

本书是《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》中的一个分册。全书概括介绍了食品冷藏的基本原理,详细介绍了肉类、水产品、果蔬等食品的冷藏方法以及它们在冷藏过程中的变化,重点介绍了冷冻调理食品的加工技术。本书还介绍了国内外食品冷藏与速冻方面的先进技术、最新科研成果等。书中附有大量图表和复习题,以便帮助学生或其他读者更好地学习、掌握本书内容。

本书是编者在多年从事职业技术教育和食品冷藏以及速冻食品生产实践的基础上,为实现以就业为导向、以技术应用为特色、以食品冷藏技术为主线而编写的一本适用于中等职业学校食品加工技术、食品卫生检验、食品质量与安全等相关专业学生学习使用的教材。该书也适用于食品冷藏企业、速冻食品生产企业的从业人员培训或自学时使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品冷藏与速冻技术/隋继学主编. —北京:化学工业出版社,  
2007.6

中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-122-00403-1

I. 食… II. 隋… III. ①食品贮藏:制冷贮藏-专业学校-教材  
②食品贮藏:冻结贮藏-专业学校-教材 IV. TS205.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 062188 号

---

责任编辑:侯玉周  
责任校对:李林

文字编辑:宋薇  
装帧设计:郑小红

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印装:北京云浩印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张15 字数299千字 2007年6月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:23.00元

版权所有 违者必究

## 《中等职业学校食品类专业“十一五”规划教材》编委会

顾 问 李元瑞 詹耀勇

主 任 高愿军

副主任 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴 张春晖

委 员 高愿军 吴 坤 张文正 张中义 赵 良 吴祖兴

张春晖 刘延奇 申晓琳 孟宏昌 严佩峰 祝美云

刘新有 高 晗 魏新军 张 露 隋继学 张军合

崔惠玲 路建峰 南海娟 司俊玲 赵秋波 樊振江

## 《食品冷藏与速冻技术》编写人员

主 编 隋继学

副主编 张 娟 李昌文

参编人员 樊振江 付 丽 杜娟丽 张秀凤 张 雪

# 前 言

随着国民经济的发展和人民生活水平的不断提高，速冻食品以及食品冷藏技术日益受到人们的重视，尤其是速冻食品，近几年其贸易量以 10%~30% 的速度递增，速冻食品工业一跃成为当今世界上发展最快的食品工业之一。资料显示，目前世界速冻食品年总产量已达到一亿吨，品种已超过 3500 种。随着我国食品工业的不断发展和对外贸易的需要，对保持食品原有外观和质量的要求也越来越高。为适应速冻食品加工技术和食品冷藏技术发展的要求，满足各相关专业的需要，特编写《食品冷藏与速冻技术》中职教材。

本书概括介绍了食品冷藏的基本原理，详细介绍了肉类、水产品、果蔬等食品的冷藏方法以及它们在冷藏过程中的变化，重点介绍了速冻食品的加工技术。本书还介绍了国内外食品冷藏与速冻方面的先进技术、质量卫生标准以及最新研究成果等。书中附有大量图表和复习题，以便学生或其他读者能更好地学习、掌握本书内容。本书可供中等职业学校食品类专业师生学习使用，也适用于食品冷藏与速冻加工生产企业的工程技术人员、业务人员学习参考。

本书由郑州牧业工程高等专科学校隋继学任主编，负责制订编写大纲和各章节的统稿，漯河市食品工业学校张娟、郑州轻工业学院李昌文任副主编。郑州牧业工程高等专科学校付丽、杜娟丽、张秀凤、张雪，漯河市食品工业学校樊振江等参加了部分章节的编写工作。全书共十章，各章节编写人员是：第一章和第九章隋继学，第二章樊振江，第三章杜娟丽，第四章张娟、张雪，第五章张娟，第六章张秀凤，第七章付丽，第八章李昌文，第十章张雪。

