

中等专业学校教材

食品冷加工工艺

中国商业出版社

中等专业学校教材

食 品 冷 加 工 工 艺

责任编辑：夏贤明

责任校对：夏学潜

中等专业学校教材

食品冷加工工艺

*

中国商业出版社出版发行

（北京广安门内报国寺1号）

邮政编码：100053

新华书店总店科技发行所经销

北京星月印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开 16.25印张 405千字

1993年12月第1版 1998年7月第6次印刷

定价：15.50元

ISBN 7-5044-1839-0/TS·225

编审说明

《食品冷加工工艺》是根据商业部中等专业学校教学计划和教学大纲的要求，由商业部商业中专教材委员会组织编写的。经审定，可作为全国中等商业学校、技工学校制冷与空调专业教材，也可作从事冷藏工作的干部、职工培训或自学教材及有关专业的师生、技术人员参考。

本书由山东省商业学校高级讲师刘学浩主编，江苏省商业学校高级讲师程洪年主审。

本书是在1983年10月由中国展望出版社出版的刘学浩编著的中专统编试用教材《食品冷加工工艺》基础上进行修订而编写的。参加修订编写的有：刘学浩（第一、三、八章，附录）、江苏省商业学校讲师陶月恒（第二、四、五章）、武汉市第二商业学校助理讲师王维平（第六、七、九章）。

本书在编写过程中，曾得到山东省商业学校、江苏省商业学校、浙江省商业学校、苏州市商业学校、武汉市第二商业学校等单位的大力支持与帮助，在此表示感谢。

欢迎读者提出宝贵意见。

商业部教材领导小组

1993年3月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 导言	1
第二节 食品冷藏事业的发展概况	3
第三节 食品冷加工工艺的定义、内容及任务	4
第二章 食品的营养成份	6
第一节 蛋白质	6
第二节 糖	8
第三节 脂肪	10
第四节 维生素	10
第五节 酶	13
第六节 水和无机盐	15
第三章 食品冷加工工艺基础理论和专用设备	19
第一节 食品微生物学基本知识	19
第二节 食品变质的原因	30
第三节 低温贮藏食品的基本原理	33
第四节 食品的主要物理特性	36
第五节 食品的冷却	54
第六节 食品的冻结	56
第七节 食品冷加工的专用设备	68
第八节 食品的低温贮藏	73
第九节 食品的升温与解冻	79
第十节 食品在冷加工过程中的干缩损耗	85
第四章 肉类的冷加工工艺	96
第一节 肉类的组成结构与特性	96
第二节 肉类的冷却	101
第三节 肉类的冻结	108
第四节 肉类的低温贮藏	113
第五节 分割肉的冷加工工艺	118
第六节 牲畜副产品的冷加工工艺	122
第七节 肉制品的冻藏工艺	124
第五章 禽、兔类的冷加工工艺	126
第一节 禽、兔肉的组成和特性	126
第二节 家禽、家兔的冷加工工艺	129
第六章 鱼类的冷加工工艺	135

第一节	鱼类的营养价值及其特性	135
第二节	鱼类死后的变化	137
第三节	鱼类的冷却	139
第四节	鱼类的冻结	142
第五节	鱼类的冻藏和解冻	145
第七章	鲜蛋的冷加工工艺	147
第一节	鲜蛋的构造及其营养价值	147
第二节	鲜蛋的变质和质量鉴别	150
第三节	鲜蛋的冷却和冷藏工艺	153
第四节	冰蛋的冷加工工艺	158
第八章	果、蔬菜冷加工工艺	160
第一节	果、蔬的营养成份和分类	160
第二节	果、蔬的呼吸作用及冷加工对它的影响	174
第三节	果、蔬的冷却	176
第四节	果、蔬的冷藏工艺	180
第五节	果、蔬的气调贮藏	190
第六节	国内外气调贮藏果、蔬的方式与实例	196
第七节	果、蔬的减压冷藏法(低压气调贮藏法)	205
第八节	果、蔬的速冻工艺	206
第九章	冷库的工艺管理	224
第一节	冷库的卫生管理	224
第二节	冷库的库房管理	227
附 录		232
附录(一)	常用食物成份表	232
附录(二)	冷库中肉类和肉制品冷加工时的自然损耗标准; 聚合薄膜包装的 冻结禽肉自然损耗暂行标准; 冻结鱼类时的自然损耗标准(前苏联).....	238
附录(三)	肉和肉制品的冷藏或冻藏规范; 鱼和鱼制品的冷藏或冻藏规范; 几种海洋鱼的冻藏规范; 蛋和蛋制品的冷藏或冻藏规范(前苏联).....	246
附录(四)	速冻食品技术规程	249

