

第三章 蛋白质

概述

一、蛋白质的元素组成

碳, 氢, 氧, 氮, 硫, 磷, 碘, 铁, 锌等

二、蛋白质的作用

1. 构成生物体内基本物质, 为生长及维持生命所必需
2. 部分蛋白质可作为生物催化剂, 即酶和激素
3. 生物的免疫作用所必需的物资
4. 有些蛋白质会导致食物过敏

三、蛋白质的分子组成

基本单位: 氨基酸 有不同的 A A s 通过肽键相互连接而成

蛋白质 → 肽 → 多肽 → 二肽 → 氨基酸

四、蛋白质的分类

1. 化学组成

- (1). 单纯蛋白质: 仅含有 A A s
- (2). 结合蛋白质: 由 A A s 和其他非蛋白质化合物所组成
- (3). 衍生蛋白质: 用化学或酶学方法得到的化合物

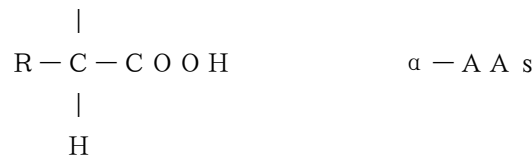
2. 功能

- (1). 结构蛋白质: 角蛋白, 胶原蛋白, 弹性蛋白
- (2). 有生物活性的蛋白质: 酶, 激素, 免疫球蛋白
- (3). 食品蛋白质: 凡可供食用, 易消化, 无毒和可供人类利用的蛋白质

第一节 蛋白质的组成、结构与分类

一、氨基酸 (Amino acids): 常见 20 种

1. 结构: NH_2 至少含有一个碱性的 $-\text{NH}_2$ 和酸性的 $-\text{COOH}$



2. 分类: R 基团的不同 (表 4-1)

- (1)、非极性或疏水性侧链
- (2)、极性而不带电荷 (亲水性) 侧链
- (3)、正电荷侧链的碱性 A A s
- (4)、负电荷酸性 A A s

二、蛋白质的结构 (Protein structures):

三、蛋白质的分类 (Protein classification)

- (一)、单纯蛋白质 (Simple proteins)
- (二)、结合蛋白质 (Conjugated proteins)
- (三)、衍生蛋白质 (Derived proteins)

1. 一级衍生物: 酪蛋白

2. 二级衍生物: 肽 (Proteoses) 肽 (Peptones) 和肽 (Peptides)

第三节 蛋白质的变性作用

一、定义:

当蛋白质用化学因素 (酸, 碱, 浓盐溶液, 有机溶剂) 或物理因素 (加热及辐射) 等处理时, 会不同程度地改变其构象, 这个过程称为变性

二、特点:

(一)。变性作用仅涉及蛋白质的二,三,四级结构的变化,并不包括一级结构肽链的断裂。变性时蛋白质中氢键,盐键及疏水键作用等遭受破坏不再呈折叠构象,肽键主链的共价键并未打断

(二)。变性时蛋白质性质也发生了变化

1. 降低溶解度,改变对水的结合能力。
2. 发生凝结,形成不可逆凝胶。
3. 易被E水解。
4. 丧失生物活性。
5. 粘度增加不能形成结晶。

(三)。分为可逆变性:当变性因素解除以后,蛋白质可恢复原状,称为复性(温和条件)

不可逆变性:比较强烈条件下(高温,强酸,强碱等)

分子量小比分子量大易变性,蛋白质中二硫交联键破坏后不易复性

三、引起变性的因素:

1. 物理因素:

- ①. 热变性
- ②. 低温变性
- ③. 机械处理和揉捏或滚动面包或其它面团
- ④. P ro 的界面形成
- ⑤. 液压
- ⑥. 辐射

2. 化学因素

- 1 介质P H
- 2 金属:过渡金属Cu, Fe, Hg, Ag等作用巯基, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等为组成部分
- 3 有机溶剂:变性剂
- 4 有机化合物水溶液:表面活性剂 十二烷基硫酸钠 破坏疏水作用,促使蛋白质伸展
还原剂(半胱氨酸, β -巯基乙醇)还原二硫交联键

四、应用

第四节 蛋白质在食品中的功能性质

定义:

是指那些对食品需宜特性有利的蛋白质的物理、化学性质 (表4-2)

分类:

- 1.水合性质:取决于蛋白质-水的相互作用:水的吸附、保留性、湿润性、膨胀性、粘合性、分散性等
- 2.与蛋白质-蛋白质相互作用有关的性质:控制沉淀、胶凝、蛋白质的面团等
- 3.表面性质:蛋白质表面张力、乳化性质、起泡特性等

这三类性质又是相互关联的

一、水合性质(Hydration properties)

1.概述

蛋白质在溶液中的构象主要取决于它和水之间的相互作用,大多数食品是水合固态体系,蛋白质从干燥状态开始逐渐水合顺序:

(2).蛋白质的水合球朝着流动方向变形

(3).氢键和其它弱键的断裂会使蛋白质的聚集体和网络结构解离

弱键的断裂是缓慢发生的。当停止剪切处理,可能(或者不能)重新形成原来的聚集体或网络结构。

触变性: 不能

如果恢复原来的状态,粘度系数的降低是可逆的

3.蛋白质体系的粘度和稠度是流体食品的主要功能性质

四.胶凝作用(Gelation)

(一). 概述

1.概念: 蛋白质溶液分散程度的降低

(1).蛋白质的缔合(Association): 亚基或分子水平上发生的变化

(2).聚合(Polymerization)或凝集反应(Aggregation): 较大复合物的形成

(3).沉淀作用(Precipitation): 由于溶解度全部或部分丧失而引起的一切凝集反应

(4).絮凝(Flocculation): 没有变性时的无序凝集反应,因为链间静电排斥力的降低而引起的

(5).凝结作用(Coagulation): 在变性无序凝集反应中,当蛋白质间相互作用超过蛋白质和溶剂的相互作用时,形成粗糙的凝块

(6).胶凝作用: 变性分子凝集形成一种有序的蛋白质网络

2.作用: 形成固体粘弹性凝胶。提高吸水性,增稠性,粘着性,乳化性或泡沫稳定性

3.胶凝条件:

(1).热处理后冷却

(2).略为酸化

(3).增加盐类,尤其钙离子可提高胶凝速率和强度

(4).溶解性不是必需条件

但某些蛋白质不加热也可胶凝: 酶解,单纯加钙离子,碱化后复回到中性或等电点

(二)、凝胶形成的特性和凝胶结构

1、 稳定作用力

(1) 疏水相互作用 (高温时增强)

(2) 静电相互作用 (与 Ca^{2+} 或其它二价离子桥接)

(3) 氢键键合 (因冷却而增强)

(4) 二硫键等

2、 蛋白质网络的形成

(1).蛋白质溶液浓度高: 更易产生胶凝作用

(2).共价二硫交联键的形成: 热不可逆胶凝 β -乳球蛋白

约 30°C

(3).氢键形成: 白明胶 凝结——熔化反复循环

3.有些种类不同的蛋白质放在一起加热也可形成凝胶。蛋白质与多糖胶凝剂作用

带正电荷的明胶与带负电荷海藻酸盐或果胶酸盐非专一性离子间相互作用

带正电荷酪蛋白胶束存在于卡拉胶的凝胶中

4.许多凝胶以一种高度膨胀(敞开)和水合结构的形式存在

每 g 蛋白质约含水 10g 以上,食品中其他成分可被截留在蛋白质的网络中

甚至高达 98%

5.特点: 凝集作用与变性相比较缓慢

(1).聚集作用前,部分伸展的多肽可更好地自身取向,有利于形成有序,均匀,光滑,粘稠,高度膨胀,高度弹性,透明,对脱水收缩渗出保持稳定的凝胶。明胶

(2).疏松聚集的蛋白质颗粒形成的凝胶不透明,缺乏弹性,形成对脱水收缩(Shrinking)和渗漏(leaking)很为敏感的不稳定凝胶。卵清蛋白

五.织构化(Texturization)

(一).作用

- 1.许多食物中蛋白质为构成其结构和质地的基础
- 2.用作肉类的代用品或填充物: 形成具有咀嚼性和良好持水性的薄膜或纤维状
- 3.动物蛋白质'重织构化'(Retexturization)或重整

(二).方法:

- (1).热凝固和薄膜形成:
- (2).纤维的形成:
- (3).热塑性挤压:

六.面团的形成(Rough form)

小麦胚乳中面筋蛋白质: 当有水存在时,在室温下混合和揉捏,能够形成强内聚力和粘弹性糊状物或面团,再通过发酵,焙烤制成面包

1.其他成分影响

淀粉颗粒,戊聚糖,极性和非极性脂类,可溶性蛋白质

2.形成过程: 面筋蛋白质

(1).主要成分: 麦醇溶蛋白和麦谷蛋白

- a.中性水溶液中不易溶解: 可解离 AAs 含量低
- b.吸水能力和粘着性质: 含大量(33%以上)谷氨酰胺和羟基 AAs,易于形成氢键。极性 AAs 存在
- c.内聚-粘合性: 蛋白质分子的聚集、脂类,糖脂相结合的疏水作用
- d.形成大量的二硫交联键

(2).过程:

面粉+水-->混合,揉捏--->面筋蛋白质定向排列,部分伸展(疏水作用、二硫交联键的形成)立体具粘弹性的三维网络-->截留淀粉颗粒和其它成分

面包改良剂: 溴酸盐(氧化剂) 增加韧性和弹性

焙烤不会引起面筋蛋白质的再变性,释放出水分被糊化的淀粉粒所吸收

含 40-50%水,柔软

可溶性小麦蛋白质(清蛋白,球蛋白)焙烤时发生变性和部分胶凝,有利于面包屑的凝集

(3) 作用:

麦醇溶蛋白: 延伸性。过度膨胀易破裂,可渗透面筋膜,不能保留CO₂发生塌陷

麦谷蛋白: 粘弹性。度粘粘,抑制发酵过程被截留CO₂气泡膨胀,面团鼓起,面包心中存在空气泡

七.乳化性质(Emulsifying properties)