本书由河南省食品科学技术学会秘书长、河南省食品工业科研所所长、高级工程师沈祥坤主审。

另外，本书在编写过程中，得到了河南思念速冻食品有限公司、郑州市食品公司、郑州亨利制冷设备有限公司等单位的大力支持，在此一并致谢！

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处，欢迎读者批评指正。

编者

2007 年 4 月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 食品冷藏与速冻行业发展概况 .....	1
第二节 食品冷藏与速冻的概念和内容 .....	5
<b>第二章 食品的化学成分与冷藏原理</b> .....	10
第一节 食品的化学成分 .....	10
第二节 食品变质的原因 .....	17
第三节 食品低温保藏的基本原理 .....	23
<b>第三章 食品的冷却冷藏</b> .....	28
第一节 食品的冷却介质 .....	28
第二节 食品的预冷与冷却 .....	32
第三节 食品冷却的方法 .....	36
第四节 食品的冷却冷藏 .....	41
<b>第四章 食品的冻结冷藏</b> .....	48
第一节 食品的冻结过程 .....	48
第二节 食品的冻结冷藏 .....	59
第三节 冻结食品的 T. T. T. 理论 .....	66
第四节 冻结食品的解冻 .....	69
<b>第五章 肉类食品的冷藏</b> .....	75
第一节 肉的组成及特性 .....	75
第二节 肉类的冷却冷藏 .....	85
第三节 肉类的冻结冷藏 .....	89
第四节 分割肉及副产品的冷加工 .....	96
第五节 肉类的质量控制 .....	97
<b>第六章 水产品的冷藏</b> .....	101
第一节 鱼类的营养及特性 .....	101
第二节 鱼类死后的变化及鲜度鉴评 .....	108
第三节 鱼的冷却冷藏和微冻保鲜 .....	114
第四节 鱼的冻结冷藏 .....	117
<b>第七章 果蔬的冷藏</b> .....	124
第一节 果蔬的化学组成及分类 .....	124
第二节 果蔬的冷却冷藏 .....	132
第三节 果蔬的气调储藏 .....	134
第四节 果蔬的速冻加工 .....	146

<b>第八章 冷冻调理食品加工技术</b> .....	155
第一节 冷冻调理食品概述 .....	155
第二节 面点类食品的速冻加工 .....	157
第三节 米制品类食品的速冻加工 .....	169
第四节 鱼肉制品类食品的速冻加工 .....	176
第五节 菜肴类食品的速冻加工 .....	183
第六节 油炸类食品的速冻加工 .....	189
<b>第九章 冷冻食品的质量管理</b> .....	198
第一节 冷冻食品的质量卫生标准 .....	198
第二节 冷冻食品的微生物及其控制 .....	207
第三节 冷冻食品的质量管理 .....	210
第四节 HACCP 在冷冻食品生产中的应用 .....	215
<b>第十章 食品冷藏链</b> .....	221
第一节 食品冷藏链发展概况 .....	221
第二节 食品冷藏链运输设备 .....	225
第三节 食品冷藏链销售设备 .....	228
<b>参考文献</b> .....	231

# 第一章 绪 论

随着人民生活水平的不断提高，人们对易腐食品的质量越来越重视。如何长久保持易腐食品的新鲜度和优良品质，尽量减少食品腐败变质造成的损失是亟待解决的课题。另外，近几年速冻食品的贸易量以每年10%~30%的速度递增，一跃成为当今世界上发展最快的食品工业之一。因此，学习、掌握食品冷藏技术和速冻食品加工技术，对于我国食品工业的发展具有重要意义。

## 第一节 食品冷藏与速冻行业发展概况

### 一、制冷与冷藏技术发展史

食品冷藏技术和速冻食品加工技术都离不开制冷技术。

制冷与冷藏技术在我国有悠久的历史。早在三千多年前，我国劳动人民就可以利用天然冷源来储藏食品。冬季采集冰雪储藏在冰窖里，夏季再取出来使用。如春秋时代的《诗经》上就有“凿冰冲冲，纳于凌阴”的诗句。“凌阴”为冰窖，管理冰窖的人为“凌人”。这是世界上关于采集、储存和使用天然冰的最早记录。

春秋战国时期，各国几乎都有藏冰房，用冰保存尸体。在生产力还很落后的奴隶社会，我国劳动人民就已经掌握了用冰制冷技术。

到了秦代，冰的使用进了一步。《艺文志》记载：“大秦国有五宫殿，以水晶为柱拱，内实以冰，遇夏开放”。可见，当时人们已经把冰用于空气调节了。

到了唐朝，天然冰雪作为冷源被广泛应用。《唐云仙杂记》：“长安冰雪，至夏月则价等全璧，惟白乐天以诗名动于闾阎，每需冰雪，论筐取之，不复偿值”。

元朝初年，意大利人马可·波罗（1254~1324）来到中国，居住了二十多年后，写出了著名的《马可·波罗游记》。这本书描写了当时中国社会的繁华兴盛，并把中国用冰保存鲜肉和制造冷食的技术带了回去，从而传遍了欧洲各地。

明朝时为把200多吨重的巨石搬运到故宫工地，就在沿路开凿了很多水井，人称“百步一井”。到了寒冷的冬季，人们提水浇路，形成冰道，把巨石拉到目的地。

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。可是，由于封建思想的束缚，我国此后的制冷技术、冷藏技术发展非常缓慢。美国、英国、法国、德国等国家却由此慢慢发展起来。

