

# 冷冻方便食品加工 技术及检验

张文叶 主 编  
毛多斌 刘延奇 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

# (京) 新登字 039 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

冷冻方便食品加工技术及检验/张文叶主编. —北京:  
化学工业出版社, 2005. 2

ISBN 7-5025-6488-8

I. 冷… II. 张… III. 冷冻食品: 预制食品-食品  
加工 IV. TS205. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 136119 号

---

冷冻方便食品加工技术及检验

张文叶 主 编

毛多斌 刘延奇 副主编

责任编辑: 陈 蕾 郭乃铎

责任校对: 王素芹

封面设计: 潘 峰

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 15 $\frac{3}{4}$  字数 421 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6488-8/TS·231

定 价: 32.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 序

进入 21 世纪之后，随着人民生活水平的提高和生活节奏的加快，速冻方便食品的市场需求也越来越大，世界速冻食品的生产 and 消费方兴未艾，其增长速度高达 10%~20%，超过了任何一种食品，产品品种达 3000 多种。

我国的速冻食品起步于 20 世纪 70 年代，现已成为食品加工业中一个单独的专业门类，年销售量约 1000 万吨，产品品种约有 300 多种，且每年的增长速度很快，被誉为“朝阳工业”。中华民族的饮食文化博大精深，发展具有中国特色的速冻方便食品如速冻汤圆、速冻饺子和速冻粽子等传统食品，并逐渐开发多种速冻调理菜等方便食品，将成为今后速冻方便食品发展的方向。

速冻方便食品企业大都是劳动密集型企业，速冻方便食品的快速发展能够解决社会大量的富余劳动力，速冻方便食品的工业化生产还可以带动农业、运输及加工等相关行业的发展，为农产品增值提供有效途径；速冻方便食品的工业化生产，可以打破食品的地区和季节限制，将传统美食轻松带进生活，丰富了人民的餐桌，方便了人民的生活，我国已加入 WTO，生产具有中国特色的速冻方便食品不仅能弘扬中华民族的饮食文化，还可以增加出口创汇。

当前，国内的速冻方便食品已成为一些地区经济的支柱产业，速冻食品工业发展迅猛，而与之相关的加工技术和理论则相对匮乏，不能满足速冻方便食品工业发展的需要，该书对低温保藏食品原理、食品的组成成分及在速冻加工过程中的变化，食品速冻的原理和各类速冻方便食品的加工工艺，以及速冻食品的冻藏管理和运输，速冻食品的质量控制与检测等方面进行了系统地阐述，也介绍

了速冻方便食品今后的发展方向，尽管本书不能涵盖所有有关冷冻方便食品的知识，但该书的出版必将对速冻食品工业的发展起到一定的推动作用。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '陈健' (Chen Jian), written in a cursive style.

2005 年 1 月

# 前 言

随着我国经济的快速发展，人民的收入也迅速增长。生活节奏的加快和消费水平的提高，导致了市场对各类方便食品的需求量迅猛增长。在方便食品中，冷冻方便食品所占市场份额越来越大，迫切需求冷冻方便食品加工技术、冷藏运输方法、食用方法及食品品质检验技术等相关资料。近几年，我国食品冷藏链发展迅速，现代化速冻食品加工企业的数量迅猛增加，对速冻食品加工技术知识和相关速冻食品加工的专业技术人员需求都相应增加，为了顺应市场需求，提高从业人员的专业技术水平，我们组织编写了该书，以期能为相关专业技术人员提供技术支持和帮助。

冷冻方便食品的快速发展，新的工艺技术及检测方法不断涌现，而现有的食品工程专业的专业教材远不能适应冷冻食品工业的发展需要，不能满足现代食品专业本科教学需求，因此我们编写本书也是希望该书的出版能对我国冷冻食品工业专业技术人才培养有所裨益。

本书对冷冻方便食品加工原理、工艺过程、产品质量控制和设备等进行了详细介绍。重点介绍了食品低温保藏原理、食品冻结过程的物理化学变化、食品冷冻制冷技术、速冻米面食品加工技术、冷冻方便调理食品加工工艺以及冷冻食品加工过程质量控制与检测技术等。

本书的第一章和第八章由郑州轻工业学院刘延奇副教授编写；第二章由郑州轻工业学院马歌丽副教授编写；第三章和第十二章由郑州轻工业学院张文叶高级工程师编写；第十章由河南省食品工业科学研究所黄忠民高级工程师编写；第十一章由郑州轻工业学院毛多斌教授、张峻松副教授和张文叶高级工程师编写；第十三章由郑州轻工业学院贾春晓教授编写；第四章由刘延奇副教授和张峻松

