

现代

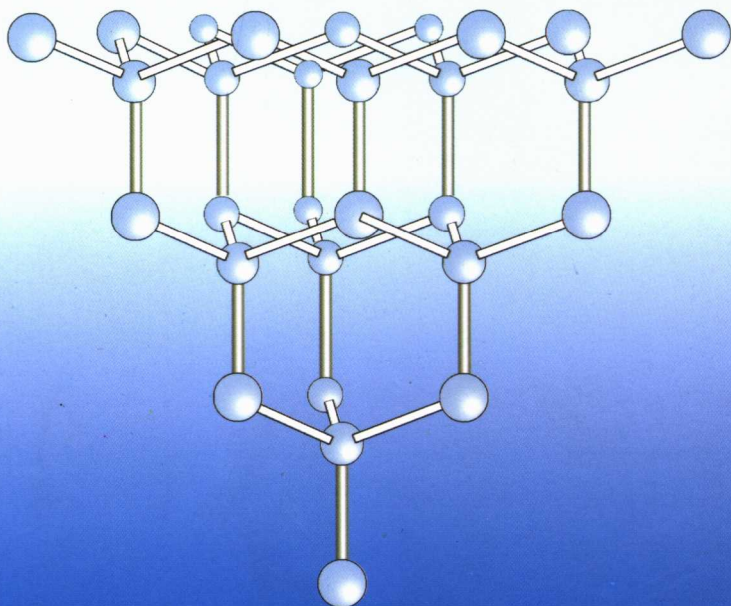


生活
化学

生活化学

Xiandai Shenghuo Huaxue

江家发 编著



安徽人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代生活化学 / 江家发编著. —合肥: 安徽人民出版社, 2006

ISBN 7-212-02933-5

I. 现... II. 江... III. 化学—普及读物
IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 091875 号

现代生活化学

江家发 编著

出版发行: 安徽人民出版社

地 址: 安徽合肥市金寨路 381 号九州大厦 邮编: 230063

发 行 部: 0551-2833066 0551-2833099 (传真)

组 编: 安徽师范大学编辑部 电话: 0553-3883578 3883579

经 销: 新华书店

印 制: 安徽芜湖新华印务有限责任公司

开 本: 787×960 1/16 印张: 25.5 字数: 379 千

版 次: 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-212-02933-5

定 价: 38.50 元

本版图书凡印刷、装订错误可及时向承印厂调换

前 言

化学是自然科学中一门重要的基础学科,是研究物质的性质、组成、结构、变化和应用的科学。世界是由物质组成的,化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一,它是一门历史悠久而又富有活力的学科,它的成就是社会文明的重要标志。从开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类都在享用化学成果。

日常生活中的许多问题都与化学有关。化学为人类的衣、食、住、行提供了数不清的物质保证,在改善人民生活,提高人类的健康水平方面做出了应有的贡献。正如一位化学家所说的那样,生活中处处有化学。人类的生活能够不断提高和改善,化学的贡献在其中起了重要的作用。

几十年来,我国的化学课程,无论是大学化学课程,还是中学化学课程都是学科性课程,过分追求化学学科的学术性和知识的系统性,与学生的生活实际联系不密切,与学生的生活情景相去甚远,导致部分学生学习化学的目的性不强,学习兴趣不浓,学习感到困难,而且不会应用所学化学知识解决与解释身边的化学问题和化学现象,如此产生的直接后果是公民的化学素养下降,科学素质有待提高。

随着上个世纪八十年代科学教育“科学为大众(Science for All)”理念的兴起,科学(Science)、技术(Technology)、社会(Society)教育,即 STS 课程在世界范围内的普遍推行,科学教育的目的最终落在使普通公民能够面对未来的科技社会,参与社会、政治和个人的决策。在这种科学教育的国际背景下,我国基础教育化学课程顺应时势,在高中化学新课程中首次开设了《化学与生活》和《化学与技术》两个选修模块。

