

中等商业学校试用教材

# 食品冷加工工艺

刘学浩 编著

中国展望出版社

中等商业学校试用教材

# 食品冷加工工艺

刘学浩 编著

中国展望出版社

一九八三年十月

## 内 容 简 介

本书力求贯彻理论联系实际的原则，并根据食品冷藏技术的发展概况，力图反映国内外食品冷加工的新技术、新工艺和新方法。

全书共分十章。1—4章是食品冷加工的基础理论部分，除扼要地对食品的营养成分及其冷藏原理作了适当的介绍外，对食品的冷却、冻结、冷藏、升温、解冻以及干缩损耗等知识作了较详尽的阐述。5—9章着重介绍了肉类、禽兔类、鱼类、蛋类和果蔬类等食品的冷加工工艺技术和确保食品质量的冷藏方法。第十章介绍了冷库的工艺管理知识。书末附有一些有关的数据资料，供学习和工作中参考。

### 食品冷加工工艺

刘学浩 编著

中国展望出版社出版

(北京西城区太平桥大街4号)

北京朝阳区晨星印刷厂印刷

北京新华书店发行

---

开本787×1092毫米1/32 14.75印张 插页1

320千字 1983年10月北京第1版

1983年10月第1次印刷 1—31,000册

---

统一书号，15271·014 定价：1.30元

## 编 审 说 明

本书在商业部教育司和中国食品公司组织领导下，由山东省商业学校负责编写。经我部审定，可作全国中等商业学校、技工学校制冷专业试用教材，也可供从事冷库制冷企业的干部、职工培训和自学，及有关专业的师生、技术人员参考。

本书由山东省商业学校制冷教研室刘学浩编著，中国食品公司汪镇荪工程师主审。

本书在编写过程中，曾得到中国食品公司张孝若工程师、中国制冷学会麦嘉穗高级工程师、北方交通大学孙桂初副教授、北京市食品研究所王英若高级工程师、黑龙江商学院阎连吉讲师、天津商学院林光云讲师、河北水产学校周志云讲师、山东省粮油食品进出口公司王佐瑞工程师、南京肉联厂李必贤工程师、山东省食品公司苏保富助理工程师等同志的支持，并提出了书面意见和参加审稿会，在此谨表谢意。

鉴于各校的具体情况，讲课内容可作适当取舍。对舍去的内容，可留作学生课外自学，以弥补知识的不足而有利于今后的工作。

欢迎读者提出意见。

中华人民共和国商业部  
教材编审委员会

一九八三年十月

# 目 录

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>第一章 绪论</b> .....      | (1)  |
| 第一节 导言.....              | (1)  |
| 第二节 我国食品冷藏事业的发展概况.....   | (2)  |
| 第三节 食品冷加工工艺的内容及其任务.....  | (3)  |
| <b>第二章 食品的营养成分</b> ..... | (5)  |
| 第一节 蛋白质.....             | (6)  |
| 一、完全蛋白质.....             | (8)  |
| 二、半完全蛋白质.....            | (8)  |
| 三、不完全蛋白质.....            | (8)  |
| 第二节 糖.....               | (10) |
| 一、单糖.....                | (11) |
| 二、双糖.....                | (11) |
| 三、多糖.....                | (12) |
| 第三节 脂肪.....              | (14) |
| 第四节 维生素.....             | (15) |
| 一、脂溶性维生素.....            | (15) |
| 二、水溶性维生素.....            | (17) |
| 第五节 酶.....               | (22) |
| 一、酶的概念.....              | (22) |
| 二、酶的特性和影响酶作用的主要因素.....   | (22) |
| 三、酶的名称.....              | (24) |
| 四、酶的分类.....              | (24) |

