葡萄糖 > 果糖），

而脂类化合物，由于能与直链淀粉形成复合物，推迟淀粉粒的溶胀

在 pH<4 时，淀粉水解为糊精，黏度降低。在 pH4-7 时，几乎无影响，pH=10 时，糊化速度迅速加快。

淀粉酶：使糊化速度加快。新米（淀粉酶酶活高）比陈米更易煮烂。

离子：阳离子对糊化的促进作用： $Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+$

阴离子对糊化的促进作用： $OH^- > \text{水杨酸} > SCN^- > I^- > Br^- > Cl^- > SO_4^{2-}$

d.如何利用糊化：一般食物都希望得到高度糊化，高度糊化的食品松软、适口性好、容易复水速食，方便食品（方便面、方便米饭），就是利用糊化原理和防老化原理制成的食品。

（2）老化

a.定义：稀淀粉溶液冷却时，线性分子重新排列通过氢键形成不溶性沉淀。浓的淀粉糊冷却时，在有限的区域内，淀粉分子重新排列较快，线性分子缔合，溶解度减小，淀粉溶解度减小的整个过程称为老化。

b.本质：淀粉由分散态向微晶态、聚集态的不可逆转变，即是直链淀粉分子的重新排列定位

- c.影响因素： 分子结构的影响：含支链淀粉高的淀粉不易发生老化，含直链淀粉高的易发生糊化
- 分子大小：对于直链淀粉，分子量太大的取向困难，分子量小的易于扩散，分子量适中的易于聚集沉淀，而对于支链分子，支链长度较均一等均会提高初始回生速率
- 溶液浓度：浓度大，则分子碰撞机会多，易聚沉；浓度小，则不易聚沉
- pH 值和无机盐：回生速率在 pH=5~7 时最快，过高或者过低的 pH 均会降低回生速率，pH=10 以上则不发生回生现象， pH 低于 2 回生缓慢。
- 阴离子和阳离子都会抑制淀粉回生有以下顺序

阴离子： $CNS^{-} > PO_4^{3-} > CO_3^{2-} > I^{-} > NO_3^{-} > Cl^{-}$ ；

阳离子： $Ba^{2+} > Sr^{2+} > Ca^{2+} > K^{+} > Na^{+}$

- ⑤温度：缓慢冷却，容易回生，而迅速冷却，淀粉分子来不及取向，可减少回生程度。
- a. 在常温特别是在接近0℃的低温范围内淀粉易发生老化，
- b. 一般来说，60℃以下就可以表现老化作用，随着温度的下降，直到-2℃，老化速度逐渐增加，-2℃~-22℃之间，老化速度逐渐下降，-22℃以下几乎不发生老化，
- c. 反复冻融食品会导致快速老化，
- d. 80℃以上，淀粉不发生老化。
- ⑥金属离子：加速老化速度
- ⑦脂类：部分脂肪酸、乳化剂和油脂阻碍老化作用
- ⑧糖类：若糖分子水溶性好，可抑制老化，反之，则加速淀粉老化。
- ⑨水分含量：水分含量在30%-60%时老化很快，10%以下不易老化。

- d.如何防止老化
- 80 以上高温迅速脱去水分（降至 0 以下迅速脱水）
- 具有表面活性的大多数极性脂类可延迟面包心变硬
- 多糖（除果胶外）、蛋白质等亲水大分子，可与淀粉竞争水分子干扰淀粉分子平行靠拢，从而起到抗老化作用。

4、羰氨反应、焦糖化反应和酶促褐变

名称	羰氨反应	焦糖化反应（非酶褐变）	酶促褐变
反应底物	单糖、低聚糖或油脂等羰基化合物与氨基酸、肽、蛋白质或氨基化合物发生反应	糖，没有氨基化合物的参与反应	酚类物质
反应类型	缩合反应、聚合反应	分子内脱水，环内缩合或聚合	
反应机理	又称为美拉德反应，单糖、还原糖中的羰基或羰基化合物与氨基化合物（氨基酸和蛋白质）间的反应，生成具有特殊香味的棕色甚至是黑色的大分子物质类黑精或拟黑素，称作羰氨反	糖类尤其是单糖在没有氨基化合物的情况下（无水或者浓溶液），加热到熔点以上的高温（140 -170 ）时，因糖发生脱水与降解，会发生褐变反应，生成一种黑褐色胶态物质，焦	植物组织中含有酚类物质，在完整的细胞中作为呼吸传递物质，在酚-醌中保持着动态平衡，当细胞组织被破坏后，氧就大量侵入，造成醌的形成和其还原反应之间的不平衡，于是发生

