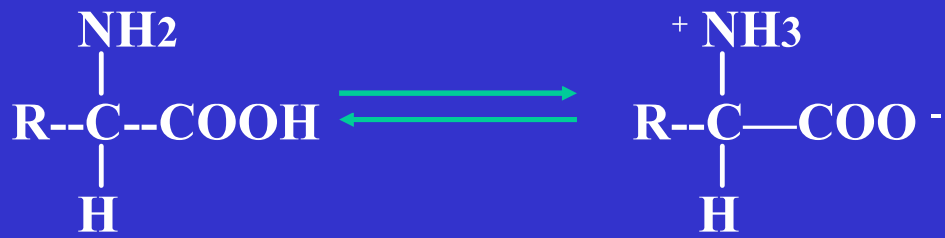


## 第四章 蛋白质

## 第一节 氨基酸的结构与分类

# 氨基酸的结构与分类

氨基酸: 是蛋白质的构成单位, 组成蛋白质的氨基酸通常有20种



结构特征

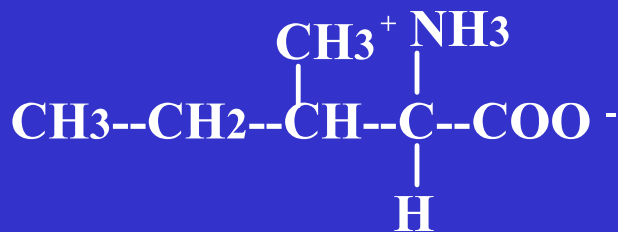
- 含有一个碱性的氨基  $-\text{NH}_2$
- 含有一个酸性的羧基  $-\text{COOH}$
- **R**基团为组成中不定的侧链,对氨基酸和蛋白质的性质有重要影响

## 氨基酸的结构与分类 (1)

根据R基团的不同, 将氨基酸分为四类:

是蛋白质的构成单位, 组成蛋白质的氨基酸通常有20种

(1)非极性或疏水性侧链的氨基酸(8种): 丙氨酸(Gly),亮氨酸(Leu), 异亮氨酸(Ile),蛋氨酸 (Met), 苯丙氨酸(Phe), 脯氨酸 (Pro), 色氨酸(Trp), 缬氨酸(Val)。



异亮氨酸

○它们的疏水程度随脂肪族侧链的长度而增大。

## 氨基酸的结构与分类 (2)

(2)极性但不带电荷侧链的氨基酸: 具有中性极性基团, 能与水形成氢键。

○羟基: 丝氨酸 (Ser), 苏氨酸 (Thr), 酪氨酸 (Tyr)



○酰胺基: 天冬酰胺 (Asp), 谷酰胺 (Glutamine)

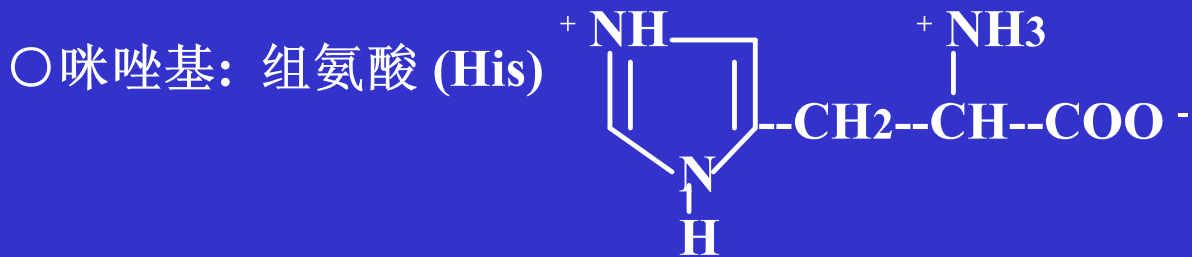
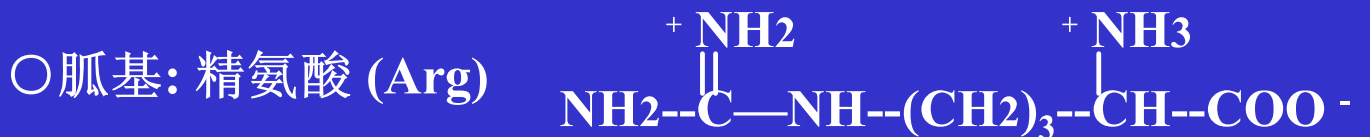
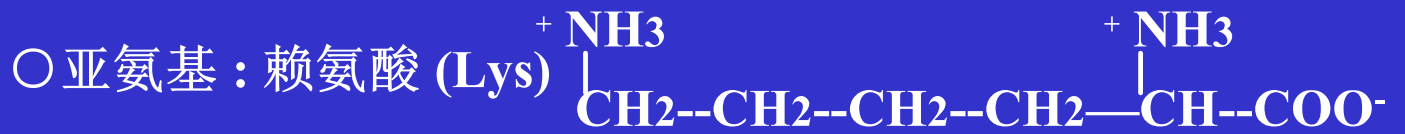


○巯基: 半胱氨酸 (Cys)



## 氨基酸的结构与分类 (3)

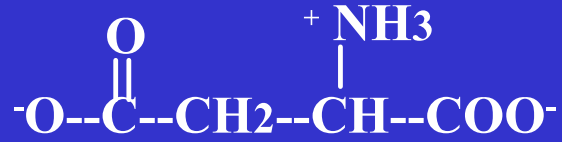
### (3)带正电荷侧链的碱性氨基酸



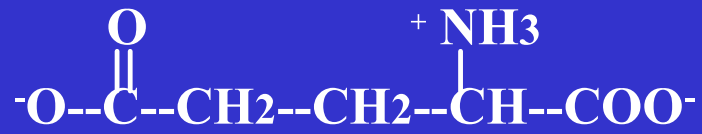
## 氨基酸的结构与分类 (4)

### (3)带负电荷侧链的酸性氨基酸

○天冬氨酸 (Asp)



○谷氨酸 (Glu)

