

制冷与空调专业教材

国内贸易部部编



中等专业学校教材

# 食品冷藏技术

(修订本)

主编 刘学浩

中国商业出版社

国内贸易部部编  
中等专业学校制冷与空调专业教材

# 食品冷藏技术

(修订本)

刘学浩 主编

中国商业出版社

## 编审说明

为适应社会主义市场经济新体制的要求，我部于1994年颁发了财经管理类5个专业和理工类7个专业教学计划。1996年初印发了以上12个专业的教学大纲。《食品冷藏技术》一书是根据新编制冷与空调专业教学计划和教学大纲的要求，结合我国科技进步，在作者编写、并已经使用多年的基础上，进一步充实内容重新编写而成。经审定，现予出版。本书是国内贸易部部编教材，可供大、中专学校及职业中专、职工中专等使用，还可作为制冷行业的干部、职工专业培训教材及有关专业的师生、技术人员参考。

本书是在1993年12月由中国商业出版社出版的刘学浩主编全国中专统编教材《食品冷加工工艺》基础上进行修订而编写的。

本书贯彻理论联系实际的原则，并根据食品冷藏技术的发展，力图反映国内外食品冷加工的新技术、新工艺和新方法。所以，在原书内容基础上增编了“速冻食品的技术”、“冷饮品的冷加工技术”和“粮食的冷藏技术”三章，使内容更全面、系统，对教学和企业的生产都有一定的实用意义。

根据教学课时的情况，讲课内容可酌情取舍。对舍去的内容，可留作学生课外读物，以补充知识，有利于今后的工作需要。

本书由山东商业职业技术学院副教授刘学浩主编，合肥粮食学校讲师韦伯琳副主编，山东商业职业技术学院副教授匡奕珍主审。

参加本书修订编写的有：刘学浩（第一、三、四、六、八、九、十二章）；王琪（第二章）；李军（第五、七章）；邵长波（第十章）；韦伯琳（第十一章）。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者不吝赐教，以便于修订，使之日臻完善。

国内贸易部教育司

1998年3月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
第一节 食品与健康.....	( 1 )
第二节 食品冷藏事业的发展概况.....	( 6 )
第三节 食品冷藏技术的概念、内容及任务.....	( 7 )
<b>第二章 食品的营养成分</b> .....	( 10 )
第一节 蛋白质.....	( 10 )
第二节 糖.....	( 12 )
第三节 脂肪.....	( 14 )
第四节 维生素.....	( 14 )
第五节 酶.....	( 19 )
第六节 水和无机盐.....	( 20 )
<b>第三章 食品冷藏技术基础理论</b> .....	( 25 )
第一节 食品微生物学基本知识.....	( 25 )
第二节 食品变质的原因.....	( 36 )
第三节 低温贮藏食品的基本原理.....	( 39 )
第四节 食品的主要物理特性.....	( 42 )
第五节 食品的冷却加工技术.....	( 63 )
第六节 食品的冻结加工技术.....	( 65 )
第七节 食品的冷冻加工设备.....	( 79 )
第八节 食品的低温贮藏技术.....	( 90 )
第九节 食品的升温与解冻技术.....	( 100 )
第十节 食品在冷加工过程中的干缩损耗.....	( 110 )
<b>第四章 畜肉类冷藏技术</b> .....	( 123 )
第一节 畜肉类的组成结构与特性.....	( 123 )
第二节 畜肉类的冷却加工技术.....	( 129 )
第三节 畜肉类的冻结加工技术.....	( 141 )
第四节 畜肉类的低温贮藏技术.....	( 148 )
第五节 分割畜肉的冷加工技术.....	( 154 )
第六节 牲畜副产品的冷加工技术.....	( 158 )
第七节 肉制品的冻藏技术.....	( 161 )
<b>第五章 禽、兔肉类冷藏技术</b> .....	( 163 )
第一节 禽、兔肉的组成和特性.....	( 163 )
第二节 家禽、家兔肉的冷加工技术.....	( 166 )
<b>第六章 鱼类冷藏技术</b> .....	( 174 )
第一节 鱼类的营养价值和组成结构及其特性.....	( 174 )