蛋白质吸附在分散油滴和连续水相之间的界面上,能使液滴产生耐凝集性的物理和流变性质(稠度,粘度和弹性-刚性)。氨基酸的侧链也可能发生电离,可产生有利于乳状液稳定性的静电排斥力

1.蛋白质在食品乳胶体中的稳定作用

许多食品属于乳胶体(牛奶,冰激凌,黄油,干酪)

天然乳胶体靠脂肪球'膜'来稳定

2. 影响因素

- (1).溶解度与乳状液稳定性正相关,不溶解的蛋白质对乳化作用影响很小
- (2).pH 对蛋白质乳化性质因蛋白质有所不同

有些蛋白质在等电点时具有良好的乳化性质(明胶,卵清蛋白等)

其它蛋白质在非等电点 pH 时,乳化性质更好(大豆蛋白,酪蛋白,乳清蛋白等)

(3).加热通常降低吸附在界面的蛋白质膜的粘度和硬度,会降低乳状液的稳定性

具有高度水合的界面蛋白质膜的胶凝作用,能提高表面粘度和硬度,并使乳状液稳定

(4).添加小分子的表面活性剂: 稳定性不利

降低蛋白质膜的硬度并减弱蛋白质保留在界面上的作用力

八.发泡性质(Forming)

1.食品泡沫: 气泡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,有弹性的薄液体层连续相将气泡分开、液体膜或半固体膜分开。气泡的直径从 $1\ \mu\text{m}$ 到几厘米不等
典型泡沫食品: 蛋白酥皮,蛋糕,搅打奶油,冰淇淋,啤酒泡沫等

2.要求:

(1).含有大量的气体(低密度)

(2).在气相和连续液相间有较大的表面积

(3).溶质的浓度在表面较高大

(4).壁薄能胀大

(5).有可反射的光,看起来不透明

3.泡沫剂:

表面活性剂,配糖体,纤维素的衍生物,蛋白质

4.产生泡沫的方法:

(1).鼓泡法

(2).搅打法

(3).气溶法

5.影响泡沫稳定性的环境因素:

(1).盐类改变发泡性质 NaCl增加膨胀量,降低泡沫稳定性。 Ca^{2+} 同Pro羧基形成桥接,提高泡沫稳定性

(2).蔗糖和其它糖类: 抑制泡沫的膨胀,提高泡沫的稳定性 能够增加体积粘度

(3).蛋清中的糖蛋白有助于泡沫体积的稳定性 吸附和保持薄层的水分

(4).蛋白质中添加低浓度(<0.1%)脂类时严重损害发泡性能

6.形成泡沫的条件

(1).起始液相中蛋白质浓度 2-8%。 >10%气泡变小,泡沫变硬

发泡前使蛋白质溶液陈化,有利于泡沫的稳定性

(2).搅拌的时间和强度必须适合蛋白质的充分伸展和吸附

(3).泡沫产生前适当加热处理提高发泡性

热处理增加膨胀量,但泡沫稳定性降低,剧烈热处理损害发泡能力

7.某些食品加工中产生不需要的泡沫,可加入 10-100mg/kg 清泡剂(Antifomagents)

九.与风味物质的结合(Binding of flavour compounds):

1.某些蛋白质制剂须脱臭: 食品中存在醛,酮,酚和氧化的脂肪酸可产生豆腥味,酸味,酮苦味或涩味

2.作为需宜风味的载体: 织构化的植物蛋白产生肉的风味

3.挥发性物质和蛋白质之间的相互作用

食品的香味是由接近食品表面的低浓度挥发物产生的

挥发物的浓度取决于食品和其表层空隙(Headspace)之间的分配平衡

风味结合包括食品的表面吸附或经扩散向食品内部渗透

固体食品的吸附

(1).范德华力引起的可逆物理吸附

(2).共价键或静电力的化学吸附：通常不可逆 醛,酮与氨基结合,胺类与羧基结合

(3).氢键和疏水作用：非共价键结合 通常可逆

4.受环境因素的影响

(1).水促进极性挥发物的结合,不能影响非极性物质的结合

(2).中性或碱性 pH 比酸性 pH, 酪蛋白结合更多羧,醇或脂类挥发物质

(3).高浓度氧化钠、硫酸盐改变水结构, 疏水相互作用减弱,蛋白质伸展,提高与羰基化合物的结合

(4).蛋白质水解, 降低与挥发性物质的结合,减轻大豆蛋白质豆腥味

(5).蛋白质热变性导致与挥发物质的结合

(6).冷冻干燥, 50%最初结合在蛋白质上的挥发物质释放出来

(7).脂类存在可促进各种羰基挥发物的结合与保留

(8).酪蛋白对低浓度挥发性物质具有较好的保留作用

十.与其它化合物的结合(Binding of other compounds)

除与水分,离子,金属,脂类和挥发性风味物质结合外,通过弱的相互作用或共价键与许多其它物质结合: 色素,合成染料,具诱变、敏化和其它生物活性物质
可能导致毒性增强或具解毒作用,有时会降低蛋白质营养价值.