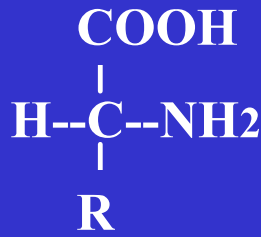


## 第二节 氨基酸的一般性质

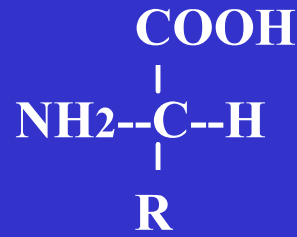


# 氨基酸的一般性质

## 1. 氨基酸的立体化学 ( $\alpha$ -不对称碳原子)

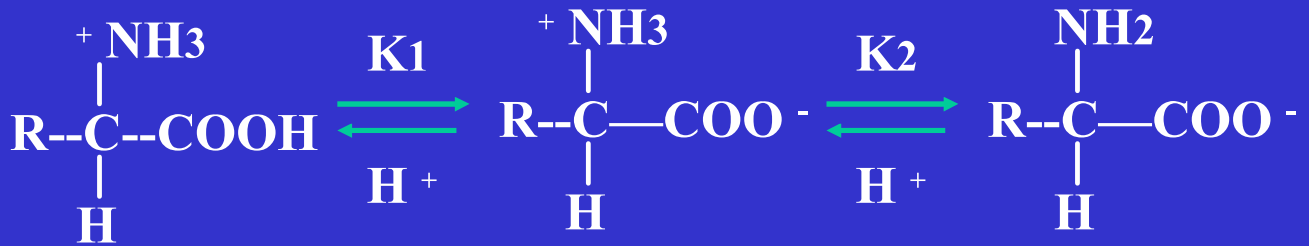


D-氨基酸



L-氨基酸

## 2. 氨基酸的酸碱性



酸性

中性

碱性

# 氨基酸的一般性质

## 3. 氨基酸的光学活性

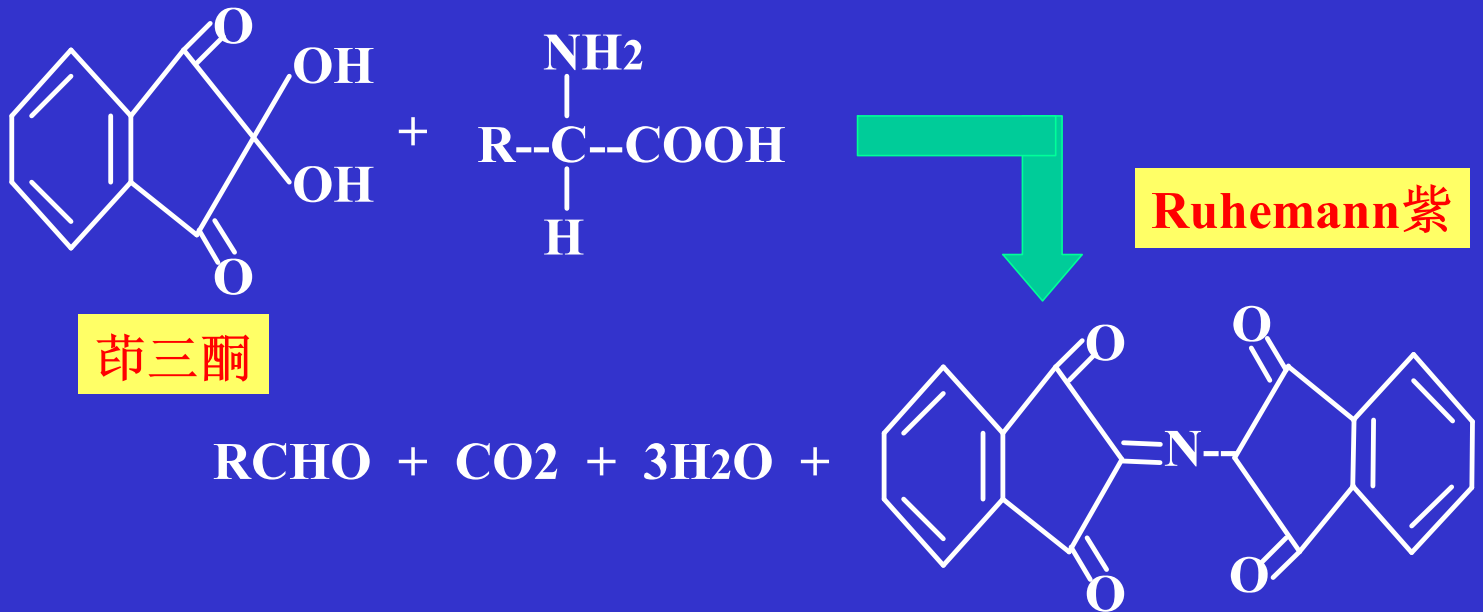
芳香族氨基酸如色氨酸 (Trp), 酪氨酸(Tyr), 苯丙氨酸(Phe) 在近紫外区(250-300nm)吸收光。此外, 色氨酸和酪氨酸在紫外区还显示荧光。这些性质常被用来粗略测定蛋白质的含量。

氨基酸	最大吸收波长	最大荧光波长
苯丙氨酸	260	282
色氨酸	278	348
酪氨酸	275	304

# 氨基酸的一般性质

## 3. 氨基酸的化学性质

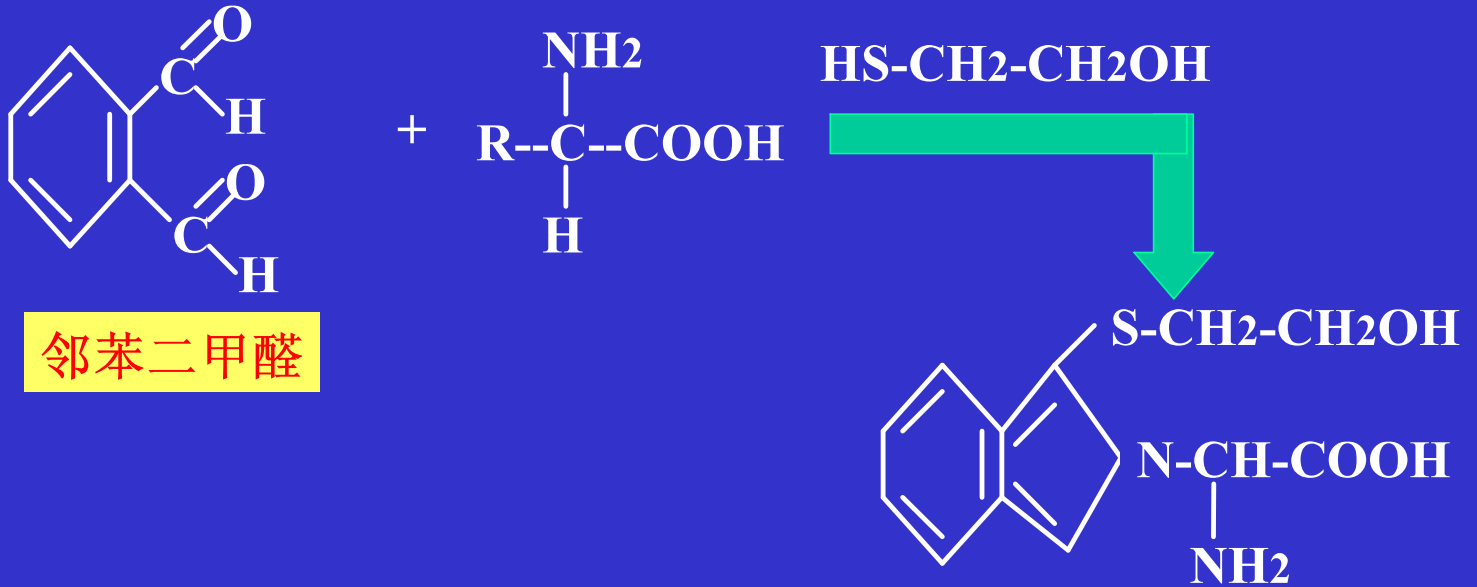
(1) 氨基酸与茚三酮反应生成紫色产物(Ruhemann紫), 在570nm波长处具有最大吸收, 可用来测定蛋白质的含量。