第一章 绪 论

第一节 导 言

一、食品是国计民生的重要商品

中国有句古话，叫做“国以民为本，民以食为天。”在古代《寿亲养老新书》云：“食者生民之天，活人之本也。”在《千金食活》云：“安生之本，必资于食……不知食宜者，不足以生存也。”可见食者为国之宝，民之本。食品，就其绝大多数而言，是指那些能够为人体提供活动能量，形成、维持、修补人体各部组织，调节体内生理活动所必需的物质。即为维持生命和维护人体健康所不可缺少的物质。主要包括三个方面：一是供人们直接食用的各种成品，如肉制品、乳制品、水果、酒类、饮料等；二是一切半成品及原料，如粮食、肉类、禽兔类、鱼类、蛋类、蔬菜等；三是既是传统食品又是药用的物品，如葱、姜、蒜等，但不包括以治疗为目的的物品。综上所述，所谓食品是指具有人体所需营养成分，能满足人们某种食用嗜好的天然产物及其加工制品。

食品是与人民生活关系非常密切的一大类商品，在商品流通中占有相当大的比重。它对于增加积累，满足人民生活不断增长的需要，实现四化都有着积极的作用。

随着人民生活水平的提高，食品的构成正在发生变化。肉、禽、鱼、蛋、果蔬类等食品将成为人民重要的生活资料，以满足人体对营养素的需要。

何谓营养素？就是人体为了维持正常生理、生化、免疫功能以及生长发育、代谢、修补等生命现象而摄取和利用的物质称之为营养素。它能使人们维持生存，增强体质，预防疾病，保持精力充沛，提高劳动效率和延缓机体衰老。

人体所需要的营养素是多种多样的，分布在各种食品之中，但没有哪一类食品单独食用能满足人体对所有营养素的需要。所以必须对食品进行合理地选择和科学地搭配。例如，动物性食品（肉、禽兔、鱼、蛋、乳及动物脂肪等），虽然味道鲜美，营养丰富，但却缺少碳水化合物，某些维生素及纤维素，应当由植物性食品（粮食、蔬菜、水果、碳水化合物及植物油等）加以补充。我国早在《黄帝内经·素问篇》中就提出了“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”等合理营养和完全膳食的概念。可见食用食品是人类维持生命健康的第一要素（从某种意义上讲）。随着生活水平的提高，人们的饮食结构已从单纯的“温饱型”过渡为“营养型”。根据科学家统计，人在整个一生中所需要的营养素约为，水 75 吨，糖类 17.5 吨，蛋白质 2.5 吨，脂肪 1.3 吨以及各种维生素、无机盐等。这就是说，人的饮食量将超过人体重量的一千倍。可见食品的营养素对人体的健康与长寿是多么重要。

总之，食品是国计民生的重要商品，是关系到改善和增强国民体质的大事，已引起全社会的重视。但是，由于食品大多数是易腐、易变、易损的鲜活商品，这就要求我们要学习和掌握食品冷加工工艺这门科学，使食品在一定的贮藏期限内保持其原有的营养、风味、鲜度

和质量，以造福于人民，造福于社会。

二、食品的保藏方法

食品保藏的目的，就是通过各种方法使食品能经受一定时间保存而不变质。

食品保藏的方法很多，其基本方法有物理的、化学的或生物学的。主要保藏方法有：

(一) 低温保藏法

低温可以降低或停止食品中微生物繁殖速度和抑制酶的活性（对动物性食品），降低呼吸作用（对植物性食品），同时能延缓或停止食品内部组织的生物化学变化，对食品质量影响很少。它比其它保藏方法都有效而优越得多。

(二) 高温保藏法

食品经高温处理，可杀灭其中的微生物和破坏酶的活性，并结合密闭、真空、冷却等手段，明显地控制食品腐败变质，达到长期保藏。

高温保藏法主要有高温灭菌法和巴氏消毒法。高温灭菌的目的，在于杀灭一切微生物，获得接近无菌食品，温度一般在 120°C 以上，常用于罐头食品杀菌。由于高温灭菌对食品营养素破坏较大，所以对于液体食品如牛奶、果汁、啤酒和酱油及其它饮料等食品常采用巴氏消毒法。具体做法有二种：一种是在 $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 温度下加热30分钟，称为低温长时间巴氏消毒法；另一种是在 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 温度下加热30秒或1分钟，称为高温瞬间消毒法。虽然巴氏消毒法能杀灭大部分繁殖型微生物（如牛奶，可杀灭99%以上繁殖型微生物），但还不能达到完全灭菌，所以应特别注意食品消毒后要迅速包装、降温和存放条件。

(三) 干燥脱水保藏法

用晒干、吹干、烘干、晾干等办法，使食品中的水分，部分或全部脱出，微生物生长繁殖和酶的活性受到抑制，达到保藏食品的目的。如肉松、鱼松、鱼肚、虾片、墨鱼干、干海参、黄花菜、木耳、脱水土豆、脱水蔬菜等干燥食品，就是采用干燥脱水保藏。但干制食品因水分大量脱去，会降低食品的营养价值和原有风味；同时要注意贮藏环境应保持70%左右相对湿度，不应过大，否则易使脱水后的食品吸潮而发生腐败变质。