	<p>应。包括初期阶段、中期阶段、末期阶段三个阶段</p> <p>1.开始和引发阶段</p> <p> a.氨基和羰基缩合</p> <p> b.分子排叠</p> <p>2.中间阶段</p> <p> a.HMF 生成</p> <p> b.还原酮的生成</p> <p> c.氨基酸降解</p> <p>3.后期</p> <p> a.醇-醛缩合</p> <p> b.胺-醛缩合</p>	糖。	了醌的积累，醌再进一步氧化聚合，就形成了褐色色素，称为黑色素或类黑精。
反应条件	氨基酸和还原糖及少量的水参与	催化剂：铵盐、磷酸盐、苹果酸、延胡索酸、酒石酸等 无水或是浓溶液 温度 150—200 ，碱性条件	活性的酶、酚类物质、氧气，恰当的温度和 pH 环境（ pH5-7 活性最大）才能发生
反应产物	色素（类黑精） 风味化合物：如麦芽酚，己基麦芽酚，异麦芽酚	焦糖、黑色物质、某些挥发性物质（具有独特的风味与香味）	醌类物质，醌类进一步聚合成为黑色素
应用实例	<p>（ 1 ）抑制羰氨反应 注意选择原料；保持低水分；应用 SO_2 (硫处理)；降低产品浓度；热烫，钙处理</p> <p>（ 2 ）利用羰氨反应 控制原材料：核糖 + 半胱氨酸 = 烤猪肉香味 核糖 + 谷胱甘肽 = 烤牛肉香味 控制温度：葡萄糖 + 缬氨酸 （ 100-150 烤面包香味） （ 180 巧克力香味） 木糖 - 酵母 水解蛋白： 90 饼干香型 /160 酱肉香型 不同加工方法</p>	<p>1. NH_4HSO_4 催化：耐酸焦糖色素（可用于可口可乐饮料、酸性饮料、烘焙食品、糖浆、调味料等）</p> <p>2. $(NH_4)_2SO_4$ 催化：啤酒美色剂</p> <p>3.加热固态：焙烤食品用焦糖色素</p>	大多数时候我们选择抑制酶促褐变，实践中控制酶促褐变的方法主要从控制酚酶和氧两方面入手，主要途径有： 钝化酚酶的活性（热烫、抑制剂等）。改变酚酶作用的条件（pH 值、水分活度等）。隔绝氧气的接触。使用抗氧化剂（抗坏血酸、 SO_2 等）
控制方法	注意选择原料；保持低水分；应用 SO_2 (硫处理)；降低产品浓度；热烫，	降低温度、降低 pH 等均可降低反应速度	1.热处理法 2.调节 PH 3.二氧化硫及亚硫酸盐处理 4.去除或隔绝氧气

	钙处理		5.加酚酶底物的类似物 6.底物改性
--	-----	--	-----------------------

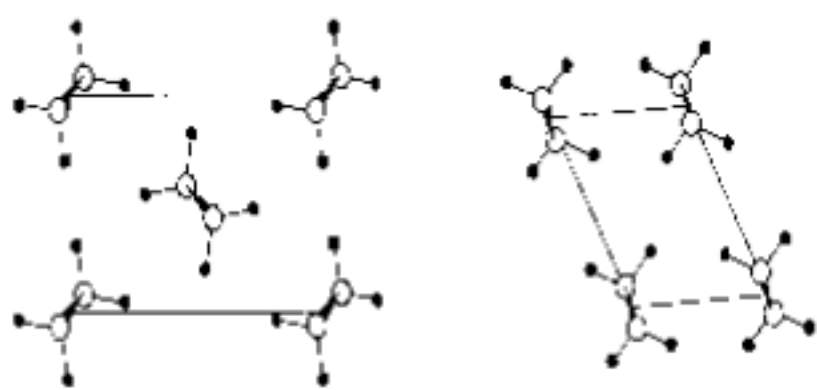
三、脂类

★ 1、同质多晶

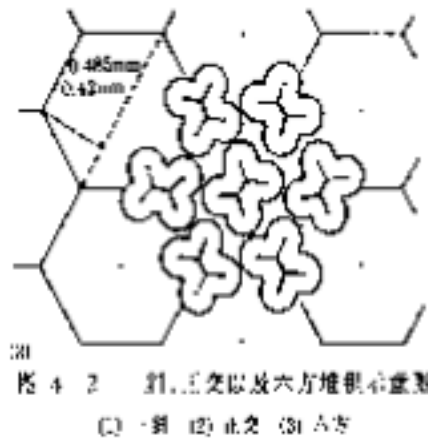
- (1) 定义： 是指一种物质化学组成相同，在不同结晶条件下形成不同结晶的现象，不同形态的固体晶体称为同质多晶体，其固体形态不同但是熔化后液相相同。天然油脂一般都存在同质多晶现象。
- (2) 、 、 晶型是最常见的晶型。

脂肪的亚晶胞最常见的堆积方式

正交(β' 型) 三斜(β 型)



六方(α 型)



熔点、密度、有序程度、稳定性： > >

- (3) 晶型转变： 同质多晶物质在形成结晶时可以形成多种晶型，多种晶型可以同存在，也会发生转化。

单酸三酰基甘油从熔化状态开始冷却：

先结晶成 型。 型进一步冷却，慢慢转变成 型
型加热到熔点，快速转变为 型

通过冷却熔化物 and 保持在 熔点以上几度的温度，可直接得到 型
加热到熔点，开始熔化并转变到 型

单向转变（单变）：由不稳定的晶型向稳定的晶型转变

- (4) 影响晶体形成的因素： 油脂分子的结构：一般来说单纯性酰基甘油酯容易形成稳定的 型结晶

油脂分子的来源： 不同来源的油脂形成晶型的倾向不同，椰子油、可可脂、 菜子油、牛脂、改性猪油更易于生成 型；豆油、花生油、玉米油、橄榄油等易于形成 型

油脂的加工工艺： a.降温条件：熔体冷却时，首先形成最不稳定的晶型，因为其能量差最小，形成一种晶型后晶型的转化需要一定时间和条件； 降温速度快，分子很难良好定向排列，因此形成不稳定的晶型。

b.晶核：优先生成已有晶核的晶型，添加晶种是选择晶型的最易手段

c.搅拌状态：充分搅拌有利于分子扩散，对形成稳定的晶型有利

d.工艺手段：温度调控：利用洁净方式改变油脂的性质，使得到理想的同质多晶型和物理状态，以增加油脂的利用性和应用范围。



★ 2、油脂氧化机制和区别

油脂氧化有自动氧化、光敏氧化和酶促氧化三种

氧化方式	自动氧化	光敏氧化	酶促氧化
反应机制	是一个游离基引发的链反应，包括链引发、链传递和链终止三个阶段	是不饱和双键与单线态氧直接发生的氧化反应；与自动氧化机制不同，是通过“烯”反应进行氧化；光敏氧化中，每个不饱和碳均可形成氢过氧化物	(1) 脂肪氧合酶 lox 专一性的作用于具有 1,4-顺、顺 -戊二烯结构的脂肪酸的中心亚甲基处 (2) 酮型酸败：由脱氢酶、脱羧酶、水合酶等引起的 SFA(饱和脂肪酸)的氧化反应
中间产物	氢过氧化物	氢过氧化物	氢过氧化物
反应物	不饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸	(1) 具有 1,4-顺、顺 -戊二烯结构的脂肪酸 (2) SFA
氢过氧化物数量	2 × -亚甲基数	2 × 双键数	
氢过氧化物位置	有重排产物	在双键位置生成氢过氧化物	(1) 中心亚甲基处 (2) -碳位和 碳位之间的键上
有无自由基生成	有	无	
有无诱导期	有	无	
抑制剂	自由基抑制剂	受到单重态氧猝灭剂 -胡萝卜素与生育酚的抑制，但不受抗氧化剂的影响	