基于上述原因,编写一本紧密联系读者生活实际,旨在提高读者化学素养和科学素质,又能作为高中化学新课程《化学与生活》和《化学与技术》两个选修模块课程资源的教材就成了笔者多年追求的目标。然而,编写这样一本知识面广,文理渗透,理工交融,多学科交叉的教材,对笔者来说,难度实在太大。我们只能尽力在本书中体现以下特点:

●科学性——强。网上搜索的“化学与生活”和“化学与技术”方面的素材很多,大多没有出处,有的甚至以讹传讹,科学性不强。因此,本书编写

以专业出版社出版的相关论著和学术期刊发表的论文为参考,重要结论均注明出处,以凸显本书的科学性。

●化学味——重。目前,“化学与生活”和“化学与技术”方面的知识多以科普介绍的形式出现,对涉及到的物质的化学结构、化学反应原理少有描述。因此,本书特别注重呈现物质的化学结构和有关化学反应原理,以突出化学的学科特点。

●生活味——浓。本书取材以读者的生活背景和生活实际为依据,涉及到人类生活的衣、食、住、行等方方面面,生活味浓,可读性强。

●资料性——全。本书除正文外,还设置了“资源链接”、“生活实验”、“问题讨论”和“综合活动”等栏目,目的是帮助读者拓展视野,丰富课程资源。

本书既可作为高等院校文化素质公共选修课教材,也可作为高师院校化学专业师范生、教育硕士、课程与教学论研究生专业课教材,还可作为中学化学教师的教学用书、继续教育培训教材和《化学与生活》、《化学与技术》选修模块课程资源以及各类化学教育研究人员的参考读物。

编写本书的目的在于帮助读者:

●认识化学在促进人类健康、提高人类生活质量、提供生活材料和保护环境等方面的重要作用。

●应用所学化学知识对生活和社会中的化学问题做出正确的判断、解释和决策。

●认识化学科学的发展观,形成可持续发展的思想,增强对化学的情感。

参加本书初稿编写的人员有:陈波(第1、第7单元)、王莉(第2、第5单元)、翁婷婷(第4、第9单元)、洪卫(第6、第8单元)和居洋(第3单元)。全书由江家发设计框架、统稿和定稿。由于作者的水平有限,书中一定存在错漏和不当之处,敬请各位读者批评、指正。

最后,衷心感谢安徽人民出版社师大编辑部对本书出版的关心和支持。感谢山东师范大学毕华林教授对本书编写的悉心指导和帮助。本书在成书过程中,作者参考和引用了一些专家的专著或论文中的研究成果,在此也一并致谢。

江家发
2006年8月

目 录

前 言	1
第 1 单元 化学与营养	1
第 1 节 蛋白质	1
第 2 节 糖类	9
第 3 节 油脂	18
第 4 节 维生素	25
第 5 节 矿物质	33
综合活动 均衡营养	56
实践与测试	58
参考文献	59
第 2 单元 化学与食品加工	61
第 1 节 食品的颜色	61
第 2 节 食品的香味	80
第 3 节 食品的味	86
第 4 节 食品添加剂	106
综合活动 绿色食品	122
实践与测试	124
参考文献	124

第3单元 化学与健康	126
第1节 食品中的嫌疑成分及污染	126
第2节 人体中的化学反应	134
第3节 药物	141
第4节 化学成瘾性物质	155
综合活动 药物及其发展	176
实践与测试	178
参考文献	179
第4单元 化学与材料	180
第1节 金属材料	180
第2节 合金材料	193
第3节 无机非金属材料	198
第4节 高分子材料	205
第5节 宝石材料	219
综合活动 新型材料	226
实践与测试	229
参考文献	229
第5单元 化学与日用品	231
第1节 洗涤用品	231
第2节 化妆品	243
第3节 文体用品	252
综合活动 常用餐具洗涤剂的调查与研究	272
实践与测试	271
参考文献	271