(四) 盐腌和糖渍保藏法

这是利用盐水或糖液在食品中产生高渗透压作用而使食品内所含水分析出，并造成微生物体生理干燥，细胞原生质收缩、脱水，促使微生物停止活动或死亡。而且能减少其中氧含量和降低酶的活性，以达到保藏食品的目的。这种方法只是一种抑菌手段，在贮藏中应注意防潮，若食品含水量增加，盐、糖的浓度会降低而影响食品的质量。

(五) 酸渍法

向食品中加酸，一般多用食醋或食用醋酸（浓度为1.7%~2%，pH值为2.3~2.5）可抑制或杀死大部分腐败菌，达到保藏食品的目的。如糖醋大蒜、酸渍黄瓜等。另一方法是酸发酵法，利用乳酸菌和醋酸菌发酵产生酸进行酸渍，可杀灭蔬菜中的致病菌和寄生虫卵，达到保藏食品目的。如酸白菜、酸豆角、泡菜、酸牛奶等。

(六) 电离辐射保藏法

即利用放射性同位素放出的 γ 射线照射食品后产生离子，杀死食品中微生物，而食品本身温度基本上不上升，可减少营养素的损失而达到保藏食品的目的。

第二节 食品冷藏事业的发展概况

一、食品冷藏技术的悠久历史

食品冷藏技术在我国有着悠久的历史。早在三千多年前我国人民便已利用天然冷源来贮藏食品，在冬季采集天然冰贮藏于冰窖里，到夏季再取出来使用。

如春秋时代的《诗经》上《豳风·七月》中有“凿冰冲冲，纳于凌阴”的凿冰贮于冰窖的诗。当时把冰窖称为“凌阴”。汉朝编辑的有关周代典章制度的书《周礼》上《天官篇》中也有“凌人夏颁冰掌事”之说，记载了周代设置有专管冰的官吏“凌人”。

至于所贮存冰究竟是作什么用途，从当时和后来的文学家的著作中，可以看出是用作冷却食品、室内降温和低温医疗等三种用途。在《楚辞》的《招魂篇》中便有饮用冰镇饮料的诗句。在曹植的《大暑赋》中有“积素冰于幽馆，气飞洁而为雪”。可见那时就把冰雪用于空气的调节了。在东晋的陆翊所撰的《邨中记》中记载：“有屋一百四十间，下有冰室，室有数井，……井深十五丈，用于藏冰……”。由此可见，在1700多年前的三国时代，利用天然冰雪来降温和保藏食品的规模已相当可观，这在当时世界上是首屈一指的。到了唐朝，天然冰雪作为冷源已被广泛利用，出现了“长安冰雪，至夏月则价等金璧”的情况。在《齐民要术》中就有农民用雪水拌种，以增强种子抗寒、抗病能力的记载。到元朝，在《马可波罗行记》一书中介绍了我国13世纪时用冰保存鲜肉及制造冰酪冷食的技术。在明、清朝代的北京故宫里有一个很大的地窖，都是作冷藏食品之用。那时窖中摆满了大坛子，内盛食品，外边堆着冰。这座冰窖至少使用了五百多年。

到了19世纪初期，食品冷藏技术由于冷源的改进而取得了划时代的发展。1834年美国入波尔金斯试制成功了第一台以乙醚为制冷剂的蒸汽压缩式制冷机。1844年高里在美国用封闭循环的空气制冷机建立了一座空调站。1859年卡列发明了以氨为制冷剂，以水为吸热剂的氨水吸收式制冷系统。到1875年，卡列和林德用氨作制冷剂，制成了氨蒸汽压缩式制冷机。从此人工冷源开始逐渐代替了天然冷源，使食品冷藏的技术发生了根本性的变革。1930年以后，氟利昂制冷剂的使用和氟利昂制冷系统的出现，使食品冷藏技术进入了一个新的阶段。近年来，把不同种类的氟利昂按一定比例组成混合物作为制冷剂，其效果更好。因此将制冷机直接用于食品冷加工迅速得到发展，广泛地应用在陆地上，建立大、中、小型冷库；在车船上建立保温列车和冷藏船；而小型化的冷藏装置如电冰箱、冰柜等则进入到家庭、商店。食品冷加工工艺，今天已经成为和人们生活息息相关的一门科学技术了。

二、解放后我国冷藏事业发展概况

食品冷藏事业是当今世界上发展得最快的工业之一。解放以后我国由于生产力的发展，人们的生活水平不断提高，对食品的营养、风味、鲜度和质量的要求也越来越高，因而也推动了食品冷藏事业的发展。从1954年开始制造成功制冷机器及设备，并在一些大、中专院校开设制冷与冷藏技术专业、制冷与空调专业等课程。到了1964年，我国的制冷机器与设备已全部自给，并能解决有关冷藏技术的问题。目前已有活塞式、螺杆式、离心式、吸收式、热电式及蒸喷式六大类型制冷装置。不少产品质量已接近和达到世界先进水平。对食品

