

第七章 矿物质

- 本章主要内容
 - 矿物质的基本概念与分类
 - 矿物质的存在形式
 - 食品中的矿物质矿物质的生物学功能
 - 矿物质在食品中的功能特性
 - 食品中矿物质的生物有效性
 - 加工方法和包装材料对矿质元素的影响

第七章 矿物质

7.1 矿物质的基本概念与分类

7.1.1 矿物质的基本概念

指存在于食物灰分中为活细胞生命活动所必需的一些元素统称为矿质元素。至目前，存在于人体中的矿质元素有40余种，其中有21种经实验证明是人体所必需的矿质元素。存在于食物中的矿质元素有60余种。▶

7.1.2 分类

常量元素：占有机体总重量**0.005%以上**的矿物质。如Ca、P、S、K、Na、Cl、Mg等（7种）。

微量元素：占有机体重**0.005%以下**的矿物质。如Fe、Zn、Cu、Mn、Cr、Mo、Co、Se、Ni、钒、F、I、Sn、Si等（14种）。▶

第七章 矿物质

类别	矿物质	占人体重量的百分比
人类营养必需的微量元素 (<0.005% 人体重量)	铁 (17 世纪)	0.004
	锌 (1934 年)	0.0002
	硒 (1957 年)	0.0003
	锰 (1931 年)	0.0002
	铜 (1928 年)	0.00015
	碘 (1850 年)	0.00004
	钼 (1953 年)	
	钴 (1935 年)	
	铬 (1959 年)	
	氟 (1972 年)	
	硅 (1972 年)	
	矾 (1971 年)	
	镍 (1971 年)	
锡 (1970 年)		

类别	矿物质	占人体重量的百分比
人类营养必需的常量元素 (>0.005% 人体重量或 50PPm)	钙	1.5~2
	磷	0.8~1.2
	钾	0.35
	硫	0.25
	钠	0.15
	氯	0.15
	镁	0.05
虽已证实参与某些生理反应, 但必需性尚未确证的元素	钡 砷 溴 锶 镉	
人体内已发现的, 但尚不了解其代谢作用的元素	金、银 铅汞铋镓铝 铋、硼 锂以及其它 20 多种	