1834年，美国人波尔金斯发明了可液化气体的压缩式制冷机；1844年，美国人高里发明了空气循环式制冷机；1859年，法国人开利发明了氨水吸收式制冷系统，并申请了原理专利；1875年，法国人开利和德国人林德发明了以氨为制冷剂的蒸气压缩式制冷机。1876年，林德制造了他的第一台氨蒸气压缩式制冷机，并于1877年安装于一家啤酒厂，一直运行到1908年。

1880年起，美国开始大规模生产氨制冷压缩机。

1900年，美国、英国、德国等国家的制冷系统几乎均采用氨和二氧化碳为制冷剂。

1909年，法国人威斯汀在巴黎发明了蒸气喷射式制冷系统。

1910年，家用电冰箱问世，并于1917年作为商品投放美国市场，1918年开始大批量商业化生产。

1921年，瑞典人蒙特斯设计出了实用的低噪声电冰箱，并首次获得专利。

1930年，氟利昂制冷剂的使用和氟利昂制冷系统的出现，给制冷机的使用和制冷技术带来变革，也使食品冷藏技术进入了一个新阶段。从此，人工冷源开始代替天然冷源，使食品冷藏技术发生了根本性变革。

1939年，美国“通用电气公司”推出了世界上第一台双温电冰箱。

1945年，以水为制冷剂的溴化锂吸收式制冷机问世，并很快在大型空调领域中得到广泛推广应用。

1949年，热电冰箱在前苏联问世。

1949年10月，中华人民共和国成立。新中国的制冷技术、食品冷藏技术、速冻食品加工技术得到了前所未有的发展，从以下冷藏库容量的变化足以说明问题。

建国前，我国冷藏库总容量只有2.2万吨，还分布在上海、天津的租界，掌握在外国人手里。建国后，由于党和政府重视，我国的制冷与冷藏技术发展很快。截止到1983年底，全国仅商业系统冷藏库容量就达到220万吨。到1989年年底，国有冷藏库容量为388万吨。到1994年年底，全国冷藏库容量超过500万吨。目前，据不完全统计，我国冷藏库总容量已达800万吨。

改革开放以来，制冷与食品冷藏业是我国发展最快的行业之一。

## 二、速冻食品的发展概况

速冻食品因其具有营养、方便、卫生、经济等特点，发展相当迅速，也是我国发展最快的行业之一，我国的2010年远景规划已将其列为发展重点。

速冻食品最早起源于美国，始于1928年，迄今为止已有近80年的发展历史。但在很长的时间内，由于人们对速冻食品缺乏必要的认识，没有赢得更多的消费者，生产发展十分缓慢。直到第二次世界大战以后，速冻食品才迅速发展起来。

美国是世界上速冻食品产量最大、花色品种最多、人均消费量最高的国家，目

前速冻食品年总产量已超过 2000 万吨，品种近 3000 种。美国生产的预制食品（亦称调理食品）中，速冻食品占很大比重，从早餐、午餐、晚餐至各式快餐、点心、汤料、风味餐等，不下上千种。

欧洲市场也是世界速冻食品消费的主要市场，目前速冻食品的年消费量远超过 1000 万吨，年人均占有量近 30kg。丹麦是欧洲最大的速冻食品消费市场，年人均消费量已接近美国；英国在欧洲排名第二，年人均消费量 40 多千克。

日本是亚洲速冻食品消费的第一大市场，也是世界上速冻食品的第三大消费市场，年消费量已超过 300 万吨，其中煎炸食品和调理食品发展迅速，占全日本速冻食品总量的 75%。日本速冻食品花色品种繁多，多达 3100 种。在日本热销的速冻食品中有“中国风味”、“意大利风味”、“旧金山风味”等多种风味，并且日本的速冻食品很多是从中国传统的食品中加以工业化演变而成的。

由于速冻食品具有营养价值高、卫生好、方便等特点，正被世界各国特别是发展中国家的人民所接受，全球速冻食品市场总量逐年增加。目前已接近一亿吨，品种超过 3500 种。

最近几年，世界速冻食品的生产 and 消费方兴未艾，其增长速度高达 10%~30%，超过任何一种食品，美国、英国、日本等国家已形成从原料、加工、储藏、运输、销售到家庭食用的完整的食品冷藏链系统，保证了速冻食品的工业化和社会化。据有关资料介绍，速冻食品已成为世界上发展最快的食品，其销售量在发达国家将占全部食品的 60%~70%，从而取代了传统罐头食品的垄断地位，跃居加工食品的首位。

目前，国际上速冻食品每年人均消费前三名的国家依次是美国 79kg；丹麦 60kg；英国 40kg。亚洲速冻食品消费大国是日本，每年人均消费为 20kg。

我国的速冻食品开始于 20 世纪 70 年代。1973 年，北京、上海、青岛同时从日本引进螺旋式速冻装置。在北京，后来又研制了液态氮速冻隧道，但在这三十多年间的前十几年进展缓慢，其主要原因是速冻食品的价格偏高，其次是从生产到消费的冷藏链尚未形成。