# 氨基酸的一般性质

## 3. 氨基酸的化学性质

(2) 在2-巯基乙醇存在下, 氨基酸与邻苯二甲醛反应生成高荧光的衍生物, 在475nm波长处具有最大荧光发射, 可用来测定蛋白质的含量。

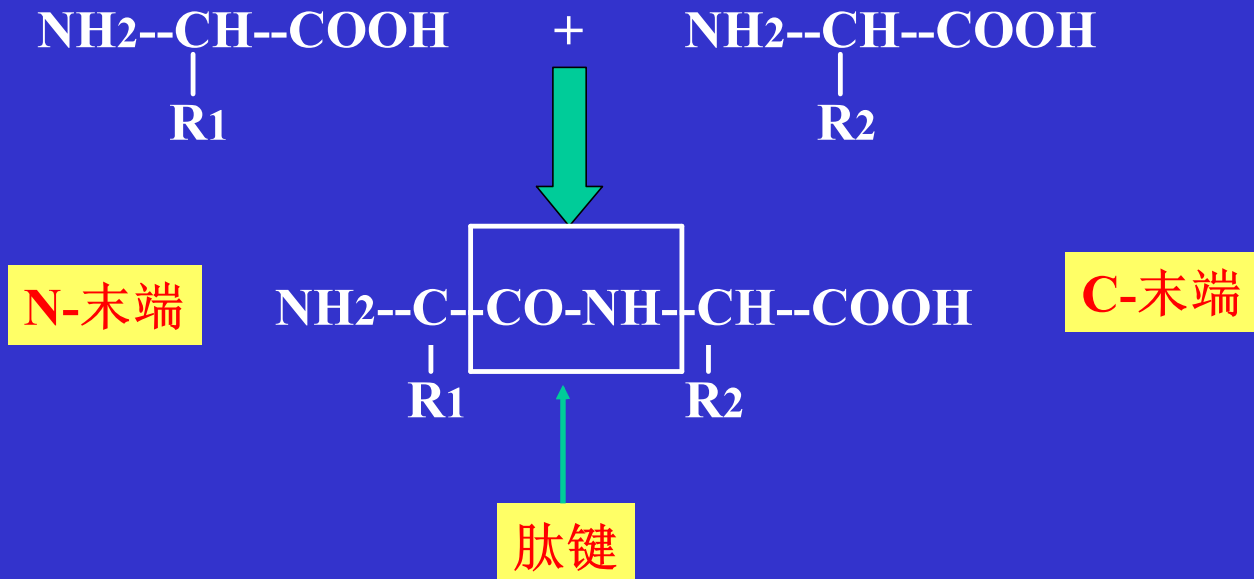


### 第三节 蛋白质的结构与分类

# 蛋白质的结构

蛋白质的结构包括一级,二级,三级,四级结构。

(1)蛋白质的一级结构:氨基酸排列顺序



## 蛋白质的结构

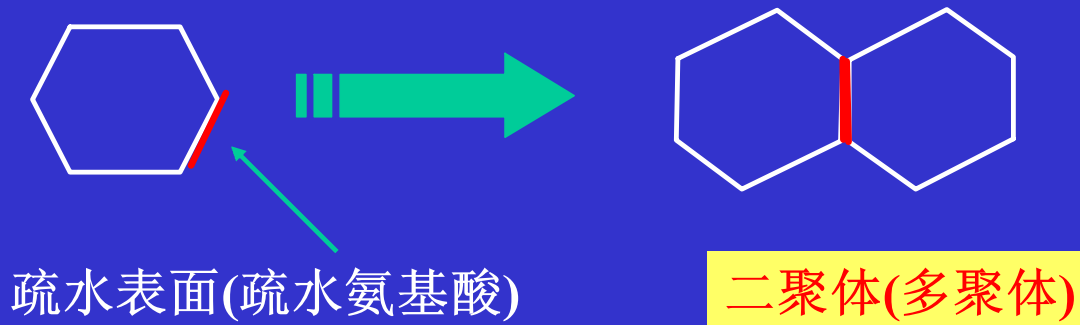
- (2)蛋白质的二级结构:  $\alpha$ -螺旋结构,  $\beta$ -折叠片结构
- (3) 蛋白质的三级结构: 二级结构的多肽链进一步折叠,卷曲成复杂球形分子结构。
- (4) 蛋白质的四级结构: 在三级结构的基础上, 两条以上的多肽链以特殊方式结合成有生物活性的蛋白质。

## 一些食品蛋白质的二级结构

蛋白质	$\alpha$ -螺旋	$\beta$ -折叠	$\beta$ -旋转	无定形
大豆11s	8.5	64.5	2.0	27.0
牛血清蛋白	67.0	0	0	33.0
木瓜蛋白酶	27.8	29.2	24.5	18.5
乳清蛋白	26.0	14.0	0	60.0
乳球蛋白	6.8	51.2	10.5	31.5
脱氧血红蛋白	85.7	64.5	0	27.0



## 食品蛋白质的四级结构



	含量(%)	分子量 (万)	亚基数
大豆球蛋白(2S)	15.0	1.8-3.3	
大豆球蛋白(7S)	34.0	10.5-21	9
大豆球蛋白(11S)	41.9	30-35	12
大豆球蛋白(15S)	9.1	60	

# 蛋白质的分类

## (1)单纯蛋白质

- 清蛋白 (Albumine): 蛋清, 乳清, 血清, 麦谷蛋白, 豆白蛋白
- 球蛋白 (Globulin): 乳清球蛋白, 血清球蛋白, 大豆球蛋白
- 谷蛋白 (Glutellin): 麦谷蛋白, 米谷蛋白
- 醇溶谷蛋白 (Prolamine): 玉米醇溶谷蛋白, 小麦醇溶谷蛋白
- 硬蛋白 (Scleroprotein): 胶原蛋白, 角蛋白
- 组蛋白 (Histone): 一种碱性蛋白, 富含赖氨酸, 精氨酸。
- 鱼精蛋白 (Protamine): 一种低分子碱性蛋白, 富含精氨酸

# 蛋白质的分类

## (2) 结合蛋白质

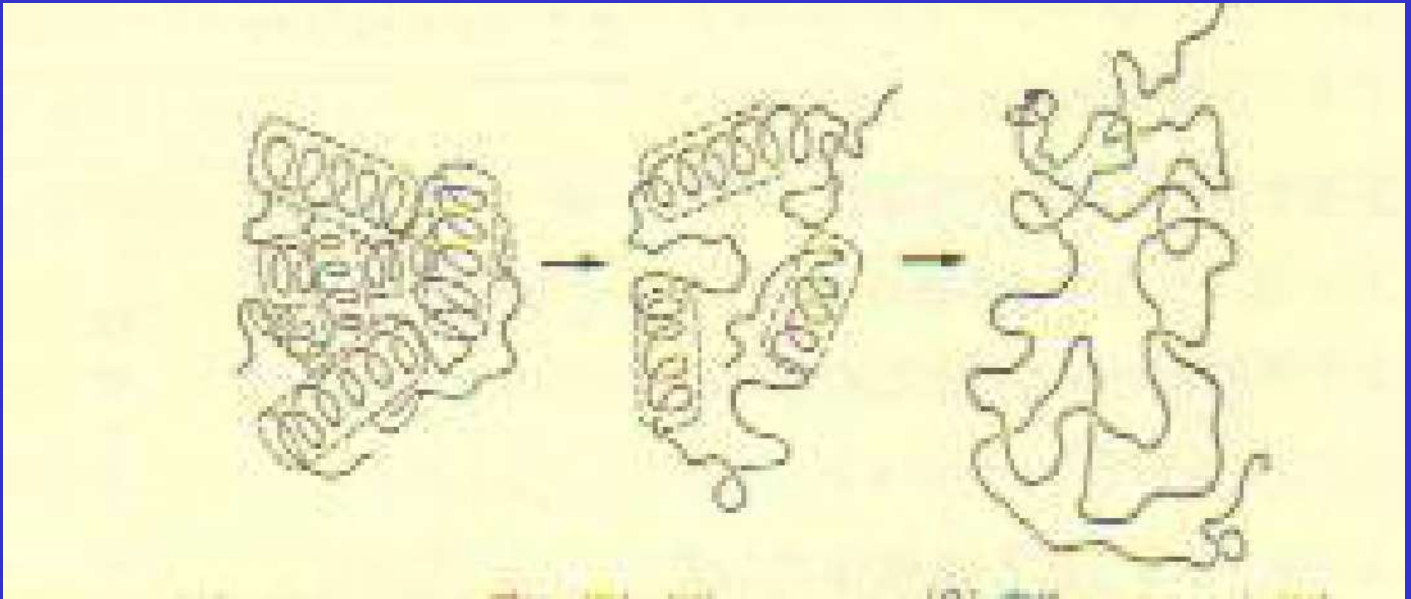
- 脂蛋白 (Lipoprotein): 油脂与蛋白质结合的复合物。
- 糖蛋白(Glycoprotein):碳水化合物与蛋白质结合的复合物
- 核蛋白(Nucleoprotein): 核酸与蛋白质结合的复合物。
- 磷蛋白(Phosphoprotein): 磷酸与蛋白质结合的复合物。
- 色蛋白(Chromoprotein): 金属与蛋白质结合的复合物:  
血红蛋白,肌红蛋白,叶绿素蛋白

## 第四节 蛋白质的变性

## 蛋白质的变性

- 蛋白质的二级,三级结构的构象是很不稳定的,当蛋白质在酸、碱、浓盐溶液、有机溶剂、加热和辐射等条件的作用下其构象会不同程度地发生改变。此过程称为变性。
- 从分子结构上看:变性作用是蛋白质多肽链中特有的 $\beta$ -折叠结构发生变化、成为无规则卷曲、伸长、混乱的排列、它只涉及蛋白质的二,三、四级结构的变化。

# 蛋白质的变性



天然蛋白质

开始变性的蛋白质

变性后蛋白质

# 蛋白质的变性

蛋白质发生变性的具体表现:

- 蛋白质的溶解度降低
- 保水能力减弱
- 发生絮凝、形成不可逆的凝胶
- 容易被酶水解
- 丧失生物活性

# 影响蛋白质变性的因素

## 1 物理因素

温度(加热)、 压力、 机械剪切、 辐射

## 2 化学因素

PH、 有机溶剂、 表面活性物质、 某些化学物质(尿素、 盐酸胍、 盐类、 金属离子等)、



## 第五节 蛋白质的功能性质

# 各种蛋白质的功能性质

食品	功能性质
饮料、汤	不同PH下的溶解度、热稳定性
调味汁	粘度、乳化作用、保水性
面团的形成	形成骨架和具有粘弹性的面筋、粘合性、热变性
焙烤食品	胶凝性、吸水性、乳化性、发泡性、褐变
乳制品	乳化性、粘度、发泡性、脂肪吸收、胶凝作用
鸡蛋代用品	发泡性、胶凝作用
肉制品	乳化性、胶凝作用、粘着性、保水性、脂肪吸收
组织化蛋白质	保水性、脂肪吸收、硬度、不溶性
食品涂膜、糖果	粘着性、粘附性、分散性、乳化性