第二节	鱼类死后的变化和鲜度的测定方法·····	(177)
第三节	鱼类的冷却加工技术·····	(183)
第四节	鱼类的冻结加工技术·····	(190)
第五节	鱼类的冻藏和解冻技术·····	(197)
<b>第七章</b>	<b>鲜蛋冷藏技术</b> ·····	(200)
第一节	鲜蛋的构造及其营养价值·····	(200)
第二节	鲜蛋的变质和质量鉴别·····	(203)
第三节	鲜蛋的冷却和冷藏技术·····	(206)
第四节	冰蛋的冷加工技术·····	(211)
<b>第八章</b>	<b>果蔬类冷藏技术</b> ·····	(214)
第一节	果、蔬的营养成分和分类·····	(214)
第二节	果、蔬的呼吸作用及冷加工对它的影响·····	(228)
第三节	果、蔬的冷却加工技术·····	(231)
第四节	果、蔬的冷藏技术·····	(240)
第五节	果、蔬的气调冷藏技术·····	(252)
第六节	国内外气调冷藏果、蔬的方式与实例·····	(267)
<b>第九章</b>	<b>速冻食品技术</b> ·····	(277)
第一节	速冻食品概述·····	(277)
第二节	影响速冻食品质量的因素·····	(281)
第三节	速冻食品的前处理技术·····	(285)
第四节	食品流态化冻结装置和在速冻过程中的变化·····	(291)
第五节	速冻食品的后处理技术·····	(303)
第六节	果蔬的速冻技术·····	(308)
第七节	水产品、肉制品、调理食品和点心类食品的速冻技术要点·····	(322)
第八节	速冻食品的国家标准·····	(333)
<b>第十章</b>	<b>冷饮品冷加工技术</b> ·····	(342)
第一节	概述·····	(342)
第二节	冷饮品的生产原料·····	(342)
第三节	冰淇淋的冷加工技术·····	(344)
第四节	雪糕的冷加工技术·····	(350)
第五节	棒冰的冷加工技术·····	(353)
第六节	冰霜、食用冰的冷加工技术·····	(356)
<b>第十一章</b>	<b>粮食冷藏技术</b> ·····	(359)
第一节	粮食冷藏的生物学基础·····	(359)
第二节	粮食的冷藏技术·····	(369)
第三节	低温贮粮的稳定性·····	(372)
<b>第十二章</b>	<b>冷库管理</b> ·····	(377)
第一节	冷库的卫生管理·····	(377)
第二节	冷库的库房管理·····	(380)
第三节	国家规定的冷库管理规范·····	(385)

第四节 冷库的能源管理.....	(391)
<b>附 录</b> .....	(396)
附录（一） 常用食物成分表.....	(396)
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） .....	(402)
附录（三） 肉和肉制品的冷藏或冻藏规范；鱼和鱼制品的冷藏规范；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） .....	(410)
<b>主要参考文献</b> .....	(413)

# 第一章 绪 论

## 第一节 食品与健康

### 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。”《千金食治》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。综上可知，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，满足人民生活不断提高的需要，实现四个现代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，人活到70岁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1000倍。可见食品的营养素对人体的健康与长寿是多么重要。

那么，哪些食品对人体的健康与长寿有关呢？中国营养学会于1986年1月2日在《中国食品报》公布了我国近期成人每人每月合理饮食构成的指标：粮谷类，14kg；薯类，

3kg, 豆类, 1kg; 肉类, 1.5kg; 鱼类, 0.5kg; 植物油, 0.25kg; 蛋, 0.5kg; 奶, 2kg; 蔬菜, 12kg; 水果, 1kg。这样, 平均每人每天得到总热量为 10048.8kJ, 摄入蛋白质为 70g, 基本达到了饮食营养的平衡。