1988 年后，随着改革开放的深入，消费者经济条件的改善，速冻食品才开始了一个真正的萌芽时期。以上海为例，1989 年底，上海只有 9 家企业生产速冻食品，年生产能力为 4000t，但实际只生产了 1000t。其中 2/3 出口，市销才 380t。到 1991 年，上海速冻食品厂发展到 17 家，年产量达 5000t。1992 年，年产量 4 万吨。1994 年生产企业达到 80 家，截止到 2005 年底已发展到近 200 家，生产的产品基本上包括了畜禽、水产、果蔬及面点四大类速冻食品中的数百个品种。

目前，上海市速冻食品的生产已走向正规化。凡是生产速冻食品的企业，必须先领取由上海市冷冻食品协会颁发的《速冻食品生产许可证》，才能组织生产、销售。

我国的速冻食品虽然比国外起步晚，但近几年发展较快。大城市的生产者已越

过了试探阶段，计划扩大再生产。而中小城市的生产者也不甘落后，他们也纷纷把目光投向了这一新兴的食品行业。

我国的速冻食品行业，尤其值得一提的是全国公认的速冻食品加工基地——河南省。河南省地处中原腹地，地理位置优越，自然资源丰富，劳动力过剩，交通便利，这一切都为发展河南省的速冻食品提供了得天独厚的条件。

据《中国经营报》报道，全国速冻食品市场每销售 10 个汤圆，其中就有 6 个出自河南；每销售 10 个饺子，其中就有 6 个来自郑州。由此可见，河南省的速冻调理食品已经在全国的速冻食品市场占有相当重要的地位。

2003 年 9 月 1 日，国家质检总局举行中国名牌表彰大会，全国 26 个行业的 138 家企业生产的 142 个品牌中的 153 个产品荣获 2003 “中国名牌产品”。其中，河南省速冻食品企业让人刮目相看，全国速冻行业的 5 个“中国名牌”，有 3 个牌子 5 个产品“花落河南”。这三家企业是郑州三全食品股份有限公司、河南思念食品股份有限公司、河南科迪食品集团股份有限公司。5 个产品分别是“三全”的汤圆、水饺，“思念”的汤圆、水饺，“科迪”的汤圆。

其实，河南省速冻食品的发展起步较晚，可发展速度很快。从 1992 年起到现在的十多年间，先后上马了五十多家速冻食品企业。经过这几年的竞争与发展，已有一部分厂家迅速发展壮大起来，成为闻名全国的速冻食品龙头企业。如三全、思念、科迪等企业的产品已远销全国二十多个省市，另有部分产品已出口到日本、美国、加拿大、东南亚等十几个国家和地区。还有一些起步较晚的新建企业，发展势头迅猛，如百晟、笑脸、胖哥、云鹤、真意、三色鸽、九头崖等速冻食品企业，已成为河南省速冻食品行业的生力军。但也有部分厂家因设备陈旧、工艺落后、产品单一、成本昂贵、资金缺乏、经营管理不善等因素退出了速冻食品市场。

速冻食品发展虽有很大的发展空间，但是竞争也很激烈，特别是一些传统产品如：汤圆、水饺、包子等，这些产品在我国速冻食品企业几乎都在生产，所以没有雄厚的资金支持和广告宣传，很难有大的发展。现在已有一些开明的厂商把重点放在新产品研发上，除保留一部分传统产品外，重点开发新产品。如南瓜饼、蔬菜饼、空心面、粽子、竹筒肉等，另辟蹊径，拓展发展空间。

我国生产的速冻食品，地方特色非常浓郁。如上海南翔的小笼包、天津的“狗不理”包子、北京的黑窝窝头、广州的云吞、沈阳的老边饺子、新疆的羊肉串、郑州的“三全凌”汤圆和“思念”的手工水饺、开封的“第一楼”灌汤包等，以上产品已经成为当地的特产而被人们竞相消费并引以自豪。

目前，我国的速冻食品无论在数量上，还是在品种上，都远不能满足快速发展的市场需求；其加工技术和国外相比差距也比较大；产品的保质期相对较短；前处理技术和解冻技术较为落后；冷藏链还不太完善；大多数速冻食品加工机械还依赖进口；很多产品没有包装——“裸售”上市，连锁经营超市的销售存在恶性竞价，经营不规范等。以上诸因素都不同程度制约着我国速冻食品的发展。