在冷加工过程中的变化研究,已引起了重视。在弄清各种食品在不同温度、不同冷却、冻结及贮藏过程中的变化基础上,设计出各种食品的冷加工工艺。这样就出现了向各种食品专门化方向的发展,而出现了肉类、禽、兔类、鱼类、蛋类、水果和蔬菜等不同食品的冷加工工艺和专用冷库,而且发展迅速。

总之,通过食品冷加工工艺的不断发展,在减少食品的浪费,提高食品质量等方面,必将为人类作出积极地贡献。

第三节 食品冷加工工艺的定义、内容及任务

一、食品冷加工工艺定义

食品冷加工工艺就是利用人工制冷技术,将易腐食品进行冷加工的一门科学。同时也是专门研究如何运用低温条件,使易腐食品获得最佳的保鲜冷藏工艺和冻藏工艺,从而维持其原有质量的一门食品低温保藏技术。

食品经过冷加工工艺,将有效地解决了食品季节性生产与常年消费之间的矛盾,调剂了人民生活的需要。

二、食品冷加工工艺内容

(一) 食品的冷却和冷藏

1. 食品的冷却

是将食品的温度由常温降到指定的温度,但不低于食品汁液的冻结点。一般冷却后食品温度为 $+4\sim 0^{\circ}\text{C}$,以保持食品的新鲜度。

2. 食品的冷藏

即食品经过冷却后的贮藏,亦称冷却物冷藏(高温库)。它要求在维持食品冷却后最终温度下作短期贮藏,因为部分微生物仍能生长繁殖。

(二) 食品的冻结和冻藏

1. 食品的冻结

是将食品的温度由常温或冷却后的温度降到低于食品汁液的冻结点,使食品中的大部分水分冻结成冰。一般冻结后食品温度为 -15°C 。

2. 食品的冻藏

即食品经过冻结后的贮藏,亦称冻结物冻藏(低温库)。它要求在维持食品冻结后最终温度下作长期贮藏,因为微生物受到严重抑制而不能生长繁殖。

(三) 食品的升温和解冻

1. 食品的升温

是将高温库的冷却食品在出冷库前,应逐渐地使冷却食品的温度回升到接近于周围空气的温度,以保持食品的质量。

2. 食品的解冻

是将低温库的冻结食品在食用和加工前,使其温度升高到所要求的温度,以恢复冻结前的状态,获得最大限度的可逆性。

三、食品冷加工工艺任务

(一) 防止食品腐败, 保持食品质量, 保障人民健康

人类为了维持生命, 达到正常发育和健康, 必须要从外界获得营养素。这些营养素主要来源于动、植物性食品。这些食品易受自身和外界物理因素、化学因素的影响及微生物的作用等原因而发生腐烂变质。据国际制冷学会估计, 全世界每年生产的食品中, 由于缺乏冷藏或其他保藏措施, 导致食品腐烂的数量约占 45%。因此, 食品冷加工工艺的首要任务就是防止食品腐败, 保持食品质量, 保障人民健康。

(二) 提高食品低温保藏技术, 使食品获得最佳保鲜冷藏和冻藏

这是世界各国普遍注意急需解决的问题。由于食品的种类繁多, 品种又多样化, 这就要求针对食品的特性来研究食品的最佳保鲜冷藏和冻藏工艺, 并为提高低温保藏食品技术而努力, 以确保食品的质量, 减少食品的损失。

(三) 建立食品冷藏链

食品冷藏链是指易腐食品从产地收购、冷加工、贮藏、运输、销售, 直到消费前的各个环节都处于适当的低温之下, 以保证食品的质量, 减少食品的损耗。

食品冷藏链是由食品冻结加工、冷冻贮藏、冷冻运输和冷冻销售四个方面构成。

食品冷冻加工: 包括畜、禽、兔、鱼类食品的冷却与冻结, 蛋和果蔬的冷却及果蔬的速冻等。主要涉及到冷却装置和冻结装置。

食品冷冻贮藏: 包括各类食品的冷却贮藏和冻结贮藏, 还有果蔬的气调贮藏。主要涉及到各类冷藏库、冷藏柜、冰柜、家用电冰箱等。

食品冷冻运输: 包括地区之间的中、长途运输及短途的市内送货。主要涉及到冷藏汽车、冷藏火车、冷藏船、冷藏集装箱等低温运输工具。

食品冷冻销售: 包括各类食品运输后的冷冻贮藏与销售。主要涉及到食品零售商店和机关团体单位的食堂的小型冷库、冷冻箱、冷藏柜及家庭中的电冰箱等。

第二章 食品的营养成份

食品的营养成份可以分为有机物质和无机物质两大类。有机物质中最主要的有蛋白质、糖、脂肪、维生素及酶等物质；无机物质则有水、无机盐等物质。食品营养成份的生理功能如图 2-1 所示。