副教授编写；第五章由贾春晓教授和张峻松副教授编写；第六章由张文叶高级工程师和黄忠民高级工程师编写；第七章由马歌丽副教授和黄忠民高级工程师编写；第九章由刘延奇副教授、张文叶高级工程师和黄忠民高级工程师编写；刘延奇副教授参与了全书的修订工作；全书由张文叶高级工程师统稿。

本书在编写过程中得到了郑州三全食品股份有限公司、郑州市食品工程技术研究中心技术人员的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，编写时间也较为仓促，书中肯定会存在欠妥或错误之处，真诚地希望有关专家和广大读者批评指正。

编 者

2004 年 12 月于郑州

# 目 录

第一章 食品低温保藏原理 .....	1
第一节 温度与食品品质的关系 .....	2
一、高温对食品营养成分的影响 .....	2
二、速冻食品的优越性 .....	3
第二节 低温下食品中的微生物 .....	4
一、食品中常见微生物的分类 .....	4
二、低温对微生物的影响 .....	6
第三节 低温与食品中的酶 .....	11
一、温度对酶活性的影响 .....	11
二、冻结速率对酶活性的影响 .....	13
第四节 低温下动植物原料的代谢作用 .....	14
一、低温对呼吸作用的影响 .....	14
二、低温对动物原料代谢作用的影响 .....	14
第二章 食品冷冻的制冷技术 .....	16
第一节 制冷的基本原理 .....	16
一、制冷机制 .....	16
二、制冷的基本循环 .....	17
第二节 制冷剂及其热力学性质 .....	19
一、制冷剂的发展史 .....	19
二、制冷剂的分类 .....	23
三、制冷剂的命名方法 .....	23
四、制冷剂的特性及开发制冷剂的原则 .....	25
五、制冷剂的研究现状及发展方向 .....	26
六、常用制冷剂的热力学性质 .....	29
第三节 载冷剂及其性质 .....	36

一、载冷剂 .....	36
二、常用载冷剂的性质 .....	37
第四节 湿空气的性质 .....	41
一、湿空气的性质表征 .....	41
二、湿空气的热力学性质 .....	45
三、饱和湿空气的热力学性质 .....	47
四、湿空气的迁移性质 .....	48
第五节 食品速冻方法及设备简介 .....	48
一、产生冻结冷效应的基本原理 .....	48
二、常用食品速冻方法 .....	49
三、空气冻结法 .....	49
四、直接接触冻结法 .....	61
五、间接接触冻结法 .....	66
第三章 食品冷链与组成冷链的设备 .....	70
第一节 冷链与冷冻食品发展的关系 .....	70
一、国外食品冷链及冷冻食品的发展状况 .....	70
二、我国食品冷链及冷冻食品的发展状况 .....	72
三、冷冻食品新产品的发展方向 .....	76
第二节 食品冷链的组成 .....	79
一、食品冷链的分类 .....	79
二、食品冷链的结构 .....	79
第三节 冷藏设备 .....	80
一、固定冷藏设备 .....	80
二、冷藏运输设备 .....	85
第四章 食品的生物化学基础 .....	92
第一节 食品材料的基本组成 .....	92
一、植物细胞 .....	92
二、动物肌纤维 .....	94
第二节 食品的主要化学成分 .....	95
一、水 .....	95

二、蛋白质	95
三、糖	101
四、脂肪	104
五、维生素	106
六、酶	106
七、矿物质	109
八、有机酸	110
九、纤维素	111
第三节 食品原料的加工特性	111
一、植物性原料的加工特性	111
二、动物性原料的加工特性	116
第五章 食品冻结过程中的性质变化	121
第一节 食品的物理化学特点	121
一、食品的多组分	121
二、食品的多相	121
三、食品的非均质系统	122
四、食品是物理化学性质不稳定的系统	123
第二节 水和冰的热物理性质	123
一、水和冰的结构特点	123
二、水和冰的相图	124
三、水和冰的物理特性	125
四、降温曲线	126
五、过冷和成核	127
第三节 水溶液的冻结和特性	127
一、溶液组成的表示方法	127
二、水溶液的冰点降低性质	129
三、水溶液的冻结特性	130
第四节 食品材料中水的特性	131
一、食品中水的存在状态	131
二、食品中的水分活度	131