★ 3、油脂氢化

- (1) 定义： 不饱和脂肪酸在催化剂（镍）的作用下不饱和双键上加氢从而把室温下液体的油变成固态的脂，如植物黄油（人造奶油等）
- (2) 目的： 提高油脂熔点、改变塑性、提高油脂的氧化稳定性
- (3) 有利因素： 稳定性增加，颜色变浅，风味改变，便于运输和贮存，制造起酥油，人造

黄油等。

(4) 不利因素：多不饱和脂肪酸含量下降，脂溶性维生素被破坏，双键的位移和反式异构体的产生

4、影响脂肪氧化的因素

油脂的脂肪酸组成：顺式比反式易氧化；共轭双键比非共轭双键容易氧化；当甘油酯中脂肪酸的无规则分布有利于降低氧化速率；当油脂中游离脂肪酸的含量大于 0.5% 时，氧化速度会明显加快

温度：温度上升，氧化速率加快

氧：氧化速度与油脂暴露于空气中的表面积成正比

水分：向十分干燥的干燥食品中加入水，随着含水量的增加，氧化速度降低；水分活度在 0.33-0.73 间，水分活度增大，氧化速率升高；水分活度达到 0.73 以上后，水分含量升高，氧化速率降低

光和射线：光和射线不仅能促使氢过氧化物分解，还能引发游离基，从而促进氧化。光的波长和强度不同，对油脂氧化过程会造成不同的影响，波长越短，油脂吸收光的作用越强

助氧化剂：过渡态的金属，尤其是含有两个或多个核外电子的具有一定氧化还原活性的金属离子是油脂氧化的主要催化剂，不同金属催化能力强弱排序为：铅 > 铜 > 黄铜 > 锡 > 锌 > 铁 > 铝 > 不锈钢 > 银

为什么亚油酸氧化速度远高于硬脂酸？

油脂的氧化速度受多种因素的影响，其中就包括油脂的脂肪酸组成，亚油酸是不饱和羧酸，含有两个碳碳双键，而碳碳双键易被氧化，硬脂酸是饱和羧酸，均为单键，室温下链引发反应较难发生，且亚油酸（9,12-十八碳二烯酸）的 8,14,11 三个碳原子位置是烯丙基结构，但 11 位与两个双键相邻，是 1,4-戊二烯结构，因此 11 位碳氢键因反应活化能耿霞，反应活性更高而优先产生自由基，同样经电子离域作用，重排产生具有 1,3-戊二烯（共轭双键）结构 9,13 位自由基，亚油酸酯的自动氧化速度比油酸酯快 10-40 倍。

5、油脂评价指标

酸价：中和 1g 油脂所含游离脂肪酸所需氢氧化钾的质量（mg）用于评价油脂贮藏方法是否得当及油脂的品质

过氧化值：一公斤油脂中所含 ROOH 的毫摩尔数，宜用于衡量油脂氧化初期的氧化程度。

羰基值：油脂发生氧化所生成的过氧化物分解后产生含羰基的醛、酮类化合物。用于评价油脂的氧化程度，羰基值 0.2 表明油脂开始酸败

碘价：100 克油脂吸收碘的克数。是衡量油脂中双链数的指标

丙二醛测定：酚类 + TBA 有色化合物，丙二醛的有色物质在 530nm 处有最大吸收，其他醛的有色物质最大吸收在 450nm 处

6、简述硬脂酸、油酸、亚油酸、亚麻酸、花生四烯酸、DHA 的结构

硬脂酸（十八酸）：是一种十八碳的饱和脂肪酸，均为单键

油酸（顺-9-十八碳烯酸）是一种单不饱和-9 脂肪酸，只有一个不饱和双键在 9 碳位置，是顺式结构

亚油酸（顺-9，顺-12-十八碳二烯酸）其两个顺式不饱和双键位于碳 9、12 位置，有十八个碳，碳链中 8、11、14 三个碳原子是烯丙基结构，但 11 位与两个双键相邻，是 1,4-戊二烯结构

亚麻酸（9,12,15-十八碳三烯酸）其十八碳的碳链上，在碳 9、12、15 处有三个不饱和双键，其碳链与亚油酸相比除 11 位外，多了一个碳 -14 位，也是 1,4-戊二烯的结构。花生四烯酸（顺 -5，顺 -8，顺 -11，顺 -14-二十碳四烯酸）是一种 -6 多不饱和脂肪酸，在碳 5、8、11、14 位置有 4 个不饱和双键，还有一个碳氧双键

DHA（全顺式 -4,7,10,13,16,19 二十二碳六烯酸）是 -3 不饱和脂肪酸，在碳 4、7、10、13、16、19 位置有不饱和双键。

四、氨基酸、肽和蛋白质

1、限制性氨基酸

定义：在食品蛋白质中某一种或几种必需氨基酸缺少或数量不足，使得食物蛋白质转化为机体蛋白质受到限制，这一种或几种必需氨基酸就称为限制性氨基酸。

主要种类：苏氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸

2、蛋白质变性的影响因素

蛋白质变性：由于外界因素的作用，使天然蛋白质分子的构象发生了异常的变化，天然蛋白质的空间构型则解体，有秩序的螺旋型，球状构型变为无秩序的伸展肽链，使天然蛋白质的理化性质改变并失去原来的生理活性，不包括一级结构上肽链的断裂。