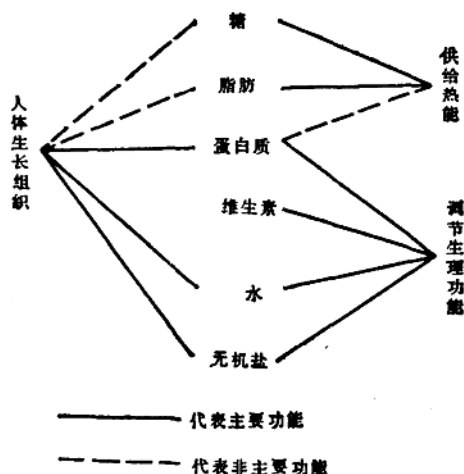


图 2-1 食品营养成份的生理功能

这些营养成份大部分是人体所必需的，但在冷加工过程中这些营养成份常常发生物理、化学变化，影响食品的食用价值和营养价值。例如动物食品组织中的液汁损失和蛋白质变性等；植物食品组织中的维生素 C 含量的损失等。因此，对食品进行冷加工时，掌握和研究食品的营养成份及其变化是极为重要的。

第一节 蛋 白 质

蛋白质是一类构造复杂的高分子含氮化合物。它存在于一切生物的原生质内。是建立肌肉、皮肤、毛发、软骨、内脏器官等的主要基础物质，也是构成体内许多有重要生理作用的物质（如血液、激素、抗体、酶等）的重要成分。在控制人体机能如内分泌调节、酶催化反应、免疫反应、血浆和其他体液渗透压和酸度的调整等方面起着重要作用。此外，蛋白质还是人体的一种辅助能源。所以说，蛋白质是一切生命的基础，生命又是蛋白质的存在形式。人体只有不停地补充足量的、优质的蛋白质，才能满足机体生长发育或组织修复的需要。一般成年人每天需要摄入 80~100 克蛋白质。如果蛋白质每天食入不足 50 克时，人就会出现疲倦无力、情绪低落、肌肉萎缩、对疾病抵抗力下降等现象，过度蛋白质缺乏会导致蛋白质缺乏症，甚而危及生命。

蛋白质的基本单位是氨基酸。存在于食品蛋白质中的氨基酸约有 20 余种。根据人体的

需要,氨基酸可分为必需氨基酸和非必需氨基酸。必需氨基酸是在人体内不能合成,必须由食物蛋白质来供给,才能满足机能正常生长和健康。非必需氨基酸对于健康也是必需的,但它们在人体内是能够合成的。必需氨基酸包括赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸等8种。非必需氨基酸有甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、脯氨酸、羟脯氨酸、精氨酸、酪氨酸、胱氨酸和半胱氨酸等。

从蛋白质的营养价值考虑,即根据其所含氨基酸的种类和数量,通常将食品中的蛋白质分高级的和低级的两种。高级的蛋白质含有各种必需氨基酸,并且数量充足,比例合适,能满足人体需要的正常平衡状态。动物蛋白质如肉、蛋、奶中的蛋白质一般是高级的,称为完全蛋白质。低级蛋白质则缺乏一种或多种必需氨基酸,或者一种或多种必需氨基酸与其他必需氨基酸相比平衡状态失调。来源于植物的蛋白质一般是低级的,称为不完全蛋白质。如小麦蛋白质中赖氨酸含量很低,玉米蛋白质中缺乏色氨酸,赖氨酸含量也很低,大豆蛋白质的赖氨酸含量虽然高,但另一种必需氨基酸蛋氨酸却较低。还有动物结缔组织和肉皮中的胶原蛋白也属于不完全蛋白质。长期食用低质量的不完全蛋白质,就不能满足人体维持生命和生长发育的需要。因此,膳食应调配多种食物,利用“互补”的办法,达到必需氨基酸的必要数量和平衡状态,从而得到高质量的混合蛋白质,提高蛋白质的生理价值。如将玉米面、小米、小麦、大豆同时食用,即可大大提高蛋白质的质量。

牛肉、羊肉、猪肉和禽肉含有大量高质量的完全蛋白质,主要存在于肌肉中,大约含有18%~20%。其中65%为肌球蛋白和肌动蛋白。

牛乳蛋白包括酪蛋白和乳清蛋白。鲜牛乳的蛋白质含量为3%~4%。

蛋品的蛋白质含量约为13%,其中卵清蛋白具有颇佳的蛋白质的氨基酸组成,是人类食用的最理想的优质蛋白质之一。

水产品蛋白质因种类不同,蛋白质含量不相同,如鲤鱼含18.1%,大西洋沙丁鱼约含21%蛋白质。

蔬菜、水果的蛋白质含量相差很大。新鲜的蔬菜、水果因蛋白质含量低,故不能把它们当作很好的蛋白质来源。如苹果含0.2%,番茄含0.6%,土豆含2%。但豆类植物性食品含蛋白质很高,一般在20%~40%。