可喜可贺的是,国家有关部门已经认识到速冻食品发展的潜在危机,并着手制定和完善速冻食品生产、销售的有关政策、标准、制度等。对于散装速冻食品,国家强制性标准 GB 7718—2004《预包装食品标签通则》规定,预包装食品在大包装上必须注明食品名称、配料表、净含量、制造者名称、生产地址、保存期、储藏要求、执行标准等9项内容。2003年6月26日,国家质检总局宣布,我国将全面实施食品质量安全市场准入制度,完成米、面、油、酱油、醋等产品市场准入,全面启动肉制品、奶制品、方便食品、速冻食品、饮料等十大类食品市场准入制度。

食品质量安全市场准入制度包括三项具体制度。

(1)对食品生产企业实施生产许可证制度。对于具备基本生产条件、能够保证食品质量安全的企业,发放《食品生产许可证》,准予生产获证范围内的产品;未取得《食品生产许可证》的企业不准生产食品。这就从生产条件上保证了企业能生产出符合质量安全要求的产品。

(2)对企业生产的食品实施强制检验制度。未经检验或经检验不合格的食品不准出厂销售。对于不具备自检条件的生产企业强令实行委托检验。这项规定适合我国企业现有的生产条件和管理水平,能有效地把住产品出厂安全质量关。

(3)对实施食品生产许可制度的产品实行市场准入标志制度。对检验合格的食品要加印(贴)市场准入标志——QS标志,没有加贴QS标志的食品不准进入市场销售。这样做,便于广大消费者识别和监督,便于有关行政执法部门监督检查。同时,也有利于促进生产企业提高对食品质量安全的责任感。

据悉,国家质检总局计划用3~5年的时间全部完成食品市场准入制度的实施。

目前,全国拥有速冻食品生产企业2000余家,形成亿元销售量的冷冻食品企业约有50家,已形成十多个著名品牌,占到市场40%以上的份额,年产量约1500万吨,人均产量10kg,年增长速度达25%。据预测,到2010年,我国速冻食品将达到年产3000万吨,品种约1500余种,速冻食品的总产值约3600~4500亿元,将成为食品工业中举足轻重的支柱产业。展望未来,随着速冻食品市场的进一步规范与完善,我国速冻食品行业的发展将驶入一个良性循环的快车道。

## 第二节 食品冷藏与速冻的概念和内容

### 一、食品冷藏的含义

食品冷藏包括两个方面的含义。一是指食品储藏的温度低于环境温度但不低于食品汁液的冻结点,即食品内的水分不会结冰,这种冷藏叫做食品的冷却冷藏;二是指食品储藏在其温度远低于食品汁液的冻结点的环境里,一般储藏温度规定为 $-18^{\circ}\text{C}$ ,即食品内的大部分水分都结成了冰,这种冷藏叫做食品的冻结冷藏。如果

没有特别说明，食品的冷藏应该包括以上两个方面。

食品在进行冷藏时，应根据其种类不同而采用不同的冷藏温度。按照食品是否具有呼吸的生命特征来划分，可分为两大类。一类是具有呼吸作用的食物，如水果、蔬菜、各种禽蛋等，叫活性食品；另一类是不具有呼吸作用的食物，如水产品、肉类以及各种面点食品等，叫非活性食品。活性食品的储藏一般采用冷却冷藏法，非活性食品的储藏一般采用冷冻冷藏法。在日常生活中，人们经常把水果、蔬菜、鸡蛋等食品储藏在电冰箱的冷藏室，而把鱼类、家禽、肉类以及各种速冻面点食品等储藏在电冰箱的冷冻室，就是比较科学的食品储藏方法。

由于食品冷却冷藏的温度范围一般在 $0\sim 15^{\circ}\text{C}$ ，对于非活性食品来讲，也可以进行短期储藏。有时候人们把购买的肉类食品暂时存放在电冰箱的冷藏室，一般不会太长时间。少的几个小时，长的不过 $2\sim 3$ 天。因为储藏时间太长，这些非活性食品就会发生腐败变质而不能食用。

食品冷藏技术是一门运用人工制冷技术来降低食品温度，以达到长期储藏食品和加工食品的科学。它专门研究如何运用最适宜的低温条件使食品达到最佳的保鲜效果。食品冷藏技术有效解决了食品季节性生产与常年消费、均衡供应之间的矛盾，调剂了人民生活的需要。

## 二、食品冷藏的内容

不论冷却冷藏还是冻结冷藏，食品的冷藏都是在冷藏库内完成的。按照我国冷藏库的温度标准，温度在 $0^{\circ}\text{C}$ 左右的冷藏库为高温库，主要储藏活性食品；温度为 $-18^{\circ}\text{C}$ 的冷藏库是低温库，主要储藏非活性食品；温度为 $-23\sim -25^{\circ}\text{C}$ 的冷藏库是冻结库，主要是对非活性食品进行冻结。食品冷藏的内容主要包括以下三个方面。