（1）物理因素：温度：当蛋白质溶液被加热并超过一个临界温度时，蛋白质发生变性，热变性所需温度与蛋白质本质、纯度和 pH 有关；水对于蛋白质的热变性有明显的促进作用；盐和糖也会影响水溶液中的蛋白质的热稳定性；蛋白质的热变性具有很大的温度系数；一般是 50 -70 ；容易凝固的蛋白质有可溶性清蛋白和球蛋白，蛋白质中 -SH 的与变性蛋白质在水中凝固作用成正比，脯氨酸或羟脯氨酸能阻碍蛋白质彼此形成交联，使蛋白质不易凝固

pH：一般在等电点范围内，最易凝固

静水压：大多数蛋白质在 100~1200Mpa 压力范围经受诱导变性，压力诱导转变的中点出现在 400~800Mpa ；主要是因为蛋白质是柔性的和可压缩的，球状蛋白质分子结构的内部有一些空穴仍然存在；压力诱导的蛋白质变性是高度可逆的；高静水压作为一种食品加工方法应用于食品杀菌或蛋白质的凝胶作用，可以不可逆的破坏微生物的细胞膜和导致微生物的细胞器的离解。

用途意义：a.压力胶凝形成的凝胶更软

b.牛肉嫩化

c.不损害营养、天然色素及风味、不导致有毒有害物质产生

d.对龙虾、贝类、鲍鱼等水产品进行脱壳

剪切作用：揉搓、振动、打擦等操作产生的机械剪切可能使蛋白质变性。揉搓或滚压产生剪切力可打破 -螺旋；当一个转动的叶片产生高剪切时，造成亚音速的脉冲，导致蛋白质变性，剪切速度越高，蛋白质变性程度越高；高温和高剪切力相结合能导致蛋白质不可逆的变性

- (2) 化学因素：
- pH 值：常温下，大多数蛋白质仅在 pH 值 4-10 之间是稳定的
- 有机溶剂：有机溶剂以不同的方式影响蛋白质的疏水相互作用、氢键和静电相互作用；非极性侧链在有机溶剂中比在水中更易溶解，因此会削弱疏水相互作用。
- 有机溶质：尿素和盐酸胍（GuHCl）诱导的蛋白质变性，打断了氢键导致蛋白质变性，通过提高疏水氨基酸残基在水相的浓度，也降低了疏水相互作用。
- 表面活性剂：如十二烷基磺酸钠（SDS）是强有力的变形剂，起作用如同蛋白质疏水区 and 亲水环境的媒介物，打断了疏水相互作用
- 促溶盐：两种方式影响蛋白质的稳定性：
- a. 低浓度时，离子通过非特异性的静电相互作用。这时与盐的性质无关
- b. 高浓度，盐具有影响蛋白质结构稳定性的离子特异效应， Na_2SO_4 和 NaF 这样的盐能促进蛋白质结构的稳定性，而 NaSCN 和 $NaClO_4$ 的作用相反
- 还原剂：还原剂能还原蛋白质分子中的二硫键交联，因而改变了蛋白质的构象。如果二硫键断裂，一般为不可逆变性。

3、蛋白质乳化与脂肪乳化的区别

4、表面静电与 pH

5、食品蛋白质功能性质的定义、分类和一些食品感官之间的关系

- (1) 定义：在食品加工、保藏、制备和消费期间影响蛋白质在食品体系中的性能的那些蛋白质的物理和化学性质。
- (2) 分类：按食品蛋白质理化性质特征分类

表 5-10 食品蛋白质的理化性质类别及其功能范畴	
理化性质类别	功能范畴
外观/口感	色泽、风味、组织化、适口性、平滑度、破碎度、混浊度等
水合作用	溶解度、湿润性、分散性、吸水性、溶胀性、胶凝性等
表面性质	乳化性、起泡性、蛋白质-脂作用、成膜性、风味结合
结构性质	弹性、破碎性、黏着性
流变性质	咀嚼性、黏度、吸着性、网状结构、聚合、胶凝、面团性质、组织化、纤维化、挤压性
其他	与其他添加剂的和谐性、抗氧化性

按功能特性作用机理分类：

- a. 水化性质（取决于蛋白质-水的相互作用）：包括水吸收和保留、湿润性、肿胀、粘着性、分散性、溶解度和粘度。
- b. 蛋白质-蛋白质之间相互作用：沉淀作用、凝胶作用和形成各种其他结构（蛋白质面团和纤维）
- c. 表面性质 主要关系到蛋白质的表面张力，乳化作用和泡沫特征
- 这几类性质之间不是相互独立的

(3) 与食品感官之间的关系：

水合性：对于食品体系，蛋白质的持水能力比它的结合水的能力更为重要。持水能力是指蛋白质并将水保留在蛋白质组织中的能力，被保留的水是指结合水、流体力学水和流体动力学水和物理截流水的总和，其中物理截流水对持水能力的贡献最大。蛋白质截流水的能力与绞碎肉制品的多汁和嫩度相关，也与焙烤食品和其他凝胶类食品的理想质构相关

溶解度：

a. 乳化性质：蛋白质吸附在分散相和连续相的界面，并具有阻止油滴聚结的物理和流变学性质，对食品体系的稳定性起着重要作用；

b. 起泡性质：是指蛋白质在气-液界面形成坚韧的薄膜使大量气泡并入和稳定的能力，泡沫类型产品所具有的独特的质构和口感与分散的微细空气泡有关，蛋白质在泡沫食品体系中对泡沫的形成和稳定起着重要的作