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 第六节 水和无机盐·····                    | (25)        |
| 一、水·····                          | (25)        |
| 二、无机盐·····                        | (28)        |
| <b>第三章 食品微生物学一般知识的概述·····</b>     | <b>(31)</b> |
| 第一节 食品微生物与人类的关系·····              | (31)        |
| 第二节 微生物的形态、构造和繁殖·····             | (32)        |
| 一、细菌·····                         | (32)        |
| 二、霉菌·····                         | (35)        |
| 三、酵母菌·····                        | (36)        |
| 第三节 微生物的营养和呼吸·····                | (37)        |
| 一、微生物的营养·····                     | (37)        |
| 二、微生物的呼吸·····                     | (41)        |
| 第四节 影响微生物生长发育的环境条件·····           | (43)        |
| 一、物理因素对微生物的影响·····                | (44)        |
| 二、化学因素对微生物的影响·····                | (49)        |
| <b>第四章 食品冷加工工艺的基础理论和专用设备·····</b> | <b>(56)</b> |
| 第一节 食品变质的原因·····                  | (56)        |
| 一、微生物作用·····                      | (56)        |
| 二、酶的作用·····                       | (57)        |
| 三、氧化作用·····                       | (58)        |
| 四、呼吸作用·····                       | (58)        |
| 五、机械损伤·····                       | (59)        |
| 第二节 低温贮藏食品的基本原理·····              | (60)        |
| 一、食品的冷藏原理·····                    | (60)        |
| 二、低温对食品内微生物的影响·····               | (62)        |
| 三、低温对果蔬的呼吸作用影响·····               | (63)        |
| 第三节 食品的主要物理特性·····                | (65)        |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 一、食品的比重                  | (65)  |
| 二、食品的比热                  | (65)  |
| 三、食品的焓值                  | (67)  |
| 四、食品的导热性                 | (76)  |
| 五、食品的冻结点                 | (77)  |
| 第四节 食品的冷却                | (84)  |
| 一、食品冷却的目的                | (84)  |
| 二、食品冷却过程中的热交换            | (84)  |
| 三、食品的冷却时间                | (87)  |
| 第五节 食品的冻结                | (89)  |
| 一、食品冻结的原理                | (89)  |
| 二、食品产生冰结晶的条件             | (89)  |
| 三、食品的冻结水量                | (91)  |
| 四、食品冻结的温度曲线和最大冰<br>结晶生成带 | (93)  |
| 五、食品冻结过程中的热交换            | (94)  |
| 六、食品冻结时冰结晶的大小及分布情况       | (97)  |
| 七、食品的冻结时间                | (99)  |
| 八、食品冻结时的耗冷量              | (105) |
| 九、加速食品冷加工过程的方法           | (106) |
| 第六节 食品冷加工的专用设备           | (107) |
| 一、食品的冷却装置                | (107) |
| 二、食品的冻结装置                | (108) |
| 第七节 食品的冷藏                | (118) |
| 一、食品冷藏的目的                | (118) |
| 二、食品冷藏应遵守的条件             | (118) |
| 三、冷却物冷藏间的要求              | (119) |