第 6 单元 化学与资源

第 1 节 水资源	273
第 2 节 能源资源	282
第 3 节 矿产资源	285
综合活动 家用燃料	292
实践与测试	295
参考文献	296

第 7 单元 化学与能源 298

第 1 节 煤	299
第 2 节 石油	303
第 3 节 天然气	312
第 4 节 化学电池	314
第 5 节 核能	319
综合活动 新能源开发	323
实践与测试	326
参考文献	326

第 8 单元 化学与工农业生产

第 1 节 硫酸工业	328
第 2 节 合成氨工业	333
第 3 节 硝酸工业	341
第 4 节 氯碱工业	340
第 5 节 化学与军事工业	342
第 6 节 化肥	350

第7节 农药	358
综合活动 化学工业的发展	365
实践与测试	366
参考文献	367
第9单元 化学与环境保护	369
第1节 大气污染及防治	369
第2节 水体污染及处理	378
第3节 土壤污染及治理	387
第4节 室内污染及消除	392
综合活动 绿色化学	399
实践与测试	401
参考文献	402

第 1 单元 化学与营养

“民以食为天”。人们为了维持生命与健康,保证正常的生长发育和从事各项劳动,每天必须从食物中摄取一定数量的营养物质。随着我国经济的快速发展和科学技术的巨大进步,人们对食物中所含的营养成分越来越关注,要求也越来越高。众所周知,食品中的营养成分与化学科学息息相关。因此,本单元着力从化学科学的视角研究化学与食物中营养成分的关联,希望读者从中了解到与自身密切相关的化学知识,科学合理补充营养元素,增进健康。

第 1 节 蛋白质

蛋白质是生物体内一切组织的基本组成部分,蛋白质在生命现象和生命过程中起着决定性的作用。荷兰化学家马尔德从蛋白质与生命之间具有紧密的关系出发,用希腊文 *proteios* (“第一”)来命名蛋白质,并指出这是生命化学的起点。

1 氨基酸

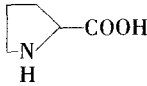
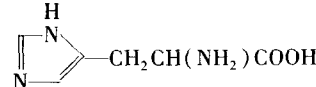
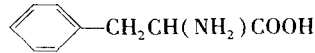
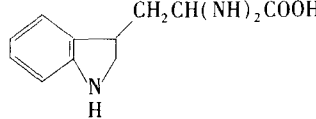
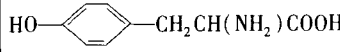
蛋白质在水解时都生成各种氨基酸。氨基酸是构成生物体蛋白质并同生命活动有关的最基本的物质,是在生物体内构成蛋白质分子的基本单位,与生物的生命活动有着密切的关系,是生物体内不可缺少的营养成分之一。

1.1 氨基酸及其分类

氨基酸通过肽键连接起来成为肽与蛋白质。一般蛋白质是由 20 种氨基酸组成的,约占生物界所有氨基酸的绝大部分。它们的符号和化学式见

表 1-1:

表 1-1 常见氨基酸的名称和化学式

名称	符号	化学式	名称	符号	化学式
甘氨酸	Gly	$\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$	谷氨酸	Glu	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
丙氨酸	Ala	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	谷氨酰胺	Gln	$\text{H}_2\text{NCOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
缬氨酸	Val	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	亮氨酸	Leu	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
异亮氨酸	Ile	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	精氨酸	Arg	$\text{H}_2\text{NCNH}(\text{CH}_2)_3\text{CHCOOH}$ $\quad \quad \quad \parallel \quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{NH} \quad \quad \quad \text{NH}_2$
丝氨酸	Ser	$\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	苏氨酸	Thr	$\text{CH}_3\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
半胱氨酸	Cys	$\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	赖氨酸	Lys	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
天冬氨酸	Asp	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	甲硫氨酸(蛋氨酸)	Met	$\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
天冬酰胺	Asn	$\text{H}_2\text{NCOCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$	脯氨酸	Pro	
组氨酸	His		苯丙氨酸	Phe	
色氨酸	Trp		酪氨酸	Tyr	