食品中蛋白质的性质是很不稳定的。它是同时具有酸性又具有碱性的两性化合物。由于蛋白质分子都很大,而且具有亲水胶体的一般特性,所以在水中呈胶体溶液。蛋白质分子的水化作用使蛋白质溶液相当稳定。当在蛋白质溶液中加入大量的碱金属和碱土金属的盐类,如硫酸铵、硫酸钠、氯化钠、硫酸镁时,就能使蛋白质从水溶液中沉淀析出,这个现象称作盐析作用。盐析作用所引起的蛋白质沉淀是可逆性的。因为这些无机盐破坏了蛋白质分子外层的水化膜,蛋白质仍保持了原来的结构和性质,用水处理即复溶解。

由于各种物理和化学因素的影响,蛋白质分子内部排列发生变化,致使蛋白质溶液凝固或沉淀,其原有性质发生部分改变或全部丧失,这个现象称作蛋白质的变性作用。引起蛋白质变性的因素很多,如温度(加热或冷冻)、化学试剂、剧烈振荡、高压等。变性后的蛋白质许多性质发生了改变,包括溶解度降低,发生沉淀和凝固而不能再溶解、失去生理活性、易被酶消化水解等。在大部分情况下,变性过程是不可逆的。蛋清加热凝固,牛奶遇酸结块即是典型的变性与凝固现象。

蛋白质在强酸、强碱或酶的作用下,可逐步发生水解,并经过一系列的中间产物,最终

产生氨基酸(蛋白质→蛋白胨→蛋白肽→多肽→二肽→氨基酸),这个作用称为蛋白质的水解反应。蛋白质的水解反应对生物体具有重要意义。动物摄取的蛋白质,必须水解为氨基酸后,才能被吸收利用;植物体中衰老组织的蛋白质水解为氨基酸后,可运送至新生组织,作为合成蛋白质所需的原料。但是,食品的腐败变质也是在蛋白质发生水解反应后,微生物继续作用所致。蛋白质的水解产物氨基酸被微生物分解为氨、硫化氢、二氧化碳、甲烷、吲哚、粪臭素、腐肉碱等一系列腐臭、有毒的产物而不能食用。

食品中的蛋白质及其性质变化对食品冷加工贮藏关系很大。如快速冷冻法的产生、低温贮藏与蛋白质变性的关系、解冻方法与时间的采用、食品保藏中酶活性与微生物繁殖有效抑制的问题等均与蛋白质的性质有着密切的关系。

第二节 糖

糖是植物光合作用后的产物,占植物干重的50%~80%。动物食品中,在肌肉和肝脏中存在糖元,仅占动物干重的2%以下。

糖是供给人体热量的最主要、最经济的来源,且最易消化和吸收,在人类膳食中,来自糖的热能占60%~70%。糖也是构成机体的重要物质,如组成糖脂、糖蛋白、粘蛋白等,具有许多生理功能。糖与机体的代谢、生命活动过程有着密切关系,有助于解毒作用及胃肠功能的正常。

一、单糖

单糖是不能再被水解的最简单的糖分子。易溶于水,具有甜味,可不经消化液的作用直接被人体吸收和利用。

常见的单糖有:

(一) 葡萄糖 广泛存在于植物性食品中,尤以葡萄汁中含量最为丰富,在水果和蜂蜜中呈游离状态存在。葡萄糖也是动物血液中所含之糖,称为血糖。葡萄糖是细胞所利用的唯一糖类,其他糖类必须转变成葡萄糖后才能被人体所利用。因此,葡萄糖以其可为人体直接吸收而作为营养食品的成分直接食用,或作为药用,由静脉直接注射到血液中。

(二) 果糖 果糖与葡萄糖共存于水果汁液及蜂蜜中,是自然界中最重要的两种单糖。蔗糖水解则生成等量的葡萄糖和果糖。果糖吸湿性很强,在糖类中最甜,也是动物体易于吸收的糖分。

(三) 半乳糖 半乳糖在自然界不游离存在,而与葡萄糖结合为乳糖存在于乳汁中,因而可由乳糖水解得到。半乳糖为脑组织唯一的糖类,故有补脑功能。

二、双糖

双糖是水解后能生成两个分子单糖的糖类。双糖易溶于水,有甜味,能形成结晶。双糖需经过酸或酶的水解作用生成单糖后,方能被人体吸收。

主要的双糖有:蔗糖、麦芽糖、乳糖。

(一) 蔗糖 极其广泛地存在于植物体内,多与葡萄糖、果糖共存于植物的液汁、果实、根、茎、叶、花内。在甘蔗、甜菜和胡萝卜中含量最为丰富。蔗糖是食品工业中最重要的甜

味剂，在人类营养上起很大作用。蔗糖极易水解而得到葡萄糖和果糖的等量混合物（即转化糖），而供给人体所需。

（二）麦芽糖 是由两个分子葡萄糖组成的双糖，可水解成葡萄糖。麦芽糖大量存在于各类种子的芽中，其中大麦芽含量最多。麦芽糖是淀粉受麦芽糖淀粉酶的作用水解而得。所以口腔咀嚼馒头时感到有甜味即是淀粉水解生成麦芽糖所致。