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| 四、冻结物冷藏间的要求 .....                                               | (120) |
| 五、食品冷藏期限的计算公式 .....                                             | (120) |
| 六、食品在冷藏过程中的冷藏时间、冷藏<br>温度与食品质量的关系 (即 $T_r$ 、 $T_f$ 理论的介 绍) ..... | (121) |
| 第八节 食品的升温与解冻 .....                                              | (130) |
| 一、冷却食品升温的目的 .....                                               | (130) |
| 二、冷却食品的升温工作 .....                                               | (130) |
| 三、冻结食品解冻的目的 .....                                               | (130) |
| 四、冻结食品解冻的要求 .....                                               | (131) |
| 五、冻结食品的解冻方法 .....                                               | (131) |
| 第九节 食品在冷加工过程中的干缩损耗 .....                                        | (140) |
| 一、食品的干耗 .....                                                   | (140) |
| 二、食品在冷加工过程中产生干耗的原因 .....                                        | (140) |
| 三、食品在冷加工过程中的干耗情况及其<br>计算公式 .....                                | (143) |
| 四、减少食品在冷藏过程中干耗的措施 .....                                         | (145) |
| <b>第五章 肉类的冷加工工艺</b> .....                                       | (152) |
| 第一节 肉类的组成结构和特性 .....                                            | (152) |
| 一、肉类的营养价值及其组成结构 .....                                           | (152) |
| 二、肉类的成熟和腐败 .....                                                | (157) |
| 三、国家规定的肉类卫生标准 .....                                             | (162) |
| 第二节 肉类的冷却 .....                                                 | (165) |
| 一、肉类冷却的目的 .....                                                 | (165) |
| 二、肉类的主要冷却方法和要求 .....                                            | (165) |
| 三、国内外的肉类冷却工艺 .....                                              | (167) |
| 四、肉类在冷却过程中的变化 .....                                             | (174) |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 五、减少肉类冷却干耗的方法——乙酰化单甘油喷溅法 ..... | (177) |
| 第三节 肉类的冻结 .....                | (178) |
| 一、肉类冻结的目的 .....                | (178) |
| 二、肉类的冻结速度、冻结方法和冻结要求 .....      | (179) |
| 三、肉类的两阶段冻结工艺 .....             | (180) |
| 四、肉类的直接冻结工艺 .....              | (180) |
| 五、肉类在冻结过程中的变化及与质量的关系 .....     | (185) |
| 六、冻结肉的营养价值 .....               | (188) |
| 第四节 肉类的冷藏 .....                | (192) |
| 一、冷却肉的冷藏条件 .....               | (192) |
| 二、国外延长冷却肉贮藏期的方法 .....          | (193) |
| 三、冷却肉在冷藏期间的变化 .....            | (196) |
| 四、冻结肉的冷藏条件 .....               | (198) |
| 五、国外延长冻结肉贮藏期的方法 .....          | (199) |
| 六、冻结肉在冷藏期间的变化 .....            | (200) |
| 第五节 分割肉的冷加工工艺 .....            | (203) |
| 一、冷加工分割肉的意义 .....              | (203) |
| 二、猪分割肉的品名、技术条件和要求 .....        | (205) |
| 三、猪分割肉的冷加工工艺 .....             | (206) |
| 第六节 牲畜副产品的冷加工工艺 .....          | (209) |
| 一、牲畜副产品的营养组成和用途 .....          | (210) |
| 二、食用副产品的冷加工工艺 .....            | (210) |
| 三、脏器药品原料的冷加工工艺 .....           | (212) |
| 第七节 肉制品的冷藏工艺 .....             | (212) |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| 一、腌制肉的冷藏工艺 .....             | (213)        |
| 二、灌肠与腊肉的冷藏工艺 .....           | (214)        |
| <b>第六章 家禽、家兔的冷加工工艺 .....</b> | <b>(216)</b> |
| 第一节 禽、兔肉的组成和特性 .....         | (216)        |
| 一、禽、兔肉的营养价值 .....            | (216)        |
| 二、禽、兔肉的结构 .....              | (220)        |
| 三、禽、兔肉的成熟和腐败 .....           | (220)        |
| 四、国家规定的鲜鸡肉、鲜兔肉卫生标准 .....     | (221)        |
| 第二节 家禽、家兔的冷加工工艺 .....        | (223)        |
| 一、家禽的冷加工工艺 .....             | (223)        |
| 二、家兔的冷加工工艺 .....             | (229)        |
| <b>第七章 鱼类的冷加工工艺 .....</b>    | <b>(233)</b> |
| 第一节 鱼类的营养价值及其特性 .....        | (233)        |
| 一、鱼类的营养价值 .....              | (233)        |
| 二、鱼类的物理特性 .....              | (236)        |
| 第二节 鱼类死后的变化 .....            | (238)        |
| 一、体表继续分泌粘液 .....             | (238)        |
| 二、死后僵硬 .....                 | (239)        |
| 三、成熟阶段 .....                 | (239)        |
| 四、自溶作用 .....                 | (239)        |
| 五、腐败变质 .....                 | (240)        |
| 第三节 鱼类的冷却 .....              | (242)        |
| 一、鱼类冷却的目的 .....              | (242)        |
| 二、鱼类冷却的方法 .....              | (242)        |
| 第四节 鱼类的冻结 .....              | (248)        |
| 一、鱼类冻结前的清洗和整理工作 .....        | (248)        |
| 二、鱼类的冻结方法和在冻结时的变化 .....      | (250)        |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 三、冻鱼的脱盘和包冰衣 .....         | (253) |
| 第五节 鱼类的冷藏和解冻 .....        | (254) |
| 一、冻鱼冷藏的基本要求 .....         | (254) |
| 二、冻鱼在冷藏中的变化 .....         | (255) |
| 三、冻鱼的解冻 .....             | (256) |
| 第六节 几种水产品的冷加工工艺 .....     | (257) |
| 一、冻无头对虾（一级品） .....        | (257) |
| 二、冻对虾仁（包括带尾虾仁） .....      | (259) |
| 三、冻蛭肉 .....               | (260) |
| 四、冻墨鱼片 .....              | (261) |
| <b>第八章 鲜蛋的冷加工工艺</b> ..... | (263) |
| 第一节 鲜蛋的构造及其营养价值 .....     | (263) |
| 一、鲜蛋的构造 .....             | (263) |
| 二、鲜蛋的营养价值 .....           | (267) |
| 第二节 鲜蛋的变质和质量的鉴别 .....     | (270) |
| 一、鲜蛋的腐败变质 .....           | (270) |
| 二、鲜蛋质量的鉴别 .....           | (272) |
| 三、国家规定的鲜蛋卫生标准 .....       | (276) |
| 第三节 鲜蛋的冷却和冷藏工艺 .....      | (277) |
| 一、鲜蛋冷却前的挑选和整理工作 .....     | (277) |
| 二、鲜蛋的冷却 .....             | (278) |
| 三、鲜蛋的冷藏工艺 .....           | (279) |
| 四、鲜蛋在冷藏过程中的变化 .....       | (285) |
| 第四节 冰蛋的冷加工工艺 .....        | (290) |
| 一、冰蛋生产的加工工艺 .....         | (291) |
| 二、冰蛋的冷加工工艺 .....          | (292) |
| <b>第九章 果蔬的冷加工工艺</b> ..... | (294) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第一节 果蔬的营养成分和分类分 .....         | (294) |
| 一、果蔬的营养成分 .....               | (294) |
| 二、果蔬的分类 .....                 | (301) |
| 第二节 果蔬的呼吸作用及冷加工对 .....        |       |
| 它的影响 .....                    | (303) |
| 一、果蔬是有生命活动能力的食品 .....         | (303) |
| 二、果蔬的呼吸作用 .....               | (303) |
| 三、影响果蔬呼吸作用和产生乙烯 .....         |       |
| 过程的因素 .....                   | (308) |
| 第三节 果蔬的冷却 .....               | (309) |
| 一、果蔬的采集、分级和包装 .....           | (309) |
| 二、果蔬入库前的准备工作 .....            | (311) |
| 三、果蔬的冷却 .....                 | (312) |
| 第四节 果蔬的冷藏工艺 .....             | (315) |
| 一、冷藏温度与相对湿度 .....             | (315) |
| 二、果蔬在冷藏过程中的变化 .....           | (317) |
| 三、冷藏果蔬在出库前的升温 .....           | (321) |
| 四、几种果蔬的冷藏工艺 .....             | (322) |
| 第五节 果蔬的气调贮藏 .....             | (325) |
| 一、气调贮藏的原理和方法 .....            | (325) |
| 二、气调贮藏的果蔬品种和效果 .....          | (329) |
| 第六节 国内外气调贮藏果蔬的方式与实例 .....     | (334) |
| 一、塑料薄膜气调贮藏 .....              | (334) |
| 二、气窗薄膜冷藏集装箱贮藏 (气调集装箱贮藏) ..... | (346) |
| 三、气调冷库 .....                  | (347) |
| 第七节 果蔬的减压冷藏法 (低压气调贮藏)         |       |