第七章 矿物质

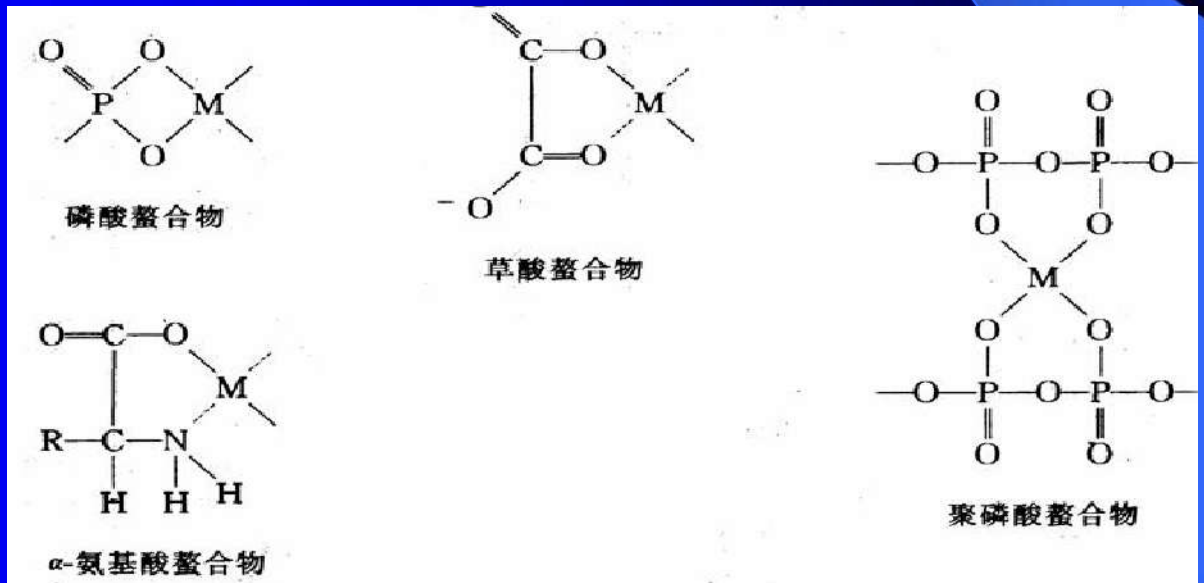
食品中的微量元素

- 必需营养素：如Fe、Cu、I、Co、Mn、Zn等
- 非营养非毒性元素：如Al、B、Ni、Sn等
- 非营养有毒元素：Hg、Pb、As、Cd、和Sb

7.2 矿物质的存在形式

碱金属元素：大多数以离子形式存在。

碱土金属及其它多价离子：离子、不溶性盐、胶体、螯合物等



第七章 矿物质

7.3 食品中的矿物质

1) 牛乳中的矿物质

牛乳(脱脂牛乳)中常量矿物元素平均含量

组 成	正常水平 (mg/100ml)	组 成	正常水平 (mg/100ml)
钠	50	氯	100
钾	145	硫酸盐	10
钙	120	碳酸盐(以 CO ₂ 计)	20
镁	13	柠檬酸盐	175
磷(总量)	95	(以柠檬酸计)	
磷(无机磷)	75		

第七章 矿物质

特点：①. Na、K 的相对水平与血浆相比有较大的不同。

血浆中 Na: 330mg%； K: 20mg%； Na/K: 16: 1

牛乳中 Na: 50mg%； K: 145mg%； Na/K: 1:3

② 矿物质在牛奶中呈胶态式或溶解态。Na、K 绝大部分以氧化物、磷酸盐、柠檬酸盐的可溶态存在，Ca、Mg 则与酪蛋白、磷酸、柠檬酸结合，以胶体形式存在，也可以可溶态形式存在。存在形式随热处理和浓缩蒸发等操作而发生变化。

以磷酸盐为例，存在下列平衡：



第七章 矿物质

2) 肉类食品中矿物质

A. 0.8%~1.2% 矿物质

B. 常量元素Na、K、P较高，微量元素Fe较高；

C. Na、K主要以离子状态存在于肉汁中，Ca与P主要以不溶态形式存在，并与Pr结合在一起。

3) 植物产品中的矿物质

A. 叶子含量最多 10~15%(dry)，根茎次之4~5%(dry)，种子较少3%(dry)

B. 种子中含P、K多，茎叶中含Ca、Si较少，地下根茎含K最多；

C. 少部分以无机盐形式存在，大部分与有机化合物结合存在或本身就是有机物的组成成分。

第七章 矿物质

7.4 矿物质的生物学功能

- 1) 矿物质是构成机体的重要组成成分。如Ca、P、Mg等。
- 2) 合适的酸性与碱性离子和碳酸盐及蛋白质一起构成人体的缓冲体系，维持体内的酸碱平衡。
- 3) 合适的 K^+ ， Na^+ ， Ca^{2+} ， Mg^{2+} 等是维持人体神经和肌肉兴奋性的必要条件。
- 4) 维持细胞正常渗透压的必要物质。
- 5) 维持原生质的生机状态。蛋白质的各种性质（分散、水合、溶解等）均需要有一定离子保持一定的浓度。
- 6) 作为酶的激活剂，或抑制剂，或酶的组成成分参与生化反应。

7.5 矿物质在食品中的功能特性

1) Ca、P可以改善乳制品及肉制品的物理性状。

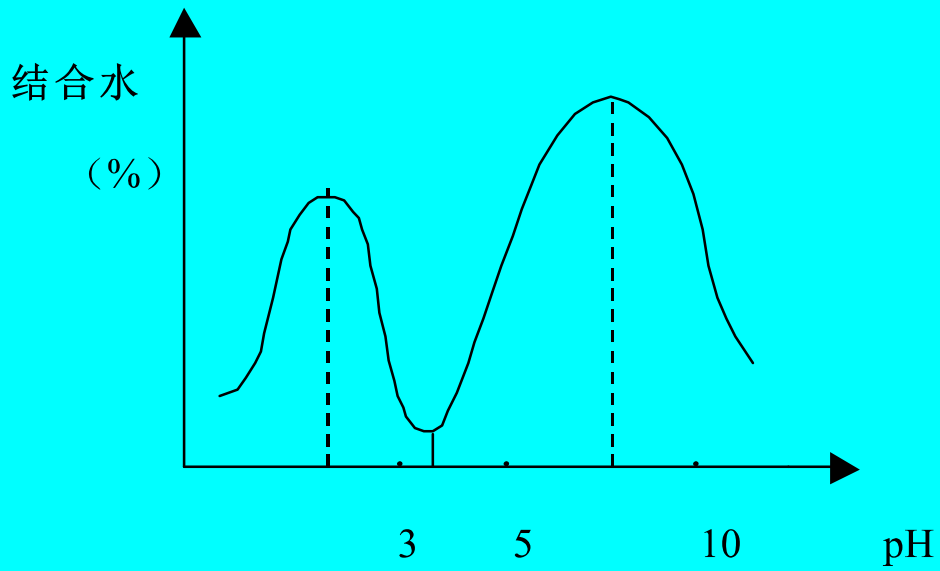
NaHPO_4 : 改善炼乳的热稳定性;