用。

黏度：是一些变量之间复杂的相互作用的表现形式，蛋白质溶液在高浓度时，不具有牛顿流体的性质。蛋白质缔合水对溶剂流动性产生距离的影响。

蛋白质溶液流体特征

— 假塑性流体：剪切速度增加时粘度系数减少

？蛋白质切变稀释的原因

- 分子朝着流动方向逐渐取向，使磨擦阻力减少。
- 蛋白质的水合范围沿着流动方向形变。
- 氢键和其他键的断裂导致蛋白质聚集体或网络

结构的解离。

胶凝作用：是指变性的蛋白质分子聚集并形成有序的蛋白质网络结构过程。蛋白质从“溶胶状态”转变成“似凝胶状态”，在许多食品的制备中起着主要作用，是食品具有期望的质构和口感。例如，蛋白质的胶凝作用对各种乳品、果冻、凝结蛋白、明胶凝胶、各种加热的碎肉或鱼制品、大豆蛋白凝胶、膨化或喷丝的组织化植物蛋白和面包面团等食品的感官品质具有重要作用。蛋白质胶凝作用不仅可用用来形成固态粘弹性凝胶，而且还能增稠，提高吸水性、颗粒黏结和乳状液或泡沫的稳定性

与风味物质结合性：挥发性的风味物质与水合蛋白质之间疏水相互作用结合

五、维生素

1、热烫和热加工造成的维生素损失

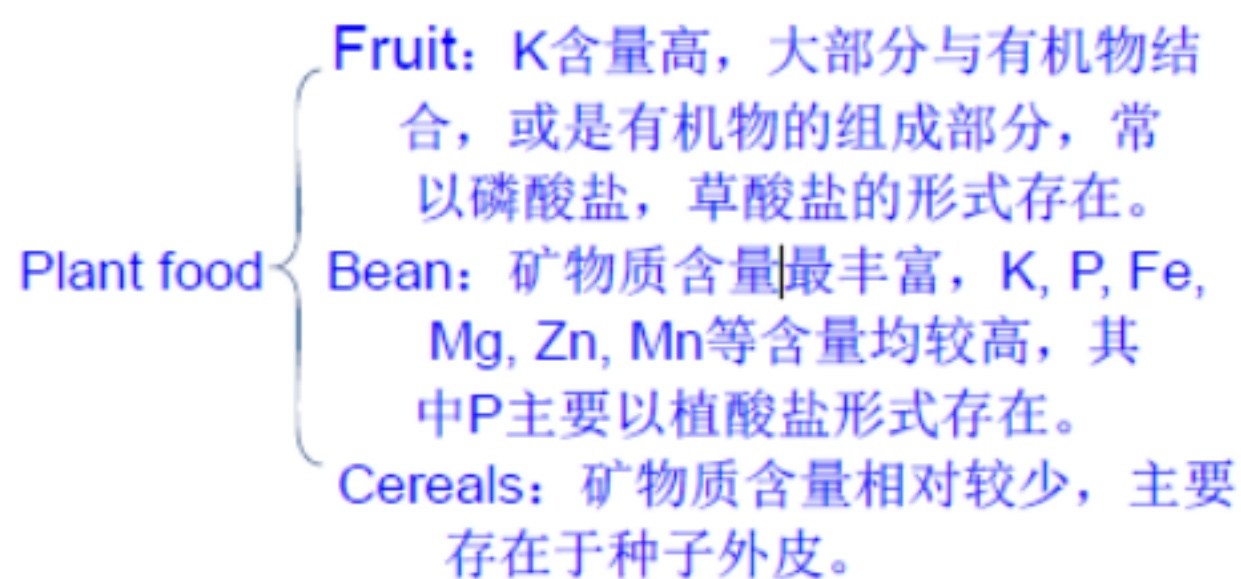
温度越高，损失越大；

加热时间越长，损失越多；

加热方式不同，损失不同；

脱水干燥方式对其保存率也有较大影响。

2、矿物质的生物利用率受哪些因素的影响？





六、食品色素和着色剂

食品中的各种色素的分子都是由发色基团和助色基团组成的。

发色基：可以使有机物在紫外及可见区内吸附的基团称为生色基

助色基：与共轭链或生色基相连时可使分子的吸收波长移向长波方向的基团

1、食品色素的分类

(1) 按来源分类：可分为天然色素和人工合成色素；天然色素又可分为植物色素：叶绿素、类胡萝卜素、花青素等；动物色素：血红素；微生物色素：红曲色素；人工合成色素包括苋菜红、胭脂红、赤藓红、新红、柠檬黄、靛蓝、亮蓝等

(2) 按化学结构分类：可分为四吡咯衍生物：叶绿素和血红素；异戊二烯衍生物：类胡萝卜素；多酚类衍生物：花青素；酮类衍生物：血红素、姜黄素；醌类衍生物：虫胶色素、胭脂虫红素；人工合成色素有一些含有 $-N=N-$ 结构，由此将他们分为偶氮色素：胭脂红、柠檬黄，另一些无此结构则称为非偶氮化合物：赤藓红、亮蓝。