# 蛋白质的功能性质

蛋白质的功能性质可分为三大类

(1) 水合性质: 蛋白质—水的相互作用、包括水的吸附和保留、湿润性、膨胀性、

粘合性、分散性、溶解度、粘度

(2) 组织结构化特性: 控制沉淀、胶凝和形成各种组织结构。

(3) 表面性质: 指蛋白质的表面张力、乳化作用、

起泡特性等

## (1) 蛋白质的水合性质

(1) 水合性质: 蛋白质—水的相互作用

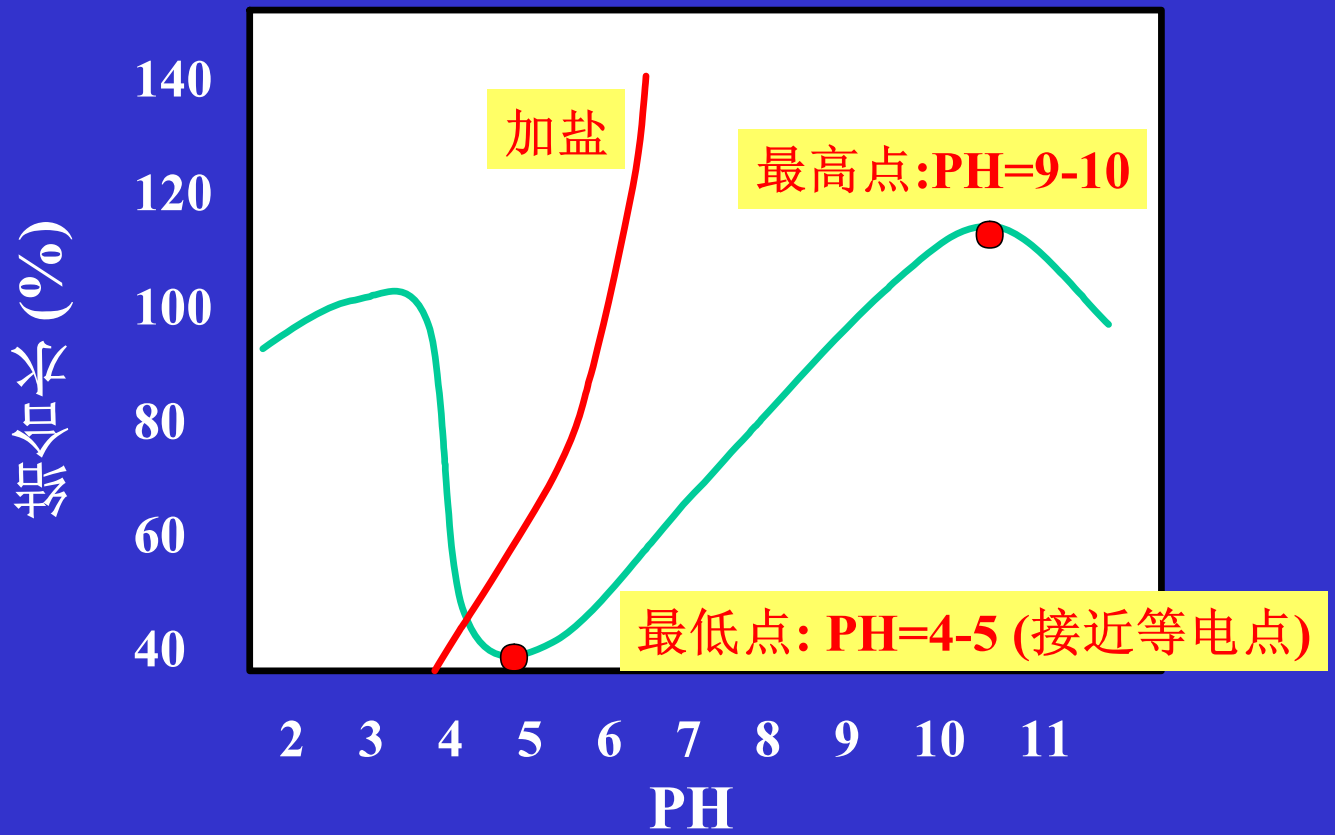
水分子能与蛋白质分子的一些基团相互作用

- 带电基团(离子--偶极作用)
- 主肽链, 酰胺基, Ser, Thr的羟基 (偶极—偶极作用)
- 非极性基团 (疏水相互作用)

影响蛋白质水合的因素: 浓度, PH, 温度, 离子强度,  
盐类等

## PH对牛肉的持水量的影响

持水量下降会导致肉汁液减少,组织粗糙,嫩度降低。



## 影响蛋白质的水合作用的因素

- 蛋白质结合水的能力一般随温度上升而降低  
温度升高, 氢键作用和离子基团的水合作用减弱。
- 离子的种类和强度对蛋白质的吸水力, 膨胀力和溶解度有很大的影响。  
电荷的排斥力增加使蛋白质膨胀和结合更多的水。
- 低盐浓度能增加水合作用; 高盐浓度会引起蛋白质脱水。  
水, 盐类, 氨基酸侧链之间会发生竞争性结合。

## 常见蛋白质的水合能力

蛋白质	水合能力 (g水/g蛋白质)	蛋白质	水合能力 (g水/g蛋白质)
胶原蛋白	<b>0.45</b>	酪蛋白酸钠	<b>0.38-0.92</b>
酪蛋白	<b>0.40</b>	乳清浓缩蛋白	<b>0.45-0.52</b>
大豆蛋白	<b>0.33</b>	血红蛋白	<b>0.62</b>
卵清蛋白	<b>0.30</b>	肌红蛋白	<b>0.44</b>

## 蛋白质的溶解度

○蛋白质的溶解度取决于蛋白质的水合能力(蛋白质—水相互作用)和疏水作用(蛋白质—蛋白质相互作用)的平衡。

例如: 蛋白质浓度, PH, 离子强度等

○与蛋白质的热力学性质也有关系。

饮料加工上蛋白质的变化

(1) 为了杀死微生物,钝化酶,浓缩,真空脱臭等,必须加热处理。

(2) 蛋白质在加热时溶解度降低,可能出现沉淀。



# 蛋白质的溶解度

根据溶解度将蛋白质分类

(1) 清蛋白: 可溶解于接近中性水中(PH=6.6)

血清清蛋白, 卵清蛋白,  $\alpha$ -乳清蛋白

(2) 球蛋白: 可溶解于中性的稀盐溶液中(PH=7)