1997 年, 中国营养学会根据我国国情制定了《中国居民平衡膳食宝塔》, 如图 1-1 所示。

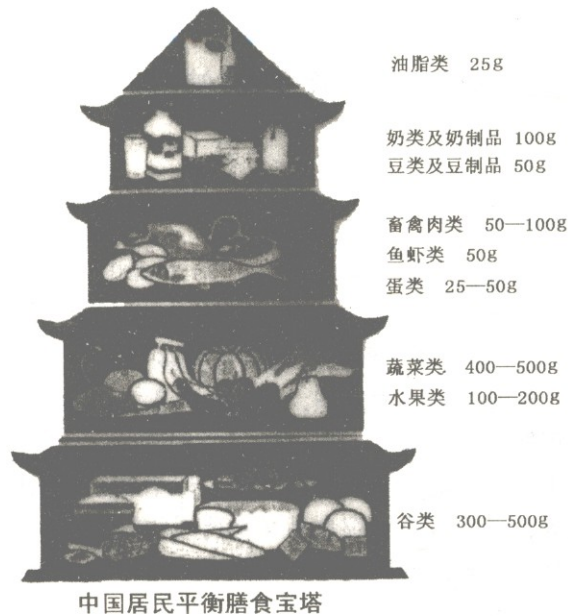


图 1-1 中国居民平衡膳食宝塔

此图说明平衡膳食宝塔共分五层, 宝塔各层位置和面积不同, 这在一定程度上反映出各类食物在膳食中的地位 and 应占的比重。另外, 平衡膳食宝塔中建议的各类食物的摄入量一般是指食物的生重。各类食物的组成是根据全国营养调查中居民膳食的实际情况计算的。所以, 每一类食物的重量不是指某一种具体食物的重量。

平衡膳食宝塔的应用应注意以下五种情况:

#### 1. 确定你本人的食物需要

平衡膳食宝塔建议的每人每日各类食物适宜摄入量范围适用于一般健康成年人, 应用时要根据个人年龄、性别、身高、体重、劳动强度及季节等情况适当调整。年轻人、劳动强度大的人需要能量多, 应适当多吃些主食; 年老、活动少的人需要能量少, 可少吃些主食。

#### 2. 同类互换, 调配丰富多彩的膳食

人们吃多种多样的食物不仅是为了获得均衡的营养, 也是使饮食更加丰富多彩以满足人们的口味享受。假如人们每天都吃同样的 50g 肉, 50g 豆, 难免久食生厌, 那么合理营养也就无从谈起了。平衡膳食宝塔包含的每一类食物中都有许多品种, 虽然每种食物都与另一种不完全相同, 但同一类中各种食物所含营养成分往往大体上近似, 在膳食中可以互相替换。

#### 3. 要合理分配三餐食量

我国大多数地区居民习惯于一日三餐。三餐食物量的分配及间隔时间应与作息时间和劳

动状况相匹配。一般早、晚餐各占 30%，午餐占 40% 为宜，特殊情况可适当调整。早餐是正餐，不是可吃可不吃无关紧要的，早餐必须吃好，它包括主食、蛋、肉、蔬菜、水果（如稀饭中加大枣）、奶类等。

#### 4. 要因地制宜充分利用当地资源

我国幅员辽阔，各地饮食习惯及物产不尽相同，只有因地制宜充分利用当地资源，才能有效地应用平衡膳食宝塔。在某些情况下，由于地域、经济及物产所限无法采用同类互换时，也可以暂用豆类代替乳类、肉类；或用蛋类代替鱼类和肉类；不得已时也可用花生、瓜子、核桃、榛子等坚果代替肉、鱼、奶类等动物性食物。