(3) 按溶解性质分类：可分为水溶性色素：花青素和以上合成色素和脂溶性色素：叶绿素、类胡萝卜素。

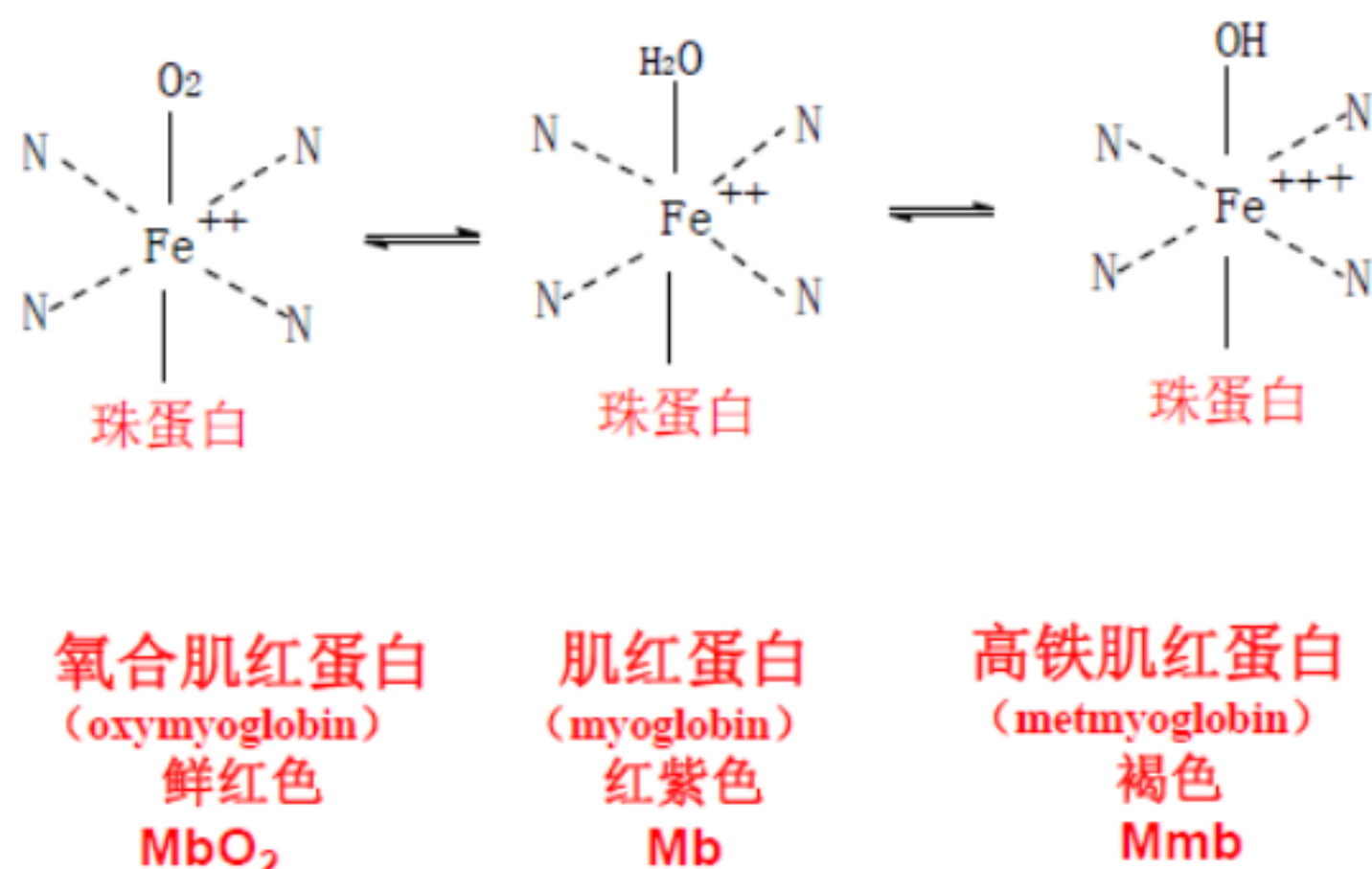
2、四吡咯色素： 是自然界中存量最大、分布最广的一类色素，母体的分子结构是由 4 个吡咯环的 碳原子通过 4 个次甲基桥 连起来的大环共轭体系

4

a. 叶绿素： 高等植物和其他所有能进行光合作用的生物体含有的一类绿色色素

b. 血红素： 血红素是亚铁卟啉化合物

3、肉品的色素



4、肉品发绿的原因

血红素在强烈氧化后会变成绿色，反应发生在 α -亚甲基上，绿色的形成有三种情况：

- A. 由于一些细菌活动产生的 H_2O_2 可直接氧化 α -亚甲基
- B. 由于细菌活动产生的 H_2S 等硫化物，在氧或 H_2O_2 存在下，可直接加在 α -亚甲基上。
- C. 由于 MNO_2 过量引起。

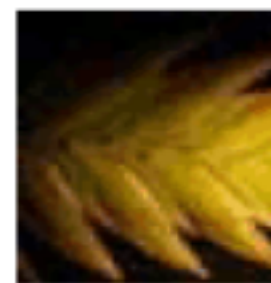
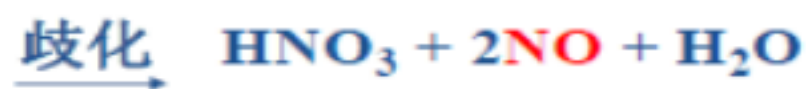
5、肉品的护色