大豆球蛋白, 菜豆球蛋白,  $\beta$ -乳清蛋白

(3) 谷蛋白: 可溶解于酸(PH2)和碱(PH12)。

小麦谷蛋白

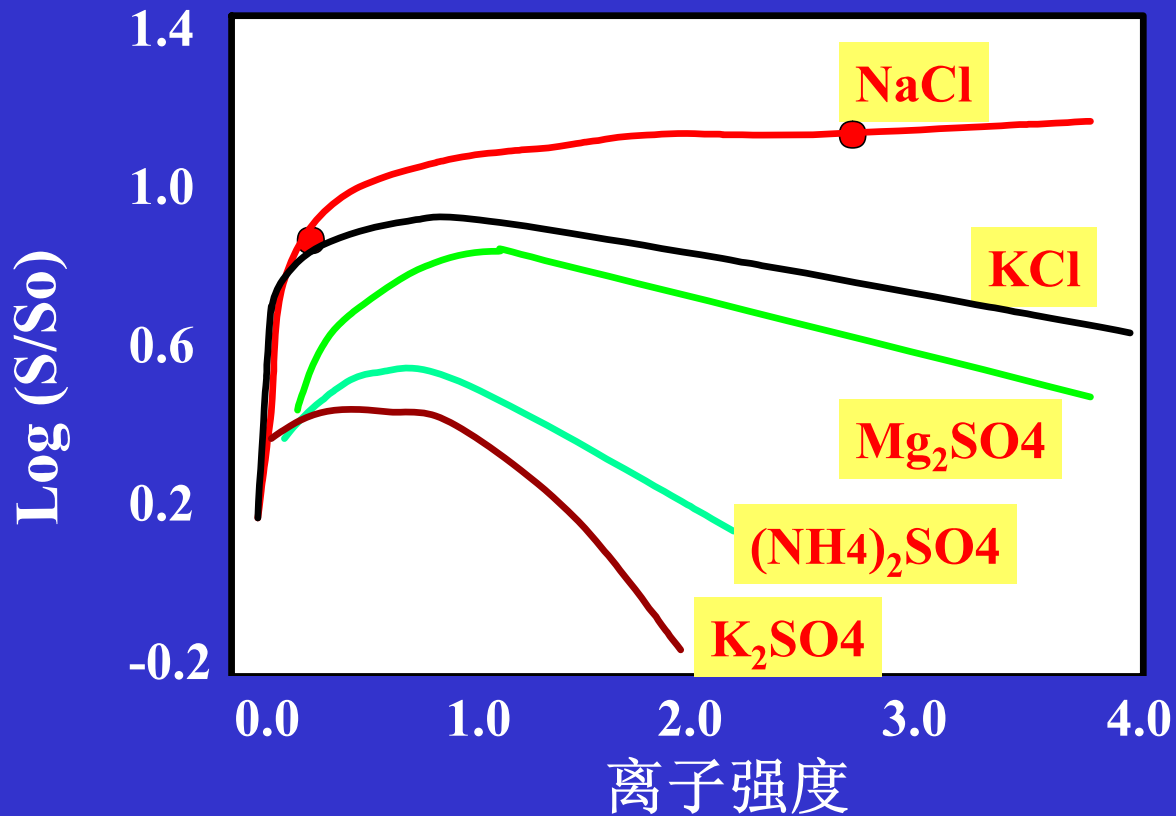
(4) 醇溶蛋白: 可溶解于70%的乙醇。

玉米醇溶蛋白, 麦醇溶蛋白

## 温度对蛋白质溶解度的影响

	处理	溶解度		处理	溶解度
大豆分离蛋白	天然	100	卵清蛋白	天然	100
	100℃, 0.25min	100		80℃, 1.5min	91
	100℃, 0.5min	92		80℃, 2.0min	76
	100℃, 1.0min	54		80℃, 2.5min	71
	100℃, 2.0min	15		80℃, 3.0min	49

## 离子强度对蛋白质溶解度的影响



在等电点PH处离子强度和离子类型对羧基血红蛋白溶解度的影响。(S,  $S_0$ 分别代表在盐和水中的溶解度)

## 蛋白质的粘度

蛋白质粘度决定于分子或粒子的外部直径。

- (1) 蛋白质分子的固有特性: 摩尔浓度, 大小, 体积, 结构, 电荷等。
- (2) 蛋白质和溶剂间的相互作用 (水合作用)
- (3) 蛋白质与蛋白质的相互作用(疏水相互作用)

## 蛋白质的“剪切稀释”(Shear thinning)现象

当亲水性溶液的分散体系(悬浊液, 乳浊液, 糊状物, 或凝胶的高速搅拌时, 粘度系数下降的现象。

- (1) 分子朝着流动方向逐渐定向, 使磨擦力降低
- (2) 分子的水合粒子向流动方向变形
- (3) 氢键和其他弱键的断裂使蛋白质的聚集体和网络解离。

\*\*停止搅拌后如果凝集体还能恢复原来的状态, 则粘度会比原来的粘度小, 则为触变(Thixotropic)体系。

例如: 大豆蛋白盐析物, 乳清蛋白浓缩物等。

## 蛋白质的胶凝作用

- 蛋白质的缔合(**Association**): 指亚基或分子水平上发生的变化。
- 聚合(**polymerization**)或凝集(**Aggregation**): 指与金属或其他物质形成较大的配位化合物。
- 沉淀作用(**Precipitation**): 由于溶解度全部或部分丧失而引起的反应。

## 蛋白质的胶凝作用(Gelation)

- 絮凝(Flocculation): 指没有变性时的无序凝集反应。一般是由于链间静电排斥力的降低造成的。
- 凝结(Coagulation): 在变性无序凝集反应和凝集反应中,当蛋白质与蛋白质之间的疏水相互作用超过蛋白质和溶剂的相互作用时形成的粗糙凝块。
- 胶凝 (Gelation): 变性分子凝集并形成一种有序的

## 蛋白质的胶凝作用的利用

- 利用蛋白质的胶凝作用制造的食品：各种乳制品(酸奶, 奶酪), 明胶, 肉糜或鱼制品(火腿肠, 香肠, 灌肠, 鱼糜, 鱼丸), 大豆蛋白制品, 膨化或挤压组织化植物蛋白, 面包的面团等。
- 胶凝作用形成的粘弹性凝胶可以提高吸水性, 稠度, 粘着性, 乳化性和泡沫的稳定性。



## 胶凝作用的机理

蛋白质网络的形成是由于蛋白质—蛋白质,蛋白质—

溶剂间的相互作用,邻近肽链之间的吸引力和排斥力达到平衡时引起的。

○共价二硫交联键的形成:卵清蛋白,乳球蛋白凝胶

○通过氢键形成可凝结—融化多次的凝胶:明胶

○与多糖胶凝剂相互作用:明胶(带正电荷)与海藻酸盐或果胶酸盐(带负电荷)可形成高熔点( $80^{\circ}\text{C}$ )的凝胶。

○一些盐类或金属离子可以提高胶凝速度和强度:焦磷酸盐,钙,镁离子等。

# PH和离子强度对蛋清胶凝作用的影响

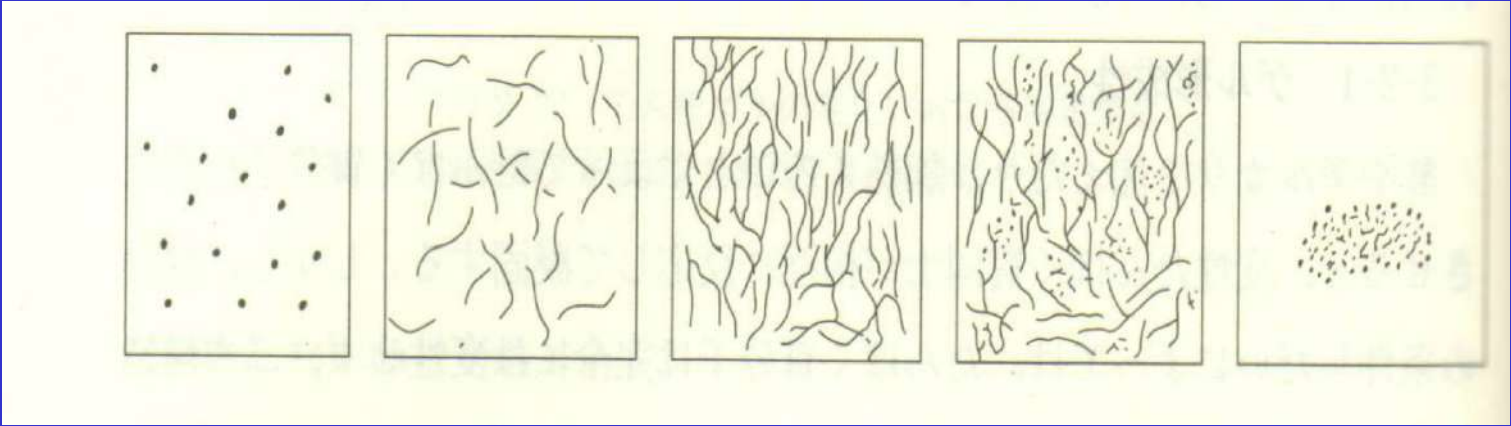
低  
远离等电点  
低



浓度  
PH  
离子强度



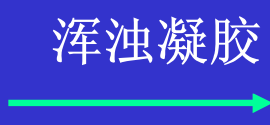
高  
靠近等电点  
高



溶液  
强度最低



透明凝胶  
强度最大



浑浊凝胶

凝集体  
强度最低

## (2) 蛋白质的组织结构化性质

植物或乳蛋白控制沉淀、胶凝作用形成具有咀嚼性和良好持水性的薄膜或纤维状组织结构,并且在以后的加热处理中继续保持这些性质。

利用:肉类的代用品或填充物。

## 蛋白质的组织化方法 (1)

### (1) 热凝固和薄膜形成。

- 高浓度的大豆蛋白可以在平滑的金属表面上热凝结，生成的水合蛋白薄膜可以折叠或切成丝状。
- 豆浆在95°C保持数小时能在表面形成一层薄的蛋白质—脂类膜。(腐竹)