### （一）食品的冷却与冷藏

#### 1. 食品的冷却

利用人工制冷技术将食品的温度由常温降到指定温度，但不低于食品汁液的冻结点，即不会使食品内的水分结冰。一般食品冷却后的温度在 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ ，食品具有较好的新鲜度。

#### 2. 食品的冷藏

食品冷却后的储藏，叫食品的冷却冷藏。对于冷藏企业来讲，一般是在高温冷藏库内进行的。高温冷藏库简称高温库，库内温度比较稳定，一般为 $0^{\circ}\text{C}$ 左右。人们常把高温库叫做恒温库，而专业上把高温库叫做冷却物冷藏间。

### （二）食品的冻结与冷藏

#### 1. 食品的冻结

利用人工制冷技术将食品的温度由常温降低到低于食品汁液的冻结点，使食品内

的大部分水分都结冰。一般食品冻结后的平均温度在 $-18^{\circ}\text{C}$ ，食品具有很好的硬度。

## 2. 食品的冷藏

食品冻结后的储藏，叫食品的冻结冷藏或冷冻冷藏。对于冷藏企业来讲，一般是在低温冷藏库内进行的。低温冷藏库简称低温库，库内温度一般为 $-18^{\circ}\text{C}$ 左右。专业上把低温库叫做冻结物冷藏间。

### (三) 食品的升温与解冻

#### 1. 食品的升温

高温库储藏的食品在出库销售前，要逐渐使其温度回升到接近环境温度。否则会因为食品与环境温差过大，形成冷凝水而加速食品的腐败变质。

#### 2. 食品解冻

低温库储藏的食品在食用或加工前，要使其温度升高到所要求的温度，以恢复冻结前的状态，获得最大的可逆性。

## 三、速冻食品

关于速冻食品的概念，国际上也没有一个统一的说法。一般来讲，就是将新鲜的原料或是成品利用速冻装置使其在 $-30^{\circ}\text{C}$ 或更低温度下进行快速冻结，使食品中心温度在30min内降低到平均温度为 $-18^{\circ}\text{C}$ 的过程。完成冻结的食品还要尽快包装、装箱，送入低温库进行冷藏。

需要说明的是国内很多企业生产的食品大多是在冷藏库冻结间或某些冻结装置生产出来的，冻结温度只有 $-23\sim-25^{\circ}\text{C}$ 或更高，不仅温度达不到要求，冻结时间也比较长，这样的食品只能称作慢冻食品。

速冻食品不仅要求在 $-18^{\circ}\text{C}$ 的低温库中储藏，在消费前的整个冷藏链中温度要求特别严格，冷藏运输、冷藏销售都需要专门的设备，而且温度都应稳定在 $-18^{\circ}\text{C}$ 左右。只有这样，才能保证速冻食品的质量。

目前，速冻食品已成为世界上发展最快的食品而跃居加工食品首位，市场对速冻食品的需求量仍逐渐加大，已经成为人们生活中不可缺少的一部分，为人们的生活带来了极大的方便。我们学习、研究速冻食品，应从以下几个方面重点考虑。

### (一) 发掘传统食品，扩大花色品种

我国是世界上食品种类最多的国家，不仅有许多闻名中外的传统名菜，而且有多数风味独特的地方小吃，关键是如何发掘利用，改造成速冻食品，并进行工业化生产。日本的速冻食品之所以发展这么快，品种这么多，与他们善于发掘各国的传统风味名吃有很大关系，在这一点上，我们要向日本学习，尽快把我国的传统食品发扬光大。

## （二）严格过程管理，狠抓产品质量

速冻食品行业是一个新兴行业，国家应加强指导、调控和管理，制定产业政策加以扶持，在政策法规、投资计划、产业布局等方面统筹规划，尽快制定全面的质量控制标准，严格实行标准化、规范化管理。有关部门应根据生产及销售的需求，尽快制定一系列产品标准和行业标准，建立健全标准生产体系和标准监督实施体系，最大限度地保证速冻食品的安全及卫生质量。

## （三）研究开发高效节能的速冻设备

在速冻食品生产过程中，速冻设备的工作状况直接影响到生产成本和企业的经济效益。精心操作管理固然能使整个系统高效运行，但高效节能的速冻设备既能使速冻设备达到最大的生产能力，又能达到规定的低温而保证冻品的质量。

我国生产的速冻设备，在系统优化方面与国外产品相比还存在一定差距，“大马拉小车”或“小马拉大车”的现象经常出现。因此，研究开发具有自主知识产权的高效节能的速冻设备也迫在眉睫。