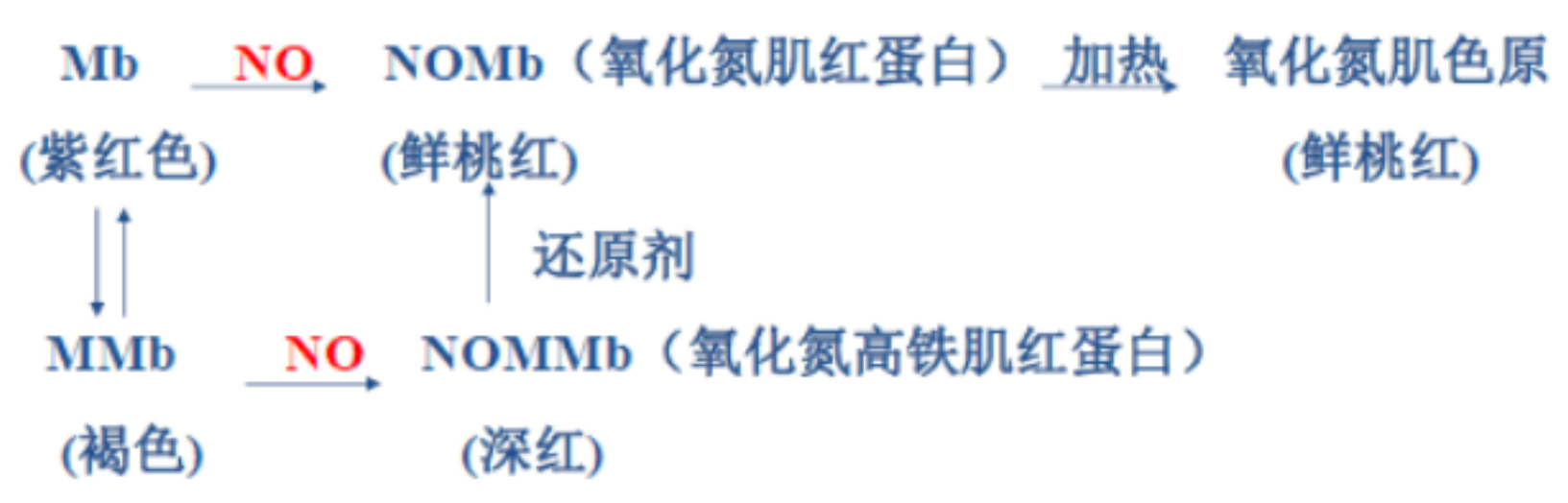
- (1) 采用低透气性材料、抽真空和加除氧剂。
 - (2) 高氧压护色
 - (3) 采用 100%CO₂ 条件，若配合使用除氧剂，效果更好。
- 腌肉制品的护色一般采用 避光、除氧 。

6、亚硝酸盐发色原理

• 腌肉色素

硝酸盐或亚硝酸盐发色原理如下：





NOMb, NOMMb, 氧化氮肌色原统称为腌肉色素，其颜色更加鲜艳，性质更加稳定（对热、氧）。

七、食品风味物质

风味 (**flavor**)：是指人以口腔为主的感觉器官对食品产生的综合感觉（嗅觉，味觉，视觉及触觉）。

特点：（1）成分多，含量甚微；（2）大多是非营养物质（3）味感性能与分子结构有特异性关系；（4）多为对热不稳定的物质。

分子的几何异构和不饱和度、大环酮碳数不同、取代基不同、旋光异构体等都对气味有影响

水果的香气成分：主要是以亚油酸和亚麻酸为前体物经生物合成途径产生的（有酶催化）

桃的香气成分主要有苯甲醛，苯甲醇，各种酯类，内酯及-宁烯等；

红苹果则以正丙~己醇和酯为其主要的香气成分；柑橘以萜类为主要风味物；菠萝中酯类是特征风味物；哈密瓜的香气成分中含量最高的是3t, 6c 壬二烯醛（阈值为3 10-6）；西瓜和甜瓜的香气成分中含量最高的是3c, 6c 壬二烯醛（阈值为10-5）。

发酵食品的香气成分：白酒中的香气成分有300多种，呈香物质以各种酯类（己酸乙酯、乙酸乙酯、乳酸乙酯）为主体，而羰基化合物、羧酸类、醇类及酚类也是重要的芳香成分。

水产品的气味：淡水鱼的腥味的主体成分是哌啶，存在于鱼腮部和血液中的血腥味的主体成分是-氨基戊酸。

形成乳制品不良风味的途径：乳脂氧化形成的氧化臭，其主体是C5~C11的醛类，尤其是2,4-辛二烯醛和2,4-壬二烯醛。牛乳在脂水解酶的作用下，水解成低级脂肪酸，产生酸败味。牛乳在日光下日照，会产生日光臭味。牛乳长期贮存产生旧胶皮味，其主要成分是邻氨基苯乙酮。