在这 20 种组成蛋白质的氨基酸中,人体不能合成赖氨酸、甲硫氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸和色氨酸。人体虽能合成精氨酸和组氨酸,但合成的能力差,所合成的精氨酸和组氨酸不能满足人体的需要。上述这些人体不能合成的、必须由外界供给(即必须从食物中摄取)的以满足人体代谢需要的氨基酸称为必需氨基酸,共有 8 种。除了必需和半必需氨基酸以外,其他的都称为非必需氨基酸。

1.2 几种重要的氨基酸

含必需氨基酸越多的蛋白质,其营养价值就越高。一般动物蛋白质中的必需氨基酸比植物蛋白质中的含量高,所以,动物性蛋白质比植物性蛋白质营养价值高。

1.2.1 赖氨酸

赖氨酸为碱性必需氨基酸。由于谷物食品中的赖氨酸含量较低,且在加工过程中易被破坏而缺乏,故称为第一限制性氨基酸。赖氨酸为合成肉碱提供结构组分,而肉碱会促使细胞中脂肪酸的合成。在食物中添加少量赖氨酸,可以刺激胃蛋白酶与胃酸的分泌,提高胃液分泌功效,起到增进食欲、促进幼儿生长与发育的作用。赖氨酸还能提高钙的吸收及其在体内的积累,加速骨骼生长,这也是赖氨酸能增高的因素之一。

1.2.2 色氨酸

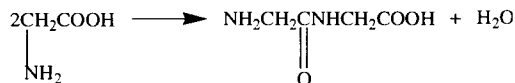
色氨酸可转化生成人体大脑中的一种重要神经传递物质—5-羟色胺,而 5-羟色胺有中和肾上腺素与去甲肾上腺素的作用,并可改善睡眠的持续时间。当动物大脑中的 5-羟色胺含量降低时,就会表现出异常的行为,出现神经错乱的幻觉以及失眠等。此外,5-羟色胺有很强的血管收缩作用,可存在于许多组织,包括血小板和肠粘膜细胞中,受伤后的机会会通过释放 5-羟色胺来止血。

1.2.3 其他氨基酸

其他氨基酸如谷氨酸、天冬氨酸具有兴奋性递质作用,它们是哺乳动物中枢神经系统中含量最高的氨基酸,对改进和维持脑功能必不可少。再如,胱氨酸是形成皮肤不可缺少的物质,能加速烧伤伤口的康复及放射性损伤的化学保护,刺激红、白细胞的增加等等。

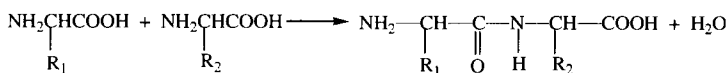
1.3 氨基酸缩合成肽

德国化学家费歇尔最先着手研究蛋白质分子中氨基酸的连接方式。1901年,他使一个甘氨酸分子和另一个甘氨酸分子发生缩合反应,去掉了一个分子的水以后,两个甘氨酸分子便连接起来了。



1907年,费歇尔又合成了一个由18个氨基酸构成的分子链,他用15个甘氨酸和3个亮氨酸来构成这个链。虽然这个分子链没有明显的蛋白质特性,但是费歇尔认为,这是因为分子链还不够长。他把自己合成的分子链称为“肽”,并把用来连接各个氨基酸的化学键叫做“肽键”。

从现代有机化学的观点看,肽是2-50个氨基酸由肽键连接而成的一类化合物。一个氨基酸的氨基与另一个氨基酸的羧基发生缩合反应,失去一分子水而生成的酰胺键称为肽键:



式中 $\begin{array}{c} \text{—C—N—} \\ || \quad | \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array}$ 为酰胺键,即肽键。由肽键组成的长链称为肽链:

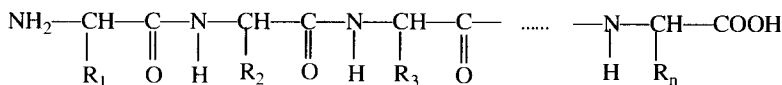


图 1-1 肽链的结构

由两个氨基酸分子组成的肽称为二肽:

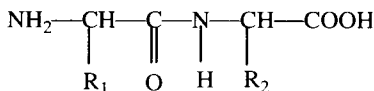


图 1-2 二肽的结构

由三个氨基酸分子组成的肽称为三肽:

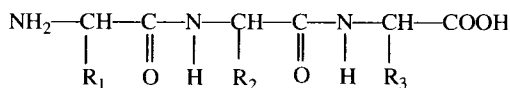


图 1-3 三肽的结构

由三个以上氨基酸分子组成的肽称为多肽。在肽链中的氨基酸分子,多个氨基酸分子经脱水缩合以后的组成单元,称为氨基酸残基:



图 1-4 氨基酸残基的结构

式中 $\text{R}_1, \text{R}_2, \dots$ 为侧链。在肽链的两端各有一个游离的氨基 ($-\text{NH}_2$) 和羧基 ($-\text{COOH}$), 分别称为氨端和羧端。

肽和蛋白质的化学结构相同, 都是氨基酸通过肽键连接而成的分子, 不同的只是蛋白质的分子大, 肽的分子小。但是蛋白质和肽之间没有明显的界限, 通常将大于 50 个氨基酸残基的肽称为蛋白质, 小于 50 者, 称为肽。例如胰岛素含有 51 个氨基酸残基, 通常被看成是相对分子质量最小的蛋白质。

2 蛋白质

蛋白质是生物体的基本组成成分。在人体内蛋白质的含量很多, 约占人体固体成分的 45%, 它的分布很广, 几乎所有的器官组织都含有蛋白质, 并且它又与所有的生命活动密切联系。

2.1 蛋白质的元素组成

蛋白质的元素组成为: 碳, 50%–55%、氢, 6%–7%、氧, 19%–24%、氮, 13%–19%, 除此之外还有硫, 0–4%。有的蛋白质含有磷、碘, 少数含铁、铜、锌、锰、钴、钼等金属元素。

各种蛋白质的含氮量很接近, 平均为 16%。由于体内组织的主要含氮物是蛋白质, 因此, 只要测定生物样品中的含氮量, 就可以推算出蛋白质的大致含量。

2.2 蛋白质的功能

生命的产生、存在与消亡, 都与蛋白质有关。人体的神经、肌肉、血液、骨骼、甚至毛发中都含有蛋白质, 人体反应中必需的酶和调节生理功能的一些激素也是蛋白质。人体每天需要通过食物摄入一定量的蛋白质, 用以满足机体生长、更新、组织修补以及各种生理功能的需要。因此, 蛋白质是生命的物质基础。

2.3 蛋白质的结构

蛋白质的结构是相当复杂的。蛋白质是由氨基酸互相结合起来的, 氨

基酸互相结合时有一定的顺序,这种顺序就是蛋白质的一级结构,也称蛋白质的化学结构。一级结构的通式为:

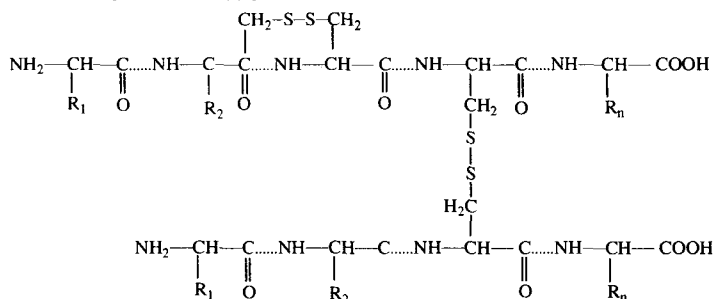


图 1-5 蛋白质的一级结构

在同一个多肽链中,两个半胱氨酸结构单位之间可以生成-S-S-键,使多肽链的一部分变成环状结构。另外,同一个多肽链中,C=O和N-H基之间还可以生成氢键,使多肽链具有规则的构象,这就是蛋白质的二级结构。在蛋白质二级结构的基础上,多肽链之间可以形成氢键,使多肽链按一定形状排列起来,形成蛋白质具有三维空间的三级结构。

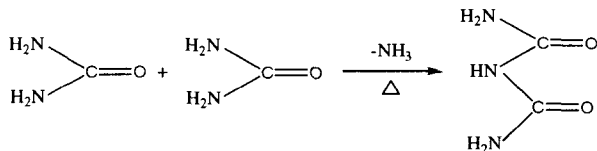
由相同的几条多肽链组成的空间结构称为蛋白质的均一四级结构,由不同的几条多肽链组成的空间结构称为蛋白质的非均一四级结构。四级结构是蛋白质分子的最高级结构,见图 1-6。

2.4 蛋白质的物理和化学性质

2.4.1 呈色反应

(1) 双缩脲反应(Biuret Reaction)

蛋白质在碱性溶液中与硫酸铜作用呈现紫红色,称双缩脲反应。凡分子中含有两个以上-CO-NH-键的化合物都能发生此反应,蛋白质分子中的氨基酸是以肽键相连,因此,所有蛋白质都能与双缩脲试剂发生反应。



(2) 茚三酮反应(Ninhydrin Reaction)

α -氨基酸与水合茚三酮(苯丙环三酮戊烯)作用时,产生蓝色反应

由于蛋白质是由许多 α -氨基酸缩合而成的,所以也发生此颜色反应。

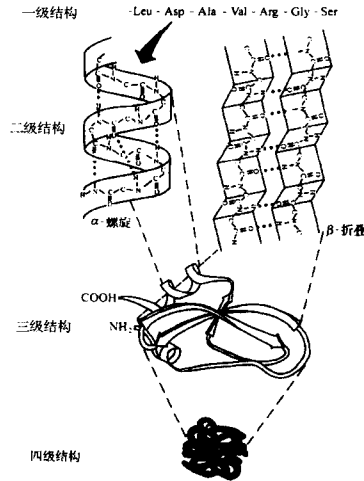


图 1-6 蛋白质的结构示意图

(3)米伦反应(Millon Reaction)

蛋白质溶液中加入米伦试剂(亚硝酸汞、硝酸汞及硝酸的混合液),蛋白质首先沉淀,加热则变为红色沉淀,此为酪氨酸所特有的反应,因此含有酪氨酸的蛋白质均发生米伦反应。

(4)黄蛋白反应

由苯丙氨酸、酪氨酸、色氨酸等含苯环的氨基酸组成的蛋白质遇浓硝酸会变黄,这一反应称为黄蛋白反应。

以上反应都是蛋白质中各种氨基酸侧链的反应,这些呈色反应被广泛应用于定性和定量地测定蛋白质。

2.4.2 水合作用

蛋白质中有许多极性基团,它们能与水分子形成氢键,从而使蛋白质成为高度水化的分子。这些水也就成为结合水。

溶液的 pH 对蛋白质的水合作用有显著影响。在等电点时,整个蛋白质分子呈电中性,水合作用最弱,因而蛋白质的溶解度最小。蛋白质的水合作用很重要,肉制品加工的重要指标“持水能力”就取决于蛋白质水合能力的强弱。