## （四）建立完善速冻食品冷藏链系统

当前，限制我国速冻食品发展的一个重要因素就是流通领域的冷藏链发展极不完善，冷藏运输设备少，很多冷藏库达不到设计要求。由于速冻食品要求在 $-18^{\circ}\text{C}$ 或更低温度条件下储藏与运输，而相关的物流与其他销售企业一般不具备条件。另外，部分小企业受行业利润的驱动，不严格按照速冻食品的要求储藏与运输，产品以次充好，造成市场的无序竞争，消费者的安全得不到保证，最终制约了速冻食品行业的发展。因此，与速冻食品的发展相协调，应尽快建立完善速冻食品冷藏链系统。

## 本章小结

食品冷藏与速冻工业是世界上发展最快的工业之一。食品冷藏技术和速冻食品加工技术，都离不开制冷技术。制冷与冷藏技术在我国有着悠久的发展历史。新中国成立后，由于党和政府重视，我国的制冷技术、冷藏技术、速冻食品加工技术得到了前所未有的发展。通过对本章的学习，我们不仅要了解食品冷藏与速冻行业的发展历史、现状与趋势，还要了解食品冷藏与速冻行业存在的问题，掌握食品冷藏和速冻食品的概念及其研究内容，明确今后的任务，在减少食品浪费、提高食品质量等方面，为造福人类做出贡献。

## 复 习 题

1. 简述中国制冷与冷藏技术发展简史。

2. 简述世界制冷与冷藏技术发展简史。
3. 为什么说食品冷藏与速冻行业是世界上发展最快的行业之一？
4. 食品冷藏包括哪两个方面的含义？
5. 食品冷藏研究的内容有哪些？
6. 简述我国速冻食品的发展概况。
7. 简述国际速冻食品的发展概况。
8. 速冻食品的概念是什么？
9. 我国速冻食品的发展存在哪些问题？应如何解决？

## 第二章 食品的化学成分与冷藏原理

我国的食品资源极为丰富，种类繁多。按照原料来源划分不外乎两大类，即植物性食品和动物性食品；按其性质及状态也分为两大类，即活性食品和非活性食品；按其营养成分也分为两大类，即碱性食品和酸性食品。近年来我国食品发酵专家秦含章同志较为系统地提出的我国食品分类，是值得参考和推广的。他将食品分为七大类，即农产品、园产品、畜产品、水产品、林产品、土产品和发酵产品。无论食品怎样分类，了解其化学组成和腐败变质的原因，有助于我们更好地掌握食品储藏的方法，更大限度地保持其营养价值。

### 第一节 食品的化学成分

食品的化学成分可分为有机物和无机物两大类。有机物主要有蛋白质、糖类、脂肪、维生素；无机物主要指矿物质和水。在食品的各种成分中，有许多对人类营养具有重要意义的物质，即蛋白质、糖类、脂肪、维生素、矿物质和水。这些营养物质在被人体吸收后，对人体健康具有不同的功能。

概括地说，食物在体内的功能主要有三点：

- (1) 构成各种新细胞、新组织 以补充人体消耗和破坏了旧细胞、旧组织。
- (2) 供给人体热能 人的体温能经常保持在 37℃ 左右，其热量就是由食物在身体里进行化学变化时提供的。
- (3) 调节生理机能 人的心脏有规律的跳动、肌肉的伸缩、血液的流动等生理机能，都需要通过从食物中摄取的各种营养物质来调节。

食品中的营养成分大都是由碳、氢、氧、氮、磷、硫、钾、钠、钙、镁、碘和铁 12 种化学元素组成。为有利于今后在食品加工中更趋合理地开发新产品，现将主要营养物质的相关知识介绍如下。

#### 一、蛋白质

蛋白质是一类复杂的高分子含氮化合物，它是一切生命的基础，约占人体固体成分的 45%。蛋白质分子的基本构成单位是氨基酸，常见的有二十几种。根据氨基酸的生理作用，可以分成如下两类。一类是人体本身不能合成，或合成不足，必

须由食物供给的，称为“必需氨基酸”。如：缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、色氨酸。此外，组氨酸、精氨酸对婴幼儿生长也是必要的。当食物中任何一种必需氨基酸缺乏或不足时，即可造成体内氨基酸的不平衡，使机体生理机能失常，生长停滞，发生疾病。另一类也是人体需要的，但能够在体内合成，不一定通过食物直接供给，称为“非必需氨基酸”。