## 蛋白质的组织化方法 (2)

### (2) 纤维的形成

- 配制高浓度的大豆(或乳)蛋白喷丝原液(PH>10):  
静电排斥力使蛋白质完全离解成亚单位,多肽链延伸
- 脱气,澄清:防止喷丝时发生纤维中断
- 喷丝:原液在高压下通过有许多小孔的管蕊板,流过小孔后,伸长的蛋白质分子沿流出方向定位,以平行方式延长和排列
- 蛋白质凝结:液体长丝进入酸性食盐溶液,由于等点电和盐析效应发生凝结。另外,分子之间通过氢键,二硫键,离子键等相互作用形成水合蛋白纤维。
- 增强加工性能:滚筒转动拉直纤维,使它们结合更紧密,增加咀嚼性;除去部分水提高粘着力和韧性。

## 蛋白质的组织化方法 (3)

- (3) 热塑性挤压：植物蛋白通过挤压可以得到干燥的纤维状多孔颗粒，复水时可具有咀嚼性。
- 蛋白质—多糖混合物靠旋转螺旋作用移动通过一个圆筒，在高压，强剪切力和高温作用下使它们转化成粘稠状物。
  - 迅速挤压通过管蕊板进入常压，体积迅速膨胀，内部水分蒸发，冷却后形成具有高度膨胀，干燥的组织结构产品在60°C复水后可吸收2-4倍重量的水形成纤维状海绵和具有咀嚼性与肉相同的部分弹性结构。

### (3) 蛋白质的表面性质

蛋白质是天然的两亲物质,它能够自发地迁移到汽—水界面或油—水界面,在界面上形成高粘弹性薄膜,可以提高耐保藏和机械加工能力。因此,蛋白质稳定的泡沫和乳状液比采用其他表面活性物质制备的分散体系更加稳定。

○理想的表面活性具有3个性能:

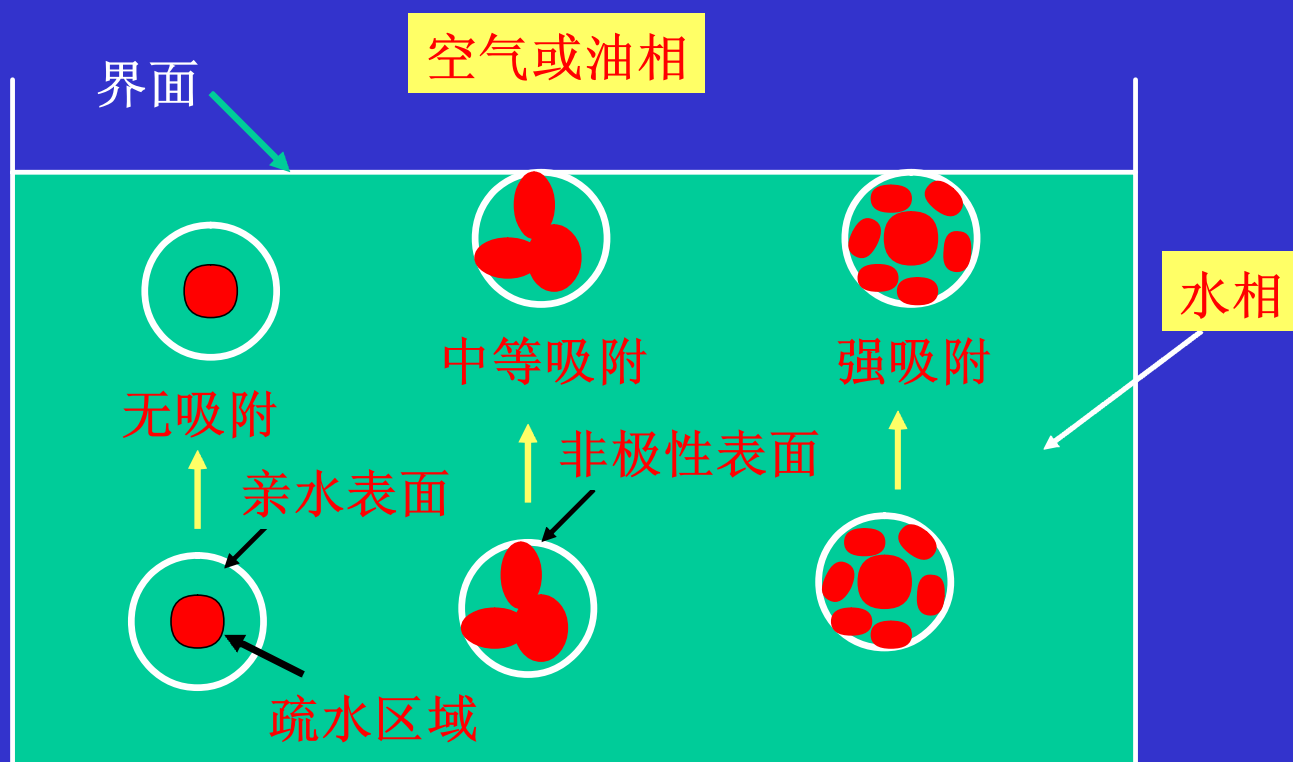
(1) 能快速地吸附到界面

(2) 能快速地展开并在界面上再定向

(3) 到达界面后,能与邻近分子形成具有高粘弹性薄膜,能耐热和机械加工

# 蛋白质的表面性质

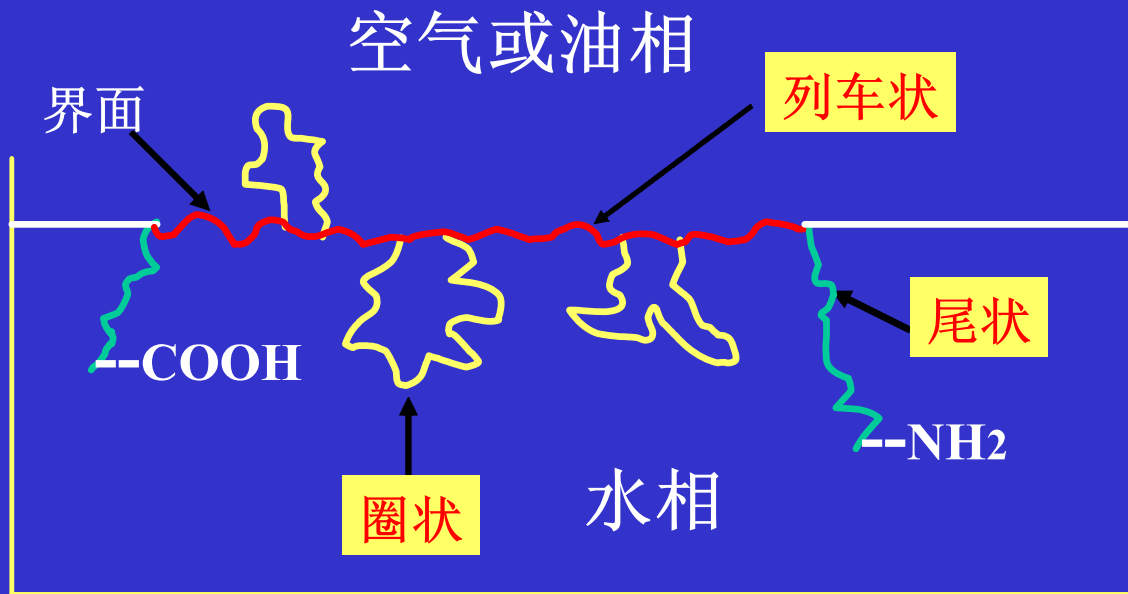
表面疏水小区对蛋白质吸附到汽—水界面几率的影响





# 蛋白质的表面性质

蛋白质吸附在界面的牢固程度取决于固定在界面上的肽片段的数目, 归根结底取决于蛋白质分子构象的柔性。多肽链在界面上采取的三种不同构型: 列车状, 尾状, 圈状。



## 蛋白质的表面性质

影响界面上蛋白质膜的机械强度的因素

(1) 吸引的静电相互作用

(2) 氢键

(3) 疏水相互作用

(4) 二硫交联键:  $--S—S-- \rightleftharpoons 2--SH$

## 蛋白质的乳化性质

蛋白乳化性质的表现：牛乳，乳脂，冰淇淋，黄油，干酪，蛋黄酱，肉馅等。

稳定机理：

- (1) 蛋白质吸附在分散油滴(脂肪球)和连续相之间的界面上,与三酰甘油,磷脂,不溶性脂蛋白质和可溶性蛋白质形成脂肪球膜,使油滴产生耐凝集性的物理和流变性质(稠度,粘度,弹性,硬度等)。
- (2) 氨基酸的侧链发生电离,产生的静电排斥力利于乳状液稳定。