#### 5. 要养成习惯，长期坚持

膳食对健康的影响是长期作用的结果。应用平衡膳食宝塔需要自幼养成习惯，并坚持不懈，才能充分体现其对健康的重大促进作用。

总之，从宝塔图可一目了然地了解到，我们每人每天对各种食物的摄入量应从塔底至塔尖依次递减。一个人一天中吃的食物应以各种谷类为主，其次是蔬菜和水果，鱼、肉、蛋、奶类和豆类食品较少，油类则最少。

综上所述，只有合理的营养才能使人健康长寿。据 1998 年 11 月 10 日《光明日报》报道：日本富士山附近的野原乡曾一直享有世界长寿村的美誉，后来突然变成了短命村。究其原因，是由于过多宣扬他们的长寿经验：“少肉多菜”，使一些人对肉食类产生误解，人人怕吃肉而偏食蔬菜。结果使不少人患上营养不良症，造成人体抵抗力低下导致各种疾病发生，有的刚过花甲之年就与世长辞。反之，如摄取营养过剩，会使人体能量代谢失调失去平衡而导致肥胖、高血脂症、动脉粥样硬化、高血压、冠心病、糖尿病等多种疾病。而这些疾病是危及人们生命的祸根，使人早衰与丧生。有资料表明，不合理的营养会缩短寿命 5~7 年。只有合理的、均衡的营养，才能有益于健康长寿。成人每公斤体重每天需要蛋白质 0.8g，而老人应增为 1g；脂肪则占总热量的 20%~25% 为宜。英国医学家认为，只要减少动物脂肪、胆固醇（一昼夜不超过 300mg）的摄入，多进食含淀粉、植物纤维的食物，就能大大减少心肌梗塞、中风、高血压、糖尿病等疾病的发病率，可延长寿命 9 年以上。但不能完全拒绝胆固醇或脂肪含量高的食品。例如，禽蛋的胆固醇含量虽高，但它的卵磷脂是组成脑细胞和帮助骨骼愈合的重要物质；“红烧肉”一般是指肥猪肉，因其饱和脂肪酸含量过多使人易患动脉粥样硬化、冠心病、高血压、高血脂症等，所以很多人对红烧肉敬而远之，拒之口外。其实这并不符合营养科学。现代营养科学研究表明，肥猪肉经过 2 个小时以上的烹调过程，已使其脂肪发生了质的变化，其中饱和脂肪酸和胆固醇减少了 50% 左右或更多，而不饱和脂肪酸相对上升。另外猪的脂肪中还含有一些植物油所没有的而有利于人体健康的成分，如花生四烯酸、22 碳多烯酸等高级烯酸。花生四烯酸可以降低血脂，还可与亚油酸、 $\gamma$ -亚麻酸合成有多种生理功能的前列腺素，这对老年人尤为重要。22 碳多烯酸等长链不饱和脂肪酸，对人的神经系统、大脑组织的生长、发育有着良好的功效。另外还可防止胆固醇积聚和血小板凝集。长时间加热过的肥猪肉中胆固醇降低后，其中的 Q-脂肪素能使人长寿，并能预防冠心病和血管病的发生。据美国威斯康星大学食品研究所人员发现动物脂肪中还含有抗癌物质——共轭亚油酸，它能预防人体血液中因胆固醇长期处于较低水平而发生的脑中中风病症。再有就是氧气，人们靠氧气来获得并维持人体所必要的能源。但人体内还有一个有害的氧气——活性氧气，它是人体老化学说中的主要老化原因之一。另外，甜食吃得过多，也会使人老得快，导致早衰。它们都会产生一些难以治疗的疾病。人们主要的对策是摄

取以超氧化链酶的抗氧化物质，如胡萝卜素、维生素 E、维生素 C、谷胱甘肽等链球菌酶和抗氧化物质的牛奶、酸奶、奶酪、酸黄瓜及无糖食品等，能有效地清除对人体有害的活性氧气，减少一些难以治疗的疾病。可见人体的健康与食品是紧密相连的。因为食品中的营养素作为细胞更新和个体发育的物质基础外，还是人体生命过程中一切生化反应的物质来源与调控因素。健康的饮食之道，应以均衡饮食、合理营养为基础。