（三）乳糖 是由半乳糖和葡萄糖构成的双糖。主要存在于动物的乳汁中，人乳中含5%~8%，牛、羊乳中含4%~6%，是重要的营养剂。

单糖和双糖都具有一定程度的甜味，一般以葡萄糖甜度定为1，则果糖为2.2，蔗糖为1.45，乳糖为0.5。

三、多糖

多糖是水解后能生成数百、数千个单糖。一般不溶于水，无甜味，在酸或酶的作用下可水解，为人体所吸收。

重要的多糖有淀粉、糖元、纤维素和果胶物质。

（一）淀粉 广泛存在于植物的块根、块茎、果实、种子中，是植物的主要贮藏物质，为人体主要的糖类营养来源。淀粉在热水中发生溶胀成糊状胶体溶液。淀粉很易水解，依次产生糊精（单糖残基数不同的断片）、麦芽糖、最终生成葡萄糖，即可被人体吸收。

（二）糖元 也称动物淀粉或肝糖，是动物体内的贮藏糖类，存在于肌肉、肝脏中，具有解毒功能和平衡血液中血糖的作用。糖元溶于水，色微红，水解后生成葡萄糖。

（三）纤维素 富含于植物界中，主要起支撑植物组织结构的作用。水果、蔬菜和粮谷皮壳是食物纤维的主要来源。纤维素不溶于水。某些微生物和酶能使它们分解为葡萄糖。但人体不能利用食物中的纤维素，因为人体不产生分解纤维素所需的酶。所以纤维素并没有营养价值。但有其重要的生理功能，能刺激胃肠道的蠕动和消化腺分泌，有助于食物的消化和排泄，减少肠道疾病的发生。

（四）果胶物质 一般存在于水果、蔬菜中，是植物细胞壁成份之一，存在于相邻细胞壁间，起着将细胞粘着在一起的作用。在食品工业中利用它能形成凝胶的能力而制作果酱、果冻。果胶溶于水，尤其易溶于热水。果胶物质只能部分被人体消化。

含多糖类（主要是淀粉）丰富的食物是有价值的能量来源。食物中的淀粉，在人体消化系统内酶的作用下，逐步被水解为单糖后通过小肠进入到血液中，再随血液循环输送到各组织，人体得到能量。当血液中的单糖含量过多时，则肝脏和肌肉将葡萄糖转化为糖元贮备下来。当人体组织需要能量时，糖元再被迅速转化为葡萄糖。肌肉和肝脏容纳糖元量是有限的，当过多时，多余的葡萄糖则由肝脏转化为脂肪而贮存起来。

食品所含糖类物质在加工和贮藏过程中的变化，与食品的质量有着密切的关系。对于果蔬中的糖，在有氧条件下，因其本身的呼吸作用被氧化生成二氧化碳和水，并放出大量的热量；在缺氧条件下，亦会由于酵母菌类的活动，而生成酒精和二氧化碳，最后使果蔬腐败变质。此外，冷加工中贮藏温度过低，会导致蔬菜中纤维素破裂等各种低温病害。这些变化均是果蔬贮藏加工中应注意的问题。而动物性食品中的糖元则在贮藏过程中逐步酵解，产生乳酸，使肉的pH值降低，促进了肉的成熟，改善了肉的品质。

第三节 脂 肪

脂肪是组成生物细胞不可缺少的物质。它是食物中热能最高的营养素，每克脂肪的含热量是糖类和蛋白质的2倍，所以脂肪的生物学功能主要是为体内贮存能量。皮下脂肪层可保存生物体热能，保持正常体温，并对皮肤和生物组织起保护作用。存在肾脏、心脏、肝脏中的脂肪，可对器官起保护、支持、滑润、防震防损的作用。脂肪还是脂溶性维生素A、D、E、K的携带者，有助于生物体对脂溶性维生素的吸收。

在植物组织中，脂肪主要存在于种子与果实中，如核桃仁含68%，向日葵子含54%，花生仁含39.2%，在动物体中，主要存在于皮下组织、腹腔、肝脏及肌肉间的结缔组织中。

脂肪是甘油与脂肪酸所生成的酯类混合物。脂肪酸可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。含饱和脂肪酸多的脂肪在常温下呈固体状态，通常称之为脂。动物脂肪主要含有饱和的硬脂酸和软脂酸，属于此类。含不饱和脂肪酸多的脂肪在常温下呈液体状态，通常称之为油。植物油富含不饱和的亚麻油酸、亚麻油烯酸和花生油四烯酸等，即属于这一类。

食品中的脂肪在运输和贮藏期间，常有自然的轻微水解现象，在酸、碱、酶的作用下，水解加剧，形成脂肪酸和甘油。在适当的条件下，脂肪酸进而被氧化分解，最后生成有哈喇味、而发臭低级的醛酮和羧酸，颜色变成深黄色而不能食用，这就是脂肪的酸败现象。所以，在对食品进行冷加工贮藏、运输期间，应注意创造干燥、密闭、低温、避光的条件，对油脂产品尽量降低其水分含量，以防止脂肪的水解与酸败。