蛋白质的种类，有完全蛋白质（乳类、蛋类、大豆、瘦肉等食品中的蛋白质），半完全蛋白质（米、麦、土豆、干果等食品中的蛋白质）和不完全蛋白质（玉米、豌豆、肉皮、蹄筋等食品中的蛋白质）。蛋白质的生理价值（又称生物价）是衡量蛋白质被人体利用程度的重要指标，见表 2-1。简单地说，就是从食物中摄取的蛋白质能在体内存留或能代替被破坏的肌肉蛋白质的百分数，实际上也就是蛋白质的营养价值。

表 2-1 部分蛋白质的生物价

蛋白质来源	蛋白质生物价	蛋白质来源	蛋白质生物价
小麦	67	核桃	56
白面	52	芝麻	71
稻米	77	大白菜	76
玉米	60	土豆	67
小米	57	鸡蛋(全)	94
高粱	56	鸡蛋白	83
大豆(熟)	64	鸡蛋黄	96
大豆(生)	57	牛奶	85
绿豆	58	猪肉	74
豆腐	65	鱼	72
花生(熟)	59	牛肉	69
芸豆	58		

蛋白质的生理价值主要依其所含的氨基酸的种类和数量而定。凡是含必需氨基酸种类完全、数量充足、比例适当的蛋白质，其生理价值就较高。但与食用方法也有关系，如两种以上食物混合食用，可提高食物中蛋白质的营养价值，起到互补作用。

蛋白质的功用主要是构成细胞，进行新陈代谢，调节生理机能等。我们身体的皮、肉、血和内脏器官以及头发、指甲等主要是蛋白质构成的。酶、激素和抗体的主要组成部分也是蛋白质。人体经常消耗的蛋白质必须由食物来补充。食物中的蛋白质经消化成氨基酸后被人体吸收。如果人体长期缺乏蛋白质，就会有疲倦、体重下降、肌肉萎缩，甚至出现营养不良性水肿、贫血等症状。由于蛋白质供给不足，血液蛋白质含量降低，身体的抵抗力相应降低，还容易发生疾病。

成年人每千克体重每日至少应摄入 1g 蛋白质；处于生长期的儿童、怀孕及哺乳期的妇女、伤口愈合期及病愈疗养期的人以及从事重体力劳动或剧烈运动的人所需要的蛋白质更多些。

## 二、脂肪

脂肪就是动物和植物中所含的油脂，是由各种不同的脂肪酸及甘油形成的化合物，组成元素是碳、氢、氧三种元素。根据脂肪成分的不同，又可分为真脂及类脂。真脂是各种高级脂肪酸的甘油酯（即油脂），如花生油、香油、猪油、牛油以及羊油等属真脂；类脂包括磷脂、固醇脂和蜡等。而食品中所含的油脂主要成分为各种脂肪酸与甘油酯组成的脂类混合物。

### 1. 脂肪的功能

（1）供给热能。脂肪在体内氧化后变成二氧化碳和水，放出热量，是身体内能量的重要来源，对重体力劳动的人尤为重要。

（2）构成组织。脂肪是构成身体细胞的重要成分之一，尤其是脑神经、肝脏、肾脏等重要器官中含有很多脂肪。脂肪在体内储存，还能保护和固定体内器官，起到一种润滑作用，防止器官间的摩擦。

（3）调节生理机能。脂肪有保持体温的作用。这是因为脂肪不是良好的导热体，所以皮下的脂肪组织构成保护身体的隔离层，能防止体温的放散。胖人的身体脂肪多，所以冬天不怕冷，而夏天怕热。

### 2. 脂肪的来源

在动物性食品中有猪油、牛油、羊油、黄油及奶油等。在植物性食品中有豆油、花生油、菜籽油、茶油、棉籽油、葵花子油、香油、核桃油和松子油等。植物性油脂较动物性油脂熔点低，容易被人体吸收；动物性油脂中则以黄油、奶油、鱼肝油为最好，均含有维生素 A 和维生素 D。

## 三、糖类

组成糖类的元素有碳、氢、氧三种，按其分子结构不同可分为单糖（如葡萄糖）、双糖（如蔗糖、乳糖）、多糖（如淀粉、纤维素、果胶物质）等。以上各种糖类，除纤维素和果胶物质外，都能被人体吸收利用。但各种糖类，都必须首先转变成单糖（主要是葡萄糖）后，才能被吸收利用。

糖类是人体中所需热能的最重要的来源，是构成神经与细胞的主要成分。成人按体重计算每千克约需 4~6g，劳动强度大的需要得更多些。另外人体内的代谢，也必须有足够的糖类来参加，因为糖类能够帮助脂肪在体内彻底氧化，否则，脂肪氧化不完全时会形成一种叫“酮体”的有害物质，能够给人的健康带来不利影响。

动物类食物含糖量较少，约占其干重的 2%；而植物类食物含糖较多，约占其干重的 80%。五谷杂粮、豆类、根茎类食物含糖类都很丰富。