随着现代工业突飞猛进地发展，全球每年向大气排放 50 亿吨二氧化碳等有害气体，严重污染着人类的生存环境；人民生活水平的提高，使现代生活用品如电冰箱、空调器等进入家庭。它们给人们带来舒适生活的同时也给环境带来了不同程度的污染。人们现在已不再为温饱问题发愁，而是将眼光转向一个更高的消费层次——绿色消费，如在用的方面除首选无氟<sub>12</sub>冰箱、健康空调、无磷洗衣粉等产品外，在吃的方面更看重绿色食品。

现代的消费者由消费高热量食品转向消费安全、卫生、营养、保健的食品。更加注重消费者与自然界的和谐共处关系。绿色食品的出现，正是行之有效地适应了这种崭新的饮食文化和现代消费观念。

何为绿色食品？是指“绿颜色的蔬菜”吗？当然不是，它只是对“无污染”食品的一种形象表述。绿色象征生命、健康和活力，也象征着农业和环境保护。凡是与生命、环境相关的事物通常都冠之以“绿色”。为了突出这类食品出自良好的生态环境，并能给人们带来旺盛的生命活力，因此将其命名为绿色食品。所以，绿色食品是指无污染的安全、优质、营养类食品。绿色食品有一系列要求，从产品到产地，从生产到加工都要保证标准；没有污染；注意保鲜；外包装讲究实际。绿色食品的标准：一是产品或产品原料的产地必须符合绿色食品的生态环境标准；二是农作物种植、畜禽饲养、水产养殖及食品加工必须符合绿色食品生产操作规程；三是产品必须符合绿色食品的质量和卫生标准；四是产品的标签必须符合《绿色食品标志设计标准手册》中的有关规定。此外，中国绿色食品分为 AA 级、A 级，前者要求极为严格，后者略微宽松，即在生产过程中允许限量使用限定的化学合成物质——只要这种污染不影响人们的健康。绿色食品是我国的提法，国外则把此类食品称作有机食品或生态食品。识别绿色食品和非绿色食品的主要区别之一是外包装上有绿色食品特殊标志，如图 1-2 所示。

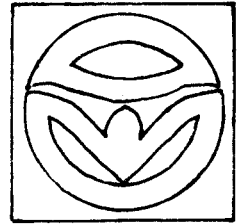


图 1-2 绿色食品标志

绿色食品标志是由太阳、叶片和蓓蕾组成图案。标志形状为圆形，意为保护和安全。标志和“绿色食品”四个字为绿色衬托的白色图案。另外，外包装上还同时印有商品标志、文字和批准号，并贴有中国绿色食品发展中心统一防伪标签，该标签上的编号应与产品包装上的编号一致。绿色食品的种类繁多，涉及到粮食、肉、蛋、鱼、蔬菜、水果、奶、酒、饮料、调料、罐头等，而非仅指蔬菜类。目前我国的绿色食品还未得到广大消费者的认可，主要是对绿色食品深远意义认识不够，同时其价格比同类食品高出 20%~30%，所以生产厂家积极性没有充分调动起来，而且商家的积极性也不高。绿色食品的生产仍停留在高成本、低产出的状态，在近期内还难以走进千家万户。但由于绿色食品是自然天成的“有色”食品，绿色、黑色、赤色、紫色等又具有大自然特征的原汁原味，对健体、防病、美容、抗衰有效果，从而满足了人们在饮食方面注重安全性、科学性和经济性的返朴归真、回归自然的消费要求。特别是 1996 年英国爆发的疯牛病危机，在整个欧洲引起了一场大恐慌，前后折腾了三年之久。在这场危机雨过天未晴之时，1999 年 5 月 28 日比利时又发生了“毒鸡事件”，涉及污染的食品有鸡、鸡蛋、牛肉、猪肉、牛奶及数以百计的衍生产品，成为继疯牛