2.4.3 盐析

蛋白质溶液相当稳定,经长时间的搁置也不会发生沉淀,这在很大程度上是由于蛋白质的水合作用,所以要破坏蛋白质的稳定性使其沉淀,就必须去除蛋白质分子表面的水化层。在生产上,使蛋白质溶液沉淀的常用方法是加入硫酸铵、氯化钠等盐,因为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 是强电解质,它的更强的水合作用能剥去蛋白质表面的水层,而使蛋白质沉淀下来,这就称为盐析。工业提取酶制剂时常用此法。

2.4.4 变性

当蛋白质受热或受到其他物理及化学作用时,其特有的结构会发生变化,使其性质也随之发生改变。如溶解度降低,对酶水解的敏感度提高,失去生理活性等,这种现象称为蛋白质的变性。一般可逆变性只涉及蛋白质的三、四级结构改变,而不可逆变性则连二级结构也发生了变化。

(1) 热致变性

蛋清在加热时凝固,瘦肉在烹调时收缩变硬等都是蛋白质的热变性作用引起的。蛋白质受热变性后对酶水解的敏感度提高,所以,我们不吃生肉而吃熟肉,提高消化率,也是利用了蛋白质的热致变性。

(2) 酸碱的作用

酸或碱也能引起蛋白质的变性,水果罐头杀菌所采用的温度一般较蔬菜罐头低,这和水果罐头中含有的有机酸较多有关。

(3) 其他因素

其他引起蛋白质变性的因素,在物理上为冷冻、搅拌、高压、放射性照射、超声波等;化学上为乙醇、丙酮、生物碱、重金属盐等。

资源链接:牛奶的化学成分和营养价值

牛奶的化学成分很复杂,至少有 100 多种,主要成分由水、脂肪、磷脂、蛋白质、乳糖、无机盐等组成。一般牛奶的主要化学成分含量为:

成分	含量	成分	含量
水分	87.5%	乳糖	4.6%
脂肪	3.5%	无机盐	0.7%
蛋白质	3.4%		

牛奶中的蛋白质为全蛋白,含有 Ca、Mg、K、Fe、P 等元素,这些元素

绝大部分都对人体发育生长和代谢调节起着重要作用。如,牛奶中含有丰富的活性钙,是人类最好的钙源之一,1L新鲜牛奶所含活性钙约1250mg,居众多食物之首。它不但含量高,而且牛奶中的乳糖能促进人体肠壁对钙的吸收,吸收率高达98%,从而调节体内钙的代谢,维持血清钙浓度,增进骨骼的钙化。此外,牛奶中的5-羟色胺有利于改善睡眠。

但饮用牛奶也有讲究,如果饮用方法不当,也可能造成一定的危害。如,牛奶中的蛋白质80%为酪蛋白,当牛奶的酸碱度在4.6以下时,大量的酪蛋白便会发生凝集、沉淀,难以消化吸收,严重者还可能导致消化不良或腹泻,所以不宜同时饮用牛奶和果汁等酸性饮料。再如,长时间高温蒸煮牛奶,会使牛奶中的蛋白质变性,致使营养价值降低。

第2节 糖类

糖类是人体热能最主要的来源。它在人体内消化后,主要以葡萄糖的形式被吸收利用。葡萄糖能够迅速被氧化并提供(释放)能量。我国以淀粉类食物为主食,人体内总热能的60%~70%来自食物中的糖类,主要是由大米、面粉、玉米、小米等含有淀粉的食物供给的。

1 糖的分类

糖可分为三类:

(1)单糖:不能被水解的简单碳水化合物。如葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖等。

(2)双糖:单糖聚合度 ≤ 10 的碳水化合物。如:蔗糖、麦芽糖、乳糖、纤维二糖等。

(3)多糖:单糖聚合度 >10 的碳水化合物。如:淀粉、糊精、糖原、纤维素、半纤维素及果胶等。

1.1 单糖

1.1.1 葡萄糖

葡萄糖是人们最熟悉的单糖,又称为右旋糖、血糖。它的化学式是 $C_6H_{12}O_6$,是自然界中存在量最多的化合物之一。在自然界中,它是通