三聚磷酸钠($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)或焦酸钠($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$): 提高肉的持水性, 防止脂肪酸酸败

原因: 有一些离子的水溶液呈碱性, 能提高肉浆的pH, 从而增强了肉的持水能力。

聚磷酸盐对金属离子的螯合能力较蛋白质强, 所以能使蛋白质螯合的金属离子释放出来, 造成蛋白质分子更加松散, 从而吸收更多的水分。

第七章 矿物质



pH对牛肉匀浆持水性的影响

2) P能改善罐头、果蔬及饮料等食品的物理特性

- A. 聚磷酸盐促进蚕豆罐头中蚕豆皮的软化（与皮中的Ca螯合）
- B. 磷酸盐对果蔬具有护色作用；
- C. 磷酸盐可防止啤酒混浊（螯合作用）；
- D. 钙盐有助于低酯果胶快速形成凝胶，能抑制褐变作用；

3) 矿质元素作为食品添加剂，提高食品的营养

7.6 食品中矿物质的生物有效性

7.6.1 影响矿物质生物有效性的因素

1) 食物的可消化性。一般来说，其有效性与食物的可消化性成正相关。动物性食物中矿质的生物有效性优于植物性食物。

2) 矿物质的化学与物理形态。矿物质的理化形态对其生物有效性影响很大。颗粒的大小会影响可消化性与溶解性，因而影响生物有效性；某些矿物质只能以一种或少数几种形态供应才有营养功能。加钙、氢钙、氨基酸、Fe、而血红素铁较非血红素铁高。

第七章 矿物质

3) 矿物质与其它营养素之间的相互作用。矿物质与其它营养素之间的相互作用对生物的影响应视情况而论，有的有提高生物有效性，有的能降低生物的有效性，相互影响极为复杂。

4) 螯合作用。生物系统中有三种螯合物：一种是传送和贮存金属离子的螯合物，如氨基酸与金属离子的螯合物；二是新陈代谢所必需的螯合物，如亚铁血红素-血红蛋白的螯合部分；三是降低生物有效性干扰营养的螯合物，如植酸-金属螯合物。同一种螯合剂可能干扰和降低一种元素的生物有效性，却可能增加另一种元素的生物有效性。如在低有效锌的食物中添加100PP m的EDTA, 相当于增加了8ppm的锌，但是却干扰了对铁锰的利用。金属螯合物的稳定与溶解度决定了金属元素的生物有效性。

5) **加工方法**。加工方法能改变矿物质的生物有效性。磨得细可提高难溶元素的生物有效性；添加到液体食品中的难溶性铁化合物、钙化合物，经加工即可延长其溶解性、生物有效性和贮存期；面粉的锌与铁经发酵成面团后其有效性得到了显著提高。

7.6.2 各种矿质元素的生物有效性（自学 P_{207~214}）

矿质元素对人体营养作用是有一定范围的，低于或高于一定值均会对人体产生不良的影响。不同的矿质元素作用的范围是不同的，见P₂₀₄ 表6-7。

7.7 加工方法和包装材料对矿质元素的影响

微量元素在加工过程中的变化主要是由于淋洗、整理和热烫、磨粉等作业造成的。

第七章 矿物质

1) 磨粉及脱壳对矿物质的影响

由于小麦与谷粒中矿物质分布不匀，位于外面的麦麸和谷壳矿物质含量高，所以通过脱壳或磨粉会造成大量的矿物质丢失。如磨粉损失量在70%以上的有**钴、锰、锌、铁、铜**等，损失接近**5%的有钼和铬**，硒则损失**16%左右**。

2) 热烫等作业对矿物质的影响

见P₂₁₆表6-8与表6-9

3) 浓缩对矿物质的影响

食品通过浓缩后，物料中矿质元素的含量一般会增加。如大豆蛋白质经过深加工后，其所含的各种矿质元素均较大豆中高。

第七章 矿物质

4) 食品包装与加工器具对食品中矿物质的影响

如果加工器具与包装材料是金属，在加工或贮藏过程中有金属从相应的器具中溶出，则会使食品中相应的矿质元素增加。如牛乳中的镍和罐头中的锡、铁等。

锡和铁包装的罐头食品，锡铁的溶解会使罐头中的Sn和Fe增加，增加的速度与装的食品性质及锡罐的类型有关。锡溶解于食品对某些食品的色泽有好处，而铁对食品则有不良的影响。