病危机之后欧洲最大的一起食品污染案，其范围之广，影响之大，与前者相比有过之而无不及。而且经济损失巨大，由于“疯牛病”英国损失了 24.3 亿英镑；由于“毒鸡事件”比利时全国农场每天直接损失约 10 亿比利时法郎，其政府有关部门估计这次危机对出口的长远影响可能高达 3000 亿比郎。《自由比利时报》发表社论说，牛肉不能吃，猪肉不能吃，鸡和鸡蛋也不能吃，那么“今晚我们吃什么？”据比利时商店反映，这些食品的销售量下降了 2/3，而绿色食品商店则是生意兴隆，同时鱼的销售马上红火了起来，其价格上涨了 30%~40%。世界处在对食品不安全的恐怖感中。更重要的是，人们在吃上失去了安全感以后而对“放心肉”、“放心菜”的需求大大上升了。难怪现在“从土地到餐桌”的食品生产过程受到全程质量控制，号称安全无污染的“绿色食品”倍受青睐。绿色食品随着人们对它的认识深入、成本降低和生活水平的提高，必将成为 21 世纪饮食的主导而走入千家万户。

总之，食品是关系国计民生的重要商品，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藏技术这门科学，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。它比其他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，达到接近无菌状态，温度一般在 120℃ 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、啤酒和酱油及其他饮料等食品常采用巴氏消毒法。具体做法有两种：一种是在 60~65℃ 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 80~90℃ 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、降温和存放的条件。

### （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相对湿度 70% 左右，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

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射出的 $\gamma$ 射线照射食品后产生离子，杀死食品中微生物，而食品温度基本上不上升，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”。

至于所贮存的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《楚词》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《邺中记》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，早在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《马可波罗游记》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，美国人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藏迅速得到发展，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。食品冷藏技术，今天已经成为和人们生活息息相关的一门实用型科学技术了。

## 二、新中国成立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。新中国成立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藏技术和专用冷库，而且发展迅速。

总之，食品冷藏技术的不断发展，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的贡献。

## 第三节 食品冷藏技术的概念、内容及任务

### 一、食品冷藏技术的概念

食品冷藏技术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状态的保鲜冷藏工艺和冻藏工艺，从而维持其原有质量的一门低温保藏技术。

食品经过冷加工工艺，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、食品冷藏技术的内容

#### （一）食品的冷却和冷藏

##### 1. 食品的冷却

在冷库冷却间内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

即食品经过冷却后放在冷却物冷藏间（高温库）贮藏。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

在冷库冻结间内将食品的温度由常温或冷却后的温度降低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 $-15^{\circ}\text{C}$ 左右。

## 2. 食品的冻藏

即食品经过冻结后放在冻结物冷藏间（低温库）贮藏。它要求在维持食品冻结后最终温度下作长期贮藏，因为微生物和酶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外界周围空气的温度，一般使食品温度比外界气温低 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，以防止食品表面“出汗”，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，根据食品的用途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，确保食品的质量。

## 三、食品冷藏技术的任务

### （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，食品冷藏技术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或捕捞、加工、贮藏、运输、销售，直到消费前的各个环节都要处于适当的低温环境之中，以保证食品的质量，减少食品的损耗，防止食品的变质和污染。