## 影响蛋白质乳化性质的因素

(1) 蛋白质的溶解度: 正比关系。

○ 在肉糜乳状液中(PH4-8), 适当的食盐(0.5-1M)可以使肌原纤维蛋白发生盐溶, 使溶解度和伸展度增加, 从而使蛋白质的乳化容量增加。

(2) PH值

○ 在等电点具有良好乳化性的: 明胶, 卵清蛋白。

○ 在非等电点乳化性更好的: 花生蛋白, 大豆蛋白, 酪蛋白, 乳清蛋白, 牛血清蛋白, 肌原纤维蛋白。

## 影响蛋白质乳化性质的因素

(3) 温度 (加热): 一般对稳定性产生不利影响

\* $\beta$ -乳球蛋白在加热时, 热处理使原先深藏在分子内部结构中的-SH基暴露, 很容易与相邻的 $\beta$ -乳球蛋白的-SH基形成二硫交联键从而产生二聚物, 有利于乳状液的稳定。

(4) 表面活性物质, 离子强度等

## 蛋白质的起泡性质

食品的泡沫是在连续的液相或含可溶性表面活性剂的半固相中形成的分散体系。在安定的泡沫中,由弹性的薄液体层连续相将气泡分开。

○典型的泡沫食品:蛋白酥皮,蛋糕,果汁软糖,搅打奶油,冰淇淋,啤酒泡沫,面包等。

## 蛋白质的起泡性质

### ○ 泡沫食品的特点:

- 含有大量的气体
- 在气相和连续的液相之间有较大的表面积
- 溶质的浓度在表面较高
- 要有能胀大,具有刚性和弹性的膜或者壁。

## 蛋白质的起泡性质

蛋白质作为起泡剂使用应该满足的条件

- (1) 能快速地吸附到气—水界面
- (2) 易于在界面上展开和重排
- (3) 能通过分子间相互作用形成粘性膜



## 蛋白质的起泡性质

$$\text{膨胀率} = \frac{\text{泡沫体积} - \text{起始液体体积}}{\text{起始液体体积}} \times 100\%$$

$$\text{起泡力} = \frac{\text{并入气体的体积}}{\text{起始液体体积}} \times 100\%$$

## 蛋白质的起泡性质

产生泡沫的方法:

- (1) 让冒泡的气体经过一种多孔分配器, 然后进入低浓度的蛋白质溶液中。
- (2) 在大量气体存在时用旋转机械搅拌或振荡蛋白质水溶液
- (3) 将预先加压的气体溶于要生成泡沫的溶液中, 当压力突然解除时, 系统中的气体会膨胀形成泡沫。

# 影响蛋白质起泡性质的因素

## (1) 蛋白质分子自身的性质

---

溶解度

快速扩散到界面

疏水性(两亲性)

带电,极性和非极性残基的分布促进界面的相互作用

分子(肽链)的柔软性

推进在界面上的展开

相互作用的活性肽链

功能性链的存在促进在水,气和界面相的相互作用

带电基团的配置

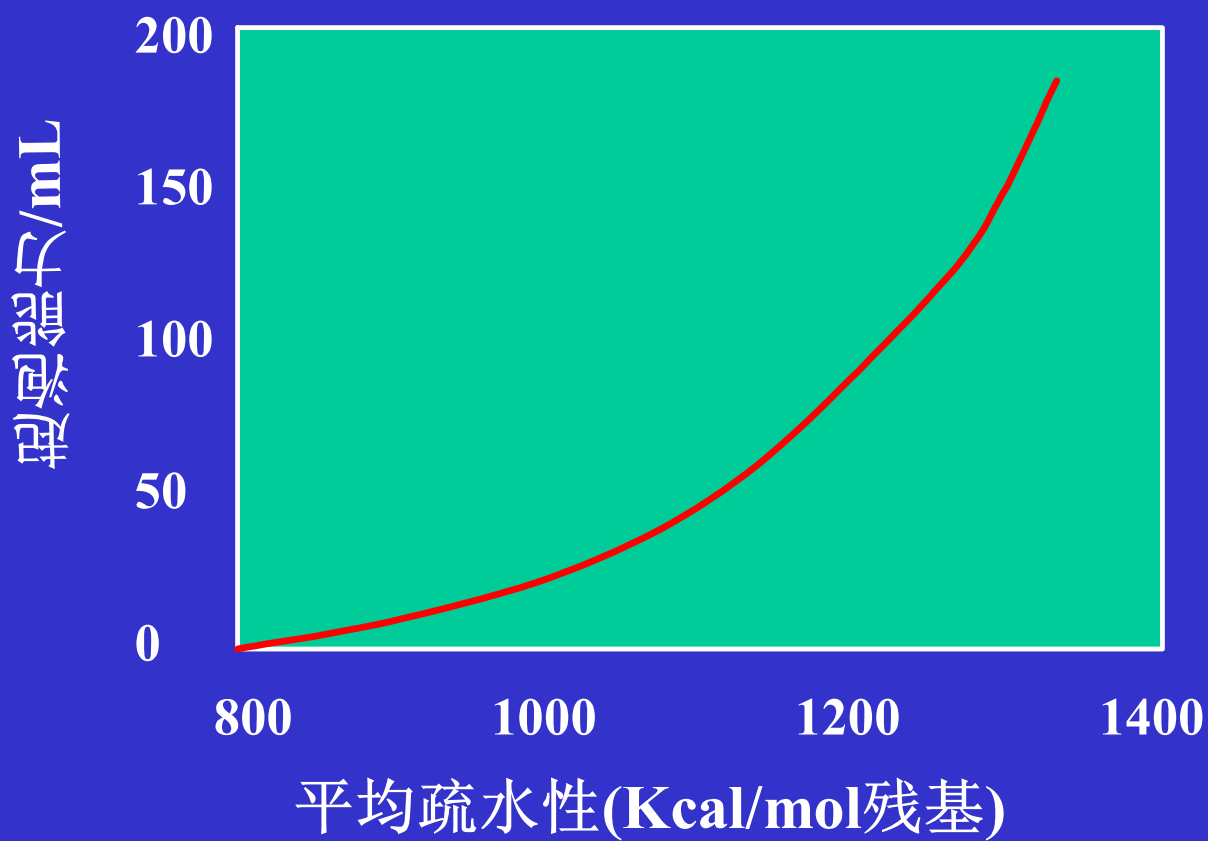
在邻近气泡之间的电荷排斥

极性基团的配置

防止气泡的紧密靠近,渗透和空间效应

---

## 起泡力和蛋白质平均疏水性的关系



# 影响蛋白质起泡性质的因素

## (2) PH值

在等电点处溶解度大的蛋白质具有最好的起泡能力，形成的泡沫最稳定。

○在等电点处电荷的排斥力最小，被吸附到界面上的蛋白质的数量增加，而且有利于在界面上的蛋白质—蛋白质相互作用和形成粘稠的膜。

\*不溶性蛋白质对起泡能力没有贡献，但对泡沫稳定性有利

## 影响蛋白质起泡性质的因素

### (3) 盐的浓度, 种类

○低浓度时能提高蛋白质的溶解度(盐溶效应), 在高浓度时产生盐析效应。

\*适量的食盐能提高大豆蛋白(2%)和鱼浓缩蛋白(0.5M)的起泡能力。

\*食盐能降低大豆蛋白,鸡蛋蛋白质和小麦蛋白质所形成的泡沫的稳定性。

## 影响蛋白质起泡性质的因素

食盐对乳清分离蛋白起泡性和稳定性的影响

食盐浓度 (M)	总界面面积 (cm <sup>2</sup> /mL泡沫)	50%起始面积 破裂时间 (秒)
0	333	510
0.0	308	288
0.0	305	165
0.1	287	120