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| 藏法) .....                                | (351) |
| 一、减压冷藏原理 .....                           | (351) |
| 二、一般减压冷藏果蔬的要求条件及作法 .....                 | (352) |
| 三、减压冷藏法的优缺点 .....                        | (352) |
| 第八节 果蔬的速冻工艺 .....                        | (354) |
| 一、果蔬速冻的生产操作工艺及其原理 .....                  | (354) |
| 二、几种果蔬的速冻工艺 .....                        | (363) |
| <b>第十章 冷库的工艺管理</b> .....                 | (368) |
| 第一节 冷库的卫生管理 .....                        | (368) |
| 一、冷库的卫生和消毒 .....                         | (368) |
| 二、食品的卫生质量检验和冷库内清除<br>异味及灭鼠的方法 .....      | (375) |
| 第二节 冷库的库房管理 .....                        | (380) |
| 一、正确使用冷库, 保证安全生产 .....                   | (380) |
| 二、加强管理工作, 确保商品质量 .....                   | (384) |
| 三、合理码垛, 提高库房利用率 .....                    | (388) |
| 第三节 冷库内相对湿度的测量及其<br>运输工具的介绍 .....        | (393) |
| 一、相对湿度的测量 .....                          | (393) |
| 二、冷库内的运输工具介绍 .....                       | (405) |
| <b>附录</b> .....                          | (408) |
| 附录(一)、常用食物成分表 .....                      | (408) |
| 附录(二)、冷库中肉类和肉制品冷加工时的<br>自然损耗标准(苏联) ..... | (428) |
| 附录(三)、聚合薄膜包装的冻结禽肉自然损耗<br>暂行标准(苏联) .....  | (442) |
| 附录(四)、冻结鱼类时的自然损耗 .....                   |       |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 标准 (苏联) .....                | (442) |
| 附录(五)、肉和肉制品冷藏规范 (苏联) .....   | (444) |
| 附录(六)、鱼和鱼制品的冷藏规范 (苏联) .....  | (446) |
| 附录(七)、几种 海洋鱼的冷藏规范 (苏联) ..... | (448) |
| 附录(八)、蛋和蛋制品的冷藏规范 (苏联) .....  | (448) |
| 附录(九)、国际单位制的介绍 .....         | (449) |