食品冷藏链是由食品冷冻加工、冷冻贮藏、冷冻运输和冷冻销售四个方面构成。如图1-3所示。

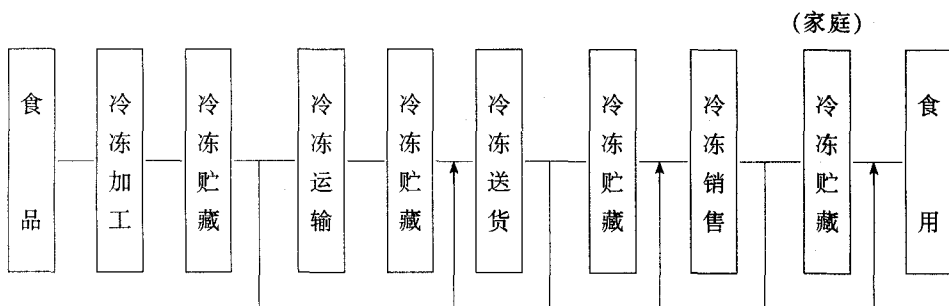


图1-3 食品冷藏链构成图

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与冰柜等。

总之，食品冷藏链是随着科学技术的发展，人类社会的进步，物质文明提高的需要而必须建立的一种体系。它贯穿着食品从生产到消费前的全过程，是把食品冷藏技术与科学组织管理相结合，将各个环节有机联系起来的一项有力措施。

## 第二章 食品的营养成分

食品的营养成分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。食品营养成分的生理功能如图 2-1 所示。

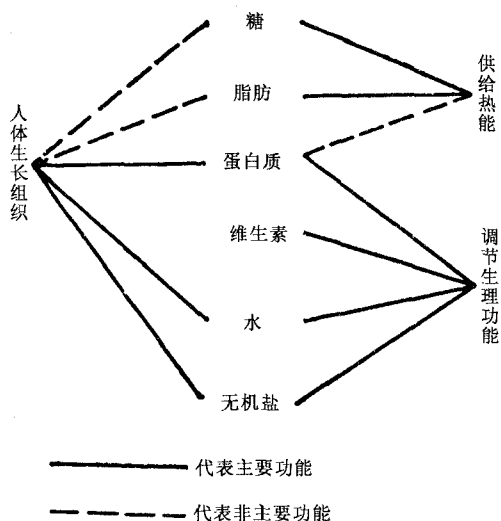


图 2-1 食品营养成分的生理功能

这些营养成分大部分是人体所必需的，但在冷加工过程中这些营养成分常常发生物理、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分及其变化是极为重要的。

### 第一节 蛋白质

蛋白质是构成生物体的基本物质。不论是简单的低等生物，还是复杂的高等生物，在它们机体内都有蛋白质的存在。

病毒、细菌、激素、植物和动物细胞原生质都是以蛋白质为基础的。人体和动物体内最重要的组成成分是蛋白质，蛋白质是建立肌肉、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。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和组织修复的需要。

一般成年人每天需要摄入 70~90g 蛋白质。如果蛋白质每天食入不足 50g 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，甚至危及生命。

植物体内蛋白质的含量相差悬殊。在新鲜植物组织中一般只有 0.5%~3%，在植物种子中达 15%，豆类种子含量最多，一般在 20%~40%。

蛋白质的种类尽管千差万别，但在酸、碱或酶作用下水解的最终产物都是氨基酸，所以氨基酸是组成蛋白质的最基本单位。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，才能满足机体正常生长和健康发育的需要。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。

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为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%。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%，大西洋沙丁鱼含 21%。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，而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% 的蛋白质。

蛋白质是结构非常复杂的高分子物质。蛋白质分子是由肽链组成的，至少含有一个自由氨基 ( $-\text{NH}_4^+$ ) 和一个自由羧基 ( $-\text{COO}^-$ )，它是同时具有酸性和碱性的两性化合物。因此，蛋白质具有两性解离、胶体性质、盐析作用、变性和凝固、水解作用等理化性质。

两性解离指蛋白质在碱性溶液中和酸一样解离而带负电荷，在酸性溶液中则和碱一样解离而带正电荷。当蛋白质分子上的正负电荷相等（净电荷为零）时，这时溶液的 pH 值称为蛋白质的等电点。

蛋白质是亲水胶体，其分子颗粒外面有许多亲水基团，如氨基、羧基及肽键等，在水溶液中皆能与水起水合作用。所以，蛋白质溶液是一种胶体溶液。

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。因为这些无机盐仅仅破坏了蛋白质分子外层的水化膜，蛋白质仍保持原来的结构和性质，用水处理即复溶解。