三、水分活度与食品稳定性的关系 .....	133
四、食品保藏最大许可的水分活度 .....	135
第五节 水和溶液的结晶理论 .....	137
一、成核理论 .....	137
二、冰晶体的生长 .....	141
三、冰晶体对食品微观结构的影响 .....	142
第六节 食品的冻结特性和冻结率 .....	143
一、食品的冻结点 .....	143
二、食品中水分的冻结率 .....	144
三、玻璃化温度与食品稳定性的关系 .....	150
第六章 食品速冻原理及工艺 .....	153
第一节 速冻原理 .....	153
一、速冻食品的概念 .....	153
二、结晶条件 .....	154
三、冻结速率与食品品质的关系 .....	155
四、食品的冻结膨胀压 .....	160
第二节 速冻食品的前处理工艺 .....	160
一、原料的预处理 .....	160
二、食品的预冷却 .....	163
第三节 食品速冻工艺过程 .....	167
一、食品在速冻时的变化 .....	168
二、食品冻结过程中的速冻曲线 .....	171
三、食品速冻中放出的热量 .....	173
四、食品的速冻时间 .....	174
第七章 速冻食品的冻藏管理 .....	178
第一节 速冻食品在冻藏过程中的变化 .....	178
一、冰晶的成长 .....	178
二、食品的褐变 .....	180
三、脂肪的氧化 .....	181
四、蛋白质的变性 .....	181

五、冷冻食品的“干耗” .....	182
第二节 速冻食品的感官评定方法 .....	184
一、食品感官检验的内容 .....	184
二、感官检验的特点 .....	185
三、感官检验的影响因素 .....	187
四、食品感官检验标准化 .....	188
第三节 速冻食品的保质期 .....	189
一、速冻食品的 T. T. T. 概念 .....	189
二、速冻食品的高品质保质期 .....	190
三、速冻食品的实用冻藏期 .....	191
四、速冻食品保质期的计算方法 .....	192
第四节 冻藏库的管理 .....	194
一、冻藏库温度的控制 .....	194
二、速冻食品出入库原则 .....	195
三、冻藏库卫生管理 .....	195
第八章 速冻米食品及其加工工艺 .....	199
第一节 概述 .....	199
第二节 糯米粉 .....	200
一、糯米粉的加工工艺 .....	200
二、糯米淀粉性质 .....	203
第三节 速冻汤圆生产工艺 .....	210
一、原辅材料的选择 .....	210
二、汤圆馅的制备 .....	211
三、汤圆面皮的制备与配方 .....	214
四、汤圆的包制 .....	217
五、汤圆速冻加工工艺 .....	218
第四节 速冻糯米粽子 .....	219
一、粽子的分类 .....	219
二、粽子配方举例 .....	220
三、粽子内层包装材料的选择 .....	220

四、粽子速冻加工工艺 .....	221
第九章 非发酵型速冻面食品及其加工工艺 .....	222
第一节 概述 .....	222
第二节 面粉 .....	223
一、小麦的分类 .....	223
二、面粉的化学组成 .....	226
三、面粉中各种成分的性质 .....	226
四、面筋的数量与质量的关系 .....	231
五、硫氢基物质对面粉性能的影响 .....	235
六、淀粉酶与蛋白酶对产品品质的影响 .....	237
七、几种专用面粉的品质指标 .....	238
八、几种专用面粉鉴评方法 .....	240
九、面团流变学特性指标 .....	242
十、常用面团改良剂 .....	244
十一、淀粉 .....	250
第三节 速冻饺子 .....	251
一、饺子分类 .....	251
二、原料的预处理 .....	252
三、饺子馅配方原则及实例 .....	255
四、饺子面团的调制 .....	258
五、饺子面皮的辊压成型 .....	259
六、饺子速冻加工工艺 .....	259
第四节 速冻馄饨 .....	268
一、馄饨的分类 .....	268
二、面团的调制 .....	268
三、馄饨面皮的辊压成型 .....	269
四、馄饨馅配方基本原则与实例 .....	269
五、速冻馄饨加工工艺 .....	270
第十章 发酵型速冻面食品 .....	275
第一节 概述 .....	275

第二节	原辅材料的选择	277
一、	面粉	277
二、	蔬菜	279
三、	肉	280
四、	酵母	280
第三节	速冻包子	281
一、	包子的分类	281
二、	包子速冻加工工艺	281
三、	设备选型注意事项	285
四、	包子馅配方实例	286
第四节	地方特色面点	288
一、	天津狗不理包子	288
二、	开封灌汤小笼包	289
三、	其他特色面点简介	290
第十一章	冷饮食品	295
第一节	概述	295
一、	冷冻饮品的发展概况	295
二、	冷饮食品分类	297
第二节	冰激凌生产工艺	299
一、	原辅料的选择	299
二、	冷冻饮品所使用的辅料	316
三、	冰激凌的配方	323
四、	冰激凌生产工艺	327
五、	冰激凌专用生产设备简介	335
第三节	棒冰和雪糕生产工艺	358
一、	概述	358
二、	棒冰雪糕生产工艺	360
三、	棒冰雪糕专用生产设备简介	361
第十二章	冷冻方便调理食品	364
第一节	概述	364