八、食品中有毒有害成分

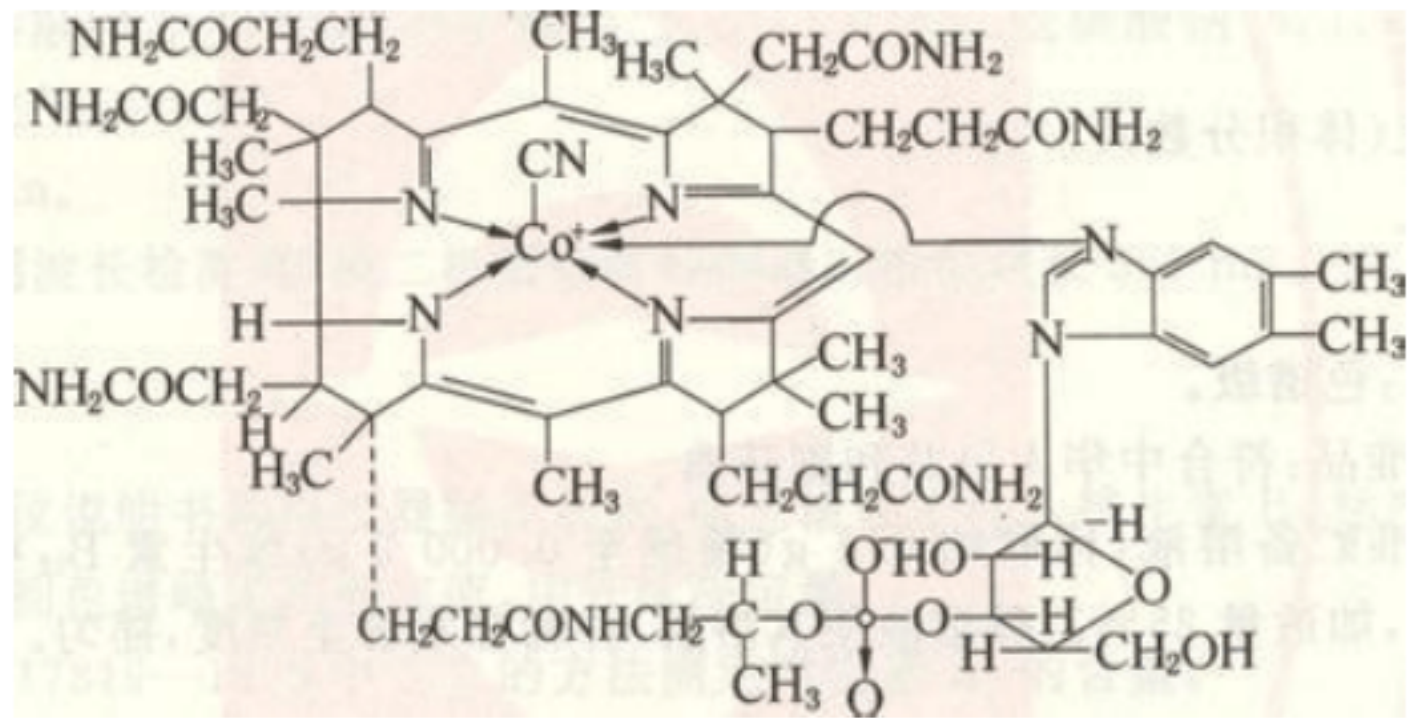
1、水产食品中的有害成分

- 河豚毒素：一种生物碱，神经毒素，稳定性高，为氰化钠的1000倍
- 有毒部位主要有卵巢和肝脏
- 麻痹性贝类中毒
- 海洋生物毒素，四氢嘌呤衍生物；神经核肌肉麻痹剂
- 腹泻性贝类毒素：有毒活性肽
- 海葵毒素
- 芋螺毒素

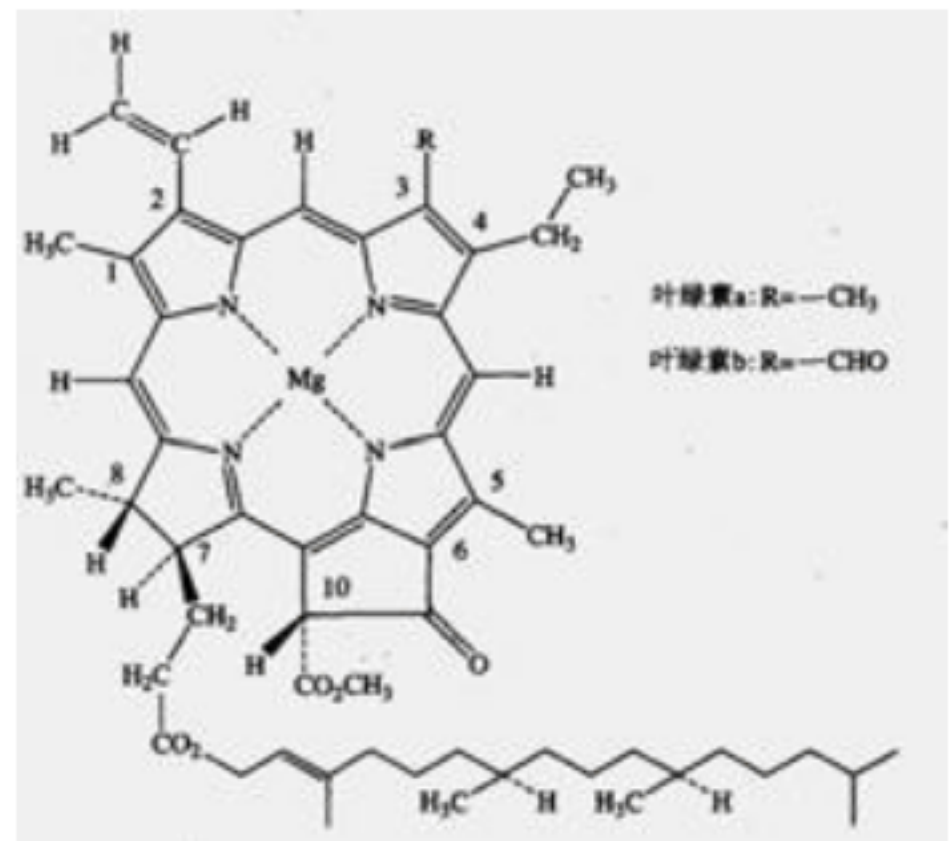
？蓝藻毒素

2、食物过敏： 各种肉类、鱼类、蛋类以及各种蔬菜、水果都可能成为某些人的过敏原食物。

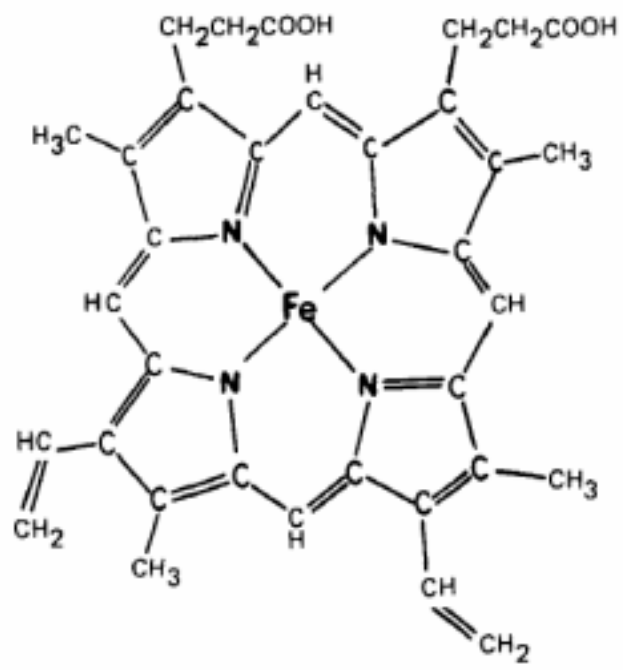
物质结构：含有金属元素的维生素（维生素 B_{12} ）、色素（叶绿素、血红素）



维生素 B_{12}



叶绿素



血红素