第四节 维 生 素

维生素是维持生物体正常生理功能所必需的一类微量的有机物质。

仅从食品中摄取足够数量的蛋白质、糖、脂肪及无机盐等营养物质还不能满足人体健康的需要和维持人体正常的发育，人体还必须摄取维生素这一类微量的有机物质。它对人体的功能有如酶，参加人体许多重要的生理过程，对调节人体的新陈代谢起着主要作用。如维生素不是人体构造的主要成份，但可帮助人体构造的建立；维生素还能使酶系统发生作用，促使蛋白质、脂肪和糖的代谢。食物中缺乏了任何一种维生素，都会发生特有的缺乏症状，导致代谢紊乱，严重时足以致命。但维生素摄取太多也是没有用的，会在尿中排出或贮存于体内，有些维生素摄取过多会引起中毒现象。

除了极少数几种维生素外，人体是不能合成维生素的。因此，必需通过膳食或作为膳食补充剂供给维生素。绿色植物是人体所需维生素的基本来源。食物中存在的极少量维生素通常已足够人的需要。

维生素的种类很多，化学结构和生理功能差异很大。对人体健康比较重要的维生素有：

一、脂溶性维生素

(一) 维生素A (抗干眼病维生素)

维生素A包括A₁和A₂两种。A₁主要存在于哺乳动物及咸水鱼的肝脏中，A₂则主要存在于淡水鱼的肝脏中。

维生素A主要来自动物性食品,以肝脏、蛋黄、乳制品、比目鱼及鲨鱼中含量最多。在植物性食品中虽然不含有维生素A,但含有维生素A原——胡萝卜素。在人体吸收过程中,胡萝卜素能在小肠粘膜和肝脏内转变的维生素A。在绿色蔬菜(菠菜、辣椒、韭菜、香菜、荠菜、鲜雪里蕻、豆角)、西红柿、胡萝卜、黄色水果(桔子、杏子、柿子)、玉米及红薯中均含有胡萝卜素。

维生素A的功能是保持人体的正常生长发育,维持正常视觉及健康的皮肤和毛发,避免上皮细胞角质化。而且,据美国《科学文摘》报道,还能阻止人体内癌细胞的增加,使正常的组织恢复功能。因此,缺乏维生素A时,皮肤及内脏器官对于传染病的抵抗力将大大减弱,生长受阻,黄昏以后发生视觉障碍(即夜盲症),严重时则发生干眼病(眼结膜炎),致使眼角膜干燥粗糙,最终失明。所以维生素A又称抗干眼病维生素。

(二) 维生素D(抗软骨病维生素)

维生素D仅在动物性食品中存在,并与维生素A伴存。鱼、蛋黄、奶油、肝、肾、脑、皮肤组织含量较丰富,尤其海产鱼肝油中特别丰富,肉、牛奶中含量较少。在动物和植物组织中存有维生素D原,当植物的叶子、人及动物的皮肤接受阳光照射后,维生素D原均能转变为维生素D。所以,凡能经常接受阳光照射者不会发生维生素D缺乏症。

维生素D的生理功能是调节磷、钙代谢,提高磷、钙从肠道吸收的量,促进骨骼与牙齿的形成。所以维生素D是儿童正常生长发育所必需的营养物质。对于成人,维生素D还可维持神经系统的稳定,正常心脏活动和血液凝固,因这些均与人体供给和利用钙质、磷质有关。缺乏维生素D时,在儿童可出现佝偻病,患者骨质软弱,膝关节发育不全,两腿形成内曲或外曲畸形,在成年人可出现软骨病,并可患有龋齿。故维生素D又称抗软骨病维生素。

(三) 维生素E(抗不育维生素或生育酚)

绿色植物和种子胚芽是维生素E的最丰富的来源,且麦胚油、玉米油、花生油、棉籽油及蛋黄、莴苣、芹菜、菠菜中含量较多。

维生素E与生育有关,并具有对抗细胞恶变,延迟人的衰老作用。食物中一般不易缺乏维生素E。

(四) 维生素K(抗出血维生素或凝血维生素)

维生素K在绿色或黄色蔬菜中含量特别丰富,如菠菜、甘蓝、白菜、菜花、胡萝卜、青菜、西红柿等。蛋黄和猪肝含量也较多。人除了从食物中得到维生素K以外,还可通过肠道中微生物合成维生素K。

维生素K具有促进血液正常凝结的功能,缺乏维生素K时,出血发生率提高,凝血时间延长。一般情况下不易引起维生素K的缺乏。

二、水溶性维生素

水溶性维生素在体内的贮存量不大,当机体贮存饱和后,多余部分即自尿中排出。

水溶性维生素可分为B族及C族两大类。

(一) B族维生素

复合B族维生素在体内大都构成辅酶,对主要物质代谢活动发生影响。B族维生素包括10种以上物质。