## 影响蛋白质起泡性质的因素

(4)糖: 蔗糖, 乳糖等的加入会降低蛋白质的起泡能力, 但能促进泡沫的稳定性。

\*蛋糕制作: 加料顺序为: 先搅拌鸡蛋, 最后加糖, 混合均匀后才加入面粉, 迅速装入蛋糕模型盒  
理由: 使蛋白质吸附, 展开, 形成更多的泡沫, 后加入糖增加粘度, 稳定泡沫结构。



## 影响蛋白质起泡性质的因素

(5) 脂类: 油脂, 磷脂等脂类物质等的加入会降低蛋白质的起泡能力和泡沫的稳定性。

\* 蛋糕制作: 打蛋时最好只用蛋清, 等气泡形成后再加入蛋黄和糖。

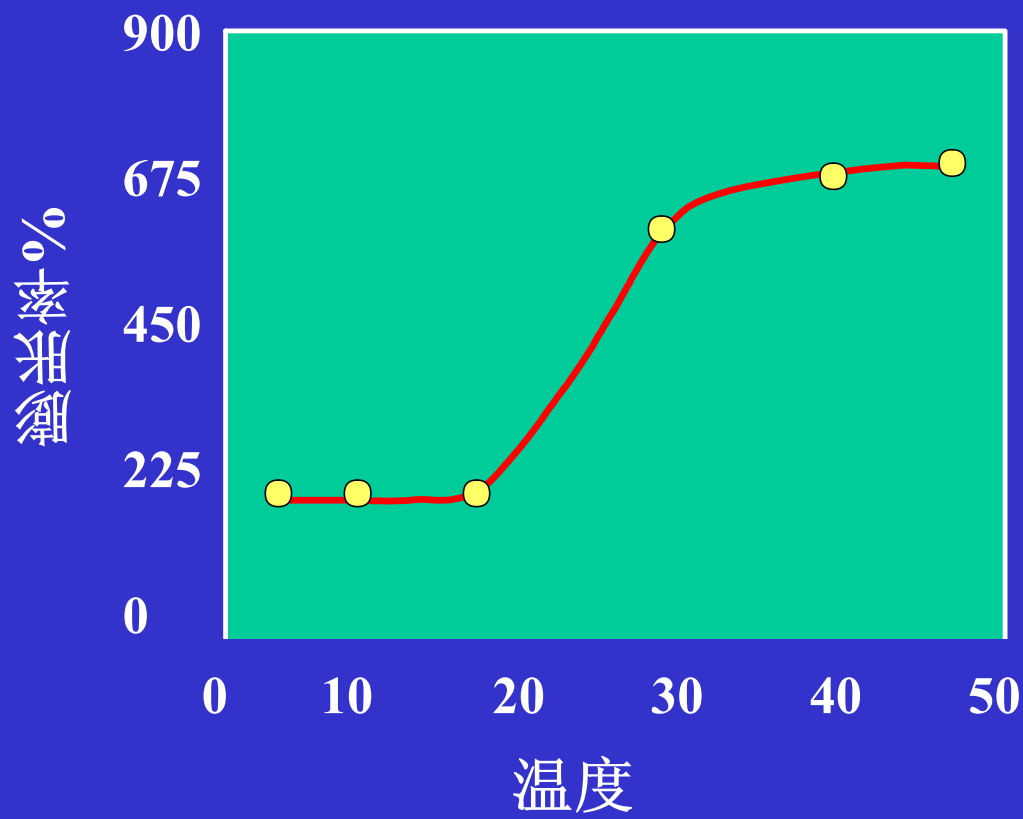
理由: 脂类, 磷脂比蛋白质有更大的表面活性, 在界面上竞争取代蛋白质, 减少了膜的厚度和粘性。

(6) 蛋白质浓度: 浓度越高, 起泡能力越好。

一般在2-8%范围内显示最大起泡能力

# 温度对 $\beta$ -乳球蛋白的膨胀率的影响

(7) 温度: 温度升高可提高蛋白质的起泡能力



## 蛋白质的其他性质

蛋白质与风味物质结合：一些蛋白质能与食品中存在的醛,酮,酚和氧化的脂肪酸可以产生豆腥味(大豆), 酮苦味, 涩味等风味物质结合, 当烹调和咀嚼时就会释放出来, 并能够感受到。

○运用：蛋白质作为风味物质的载体和改良剂。

- (1) 给组织化植物蛋白(仿生食品)赋予肉的风味, 耐藏, 但当烹调和咀嚼时就会释放出来。
- (2) 某些蛋白质加工制品应该有脱臭工序。

## 第六节 食品加工对蛋白质功能 和营养价值的影响

# 1 热处理对蛋白质功能和营养价值的影响

○功能性变劣, 营养价值增加

热处理会使蛋白质变性, 溶解度降低。但豆科植物存在着毒素(凝血素)和能抑制人体内的蛋白质水解酶, 热处理能钝化酶类, 提高消化率和营养价值。

\*过度热处理会降低营养价值。

(1) 氨基酸脱硫, 脱CO<sub>2</sub>, 脱氨等

(2) Maillard反应引起褐变

(3) 产生不能被酶水解的物质



## 2 碱处理对蛋白质功能和营养价值的影响

○适当的碱处理会增强起泡,乳化等功能,但能形成一些新的限制氨基酸,降低营养价值。

(1)形成一些新的限制氨基酸:赖氨酸,胱氨酸,丝氨酸等在PH12, 40°C, 4h条件下会生成人体无法吸收利用的赖氨酰丙氨酸(LAL), 鸟氨酰丙氨酸等。

(2)在PH12, >200°C条件下氨基酸残基异构化,生成不具有营养价值的D-氨基酸。

(3)剧烈热处理会产生有毒的环状衍生物。

### 3 美拉德反应对蛋白质功能和营养价值的影响

还原糖和氨基酸、蛋白质或者其他含氮化合物在一起加热时、糖与胺反应生成葡基胺、再经过Amadori重排、得到1-氨基-1-脱氧-D-果糖衍生物。

**PH ≤ 5:** 5-羟甲基-2-呋喃甲醛

**(HMF: Hydroxymethylfurfural)**

**PH ≥ 5:** HMF和其他环状化合物快速聚合、生成含氮的不溶性深暗色物质。

## 第七节 蛋白质新资源



# 蛋白质新资源

## (1)单细胞蛋白

指以微生物作为食品的方式。

特点: 生长速度快, 容易控制, 产量高

\*酵母菌: 产朊假丝酵母(*Candida utilis*), 啤酒酵母

蛋白质含量: **53%** (但缺乏含硫氨基酸)

\*细菌: 假单胞菌(*Pseudomonas*), 杆菌(*Bacillus*)等可

以利用纤维生产蛋白质。(综合利用)

\*藻类: 小球藻(*Chlorella scenedesmus*), 螺旋藻

(*Spirulina*):蛋白质含量: **50-60%**

## 蛋白质新资源

\*藻类: 小球藻(*Chlorella scenedesmus*), 螺旋藻(*Spirulina*):蛋白质含量: 50-60%

缺点: (1) 日食量超过100克时会引起恶心, 呕吐, 腹痛等症状。

(2) 细胞壁坚固, 影响消化率(60-70%)

\*真菌: 蘑菇, 平菇等 蛋白质含量: 4%(新鲜), 27%(干)。可以用无机氮和碳水化合物废弃物对真菌菌丝进行培养以获得蛋白质。

## 蛋白质新资源

### (2)叶蛋白

叶片是植物进行光合作用和合成蛋白质的场所。

特点: 赖氨酸含量高, 来源丰富, 产量高

蛋白质含量: 2-4%

叶片---研磨,压榨---绿色汁液(固形物10%, 粗蛋白(40-60%)----热处理(90°C)---蛋白凝块----冲洗,干燥  
---- 叶蛋白(蛋白质60%, 脂肪10%, 矿物质10%)

用途: 饲料, 特殊病人食品

## 蛋白质新资源

### (3)浓缩鱼蛋白

特点: 无臭,无味, 氨基酸组成与鸡蛋,酪蛋白相同

蛋白质含量: 90-93%

用途: 饲料, 特殊病人食品