# 第一章 绪 论

## 第一节 导 言

中国有句古话，叫做“民以食为天”。它说明了人类赖以生存的物质基础。人是离不开食品的。人们通过食品来吸取身体所必须的各种营养物质（营养素），以供给人体正常的生长发育和从事各种社会活动的需要。

食品按其来源可分为两大类：动物性食品（包括肉、禽、兔、鱼、蛋、乳及动物脂肪等）和植物性食品（包括谷类、蔬菜、水果、糖及植物油等）。这些食品都含有人体需要的营养素。根据科学家统计，人在整个一生中所必须的营养物质，约有水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。这也就是说，人的饮食量超过人体重量的一千倍。可见，食品的营养素对人体的健康是十分重要的。

食品的营养价值在很大程度上取决于它的原始原料——肉、禽、兔、鱼、蛋、水果、蔬菜等食品的质量。目前，国内外对食品采用冷加工的方法来低温贮藏食品，就能在一定的时期内保持食品原有的营养、风味、鲜度和质量。它比其它各种保藏方法（干制法、熏制法、盐腌法、罐藏法、醋渍法等）都有效而优越得多，在我国已被广泛地使用。

总之，食品是关系国计民生的重要商品。但是，由于食品大多是易腐、易变、易损的鲜活商品，这就要求学习和掌

握食品冷加工工艺这门科学知识，使食品经营管理工作搞得更好，造福于人民。

## 第二节 我国食品冷藏事业的发展概况

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为自己服务，在冬季采集天然冰贮藏在冰窖里，到夏季再取出来使用。

如春秋时代的诗歌总集《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，从当时和稍后的文学家的著作中，可以看出不外是作冷却食品、室内降温 and 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”。可见那时已把冰雪用于空气的调节了。到了唐朝，冰的应用更为普遍，出现了“长安冰雪，至夏月则价等全璧”的情况。在明朝、清朝的北京故宫内有一个很大的地窖，都是作冷藏食品之用。那时窖中摆满了大坛子，内盛食物，外边堆着冰，这座冰窖至少使用了五百多年。

我国农民至今还利用地窖、窑洞等在冬季引进室外天然冷源来贮存水果、蔬菜及粮食等，积累了大量的经验。由于窖内的温度低，延长了贮存期，保持了质量。据专家品评，一些窑洞内所存的水果，在相同的贮存期内，其质量和贮存在

现代人工制冷的库房中几乎一样。

但是，两千年的封建制度，阻碍了中国科学技术的进一步发展，使人工制冷技术在我国处于停滞状态。解放前，我国的制冷事业是一个空白点。当时，在引进外国技术及设备的情况下，才在哈尔滨、上海、天津、汉口及南京等几个城市陆续建成了一些冷库及制冰厂，冷库总容量不过3万吨。

解放后，我国的制冷事业得到了迅速的发展，从1954年起便开始自制制冷机器及设备，在一些大、中专院校开设制冷专业课程。到了1964年，我国的制冷机器及设备便已全部自给，也能够自行解决有关冷藏方面的技术问题。如今，随着国民经济的发展，人民生活水平的提高，我国的食物冷藏事业有了飞速发展。三十多年来，商业、外贸、水产、轻工等系统的冷库都有了较大的发展。到1982年，全国冷库总容量达到了200万吨左右。随着农牧业生产的发展，我国的冷库容量还将不断地增加。

### **第三节 食品冷加工工艺的内容及其任务**

食品冷加工工艺就是利用人工制冷的手段把易腐的食品经过冷却、冻结并加以冷藏。这样在低温条件下，能抑制使食品腐败变质的微生物等的活动，从而使食品得以长期保藏，并能维持其原有的质量、营养、风味和鲜度。解决了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。

食品冷加工工艺包括以下几个内容：食品的冷却、冻结、冷藏、升温和解冻。

冷却：是将食品的温度降低到指定的温度，但不低于食