第二节	冷冻调理菜肴	365
一、	几种冷冻调理中式菜肴的加工技术	365
二、	几种西式速冻调理菜	373
三、	鱼肉速冻调理食品	388
第三节	新型速冻方便调理食品	392
一、	速冻微波食品	392
二、	冻干方便食品	397
三、	不需解冻的冷冻食品	398
四、	第三代调理食品——栅栏技术与真空调理食品	403
第十三章	速冻食品的质量控制	408
第一节	概述	408
第二节	影响冷冻食品质量的因素	408
一、	原料的品质	408
二、	食品加工工艺条件	410
三、	速冻工艺条件	412
四、	包装材料	414
五、	冻藏条件	419
六、	冷藏运输、销售	420
七、	食用前加工条件对食品品质的影响	421
第三节	HACCP在冷冻食品加工中的应用	421
一、	食品安全性	421
二、	HACCP在冷冻食品加工中的应用实例	427
第四节	速冻专用面粉常规指标的分析检测	440
一、	水分的测定	440
二、	灰分的测定	441
三、	湿面筋含量	444
四、	沉降值	444
五、	脂肪酸值	446
第五节	速冻食品中常见污染物的分析检测	447
一、	盐酸克伦特罗(瘦肉精)的快速检测(GC-MS法)	447

二、粮、菜、油中有机磷农药残留量测定	449
三、原子吸收分光光度法测定食品中的铅	452
四、面粉中过氧化苯甲酰的测定	454
五、食品中抗生素的测定方法	457
第六节 主要营养成分的检测	458
一、粗蛋白质的测定	458
二、粗纤维的测定	462
三、粗脂肪的测定	463
四、维生素 C 的测定方法	464
第七节 冷冻食品常规卫生指标检测	472
一、速冻食品中的微生物	472
二、细菌的检测	474
三、大肠杆菌的检测	480
主要参考文献	481

# 第一章 食品低温保藏原理

新鲜的食物在常温下（ $20^{\circ}\text{C}$ 左右）存放时，由于附着在食物表面的微生物和食物内所含的酶的作用，食物的色、香、味会逐渐变差，同时其营养价值也有所降低。如果贮藏时间超过一定限度，食物就会腐败变质，以致完全不能食用。除了微生物和酶引起的变质外，还有非酶引起的变质，如油脂的氧化酸败等。低温能够抑制微生物的生长繁殖和食物中酶的活性，也可以降低非酶因素引起的化学反应的速率，因而能够延长食物的保藏期限。

食物的低温保藏可分为两大类：一类是食物的冷却贮藏；另一类是食物的冻结贮藏。前者是将食物的温度下降到食物冻结点以上的某一合适温度，在食物中的水分不结冰的条件下，达到大多数食物短期贮藏和部分食物如苹果、梨、蛋等长期贮藏的目的；后者是将食物的温度下降到食物“冻结点”以下的某一预定温度，使食物中绝大部分的水形成冰结晶，从而达到食物长期贮藏的目的。

根据食物低温保藏的分类方法，食物冷冻的温度范围也可分为两大类：食物冷却贮藏的温度范围和食物冻结贮藏的温度范围。食物冷却贮藏的温度范围为 $-2\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。例如，苹果可以冷却到 $-1^{\circ}\text{C}$ ，并在 $-1^{\circ}\text{C}$ 的冷藏室中贮藏；肉类可以冷却到 $-1.5^{\circ}\text{C}$ ，并在 $-1.5^{\circ}\text{C}$ 的冷藏室中短期贮藏；而香蕉则必须在 $12^{\circ}\text{C}$ 或以上的温度贮藏，否则就会发生生理病害，使香蕉的果皮发黑，果芯发硬；此外，柠檬和番茄等也必须在较高的冷藏温度贮藏。

食物冻结贮藏的温度范围为 $-12\sim -30^{\circ}\text{C}$ ，食物冻结贮藏的温度越低，食物的稳定性越好，贮藏期限也越长；但食物冻结贮藏的温度越低，能量消耗也越大。 $-12^{\circ}\text{C}$ 仅适用于食物的短期冻藏。我国食物的冻结贮藏一般是将食物尽可能快速冻结，使其中心温度达到 $-15\sim -18^{\circ}\text{C}$ 后，并在 $-18\sim -23^{\circ}\text{C}$ 的冻藏室中贮藏。多脂鱼和

容易变色的鱼类宜放在低于 $-25^{\circ}\text{C}$ 的冻藏室中贮藏。现在，新的冻结设备和制冷剂已经使深冷成为可能，欧美和日本等发达国家为了提高冻结食品的质量，多趋向于采用 $-25\sim-30^{\circ}\text{C}$ 的冻藏温度。

## 第一节 温度与食品品质的关系

温度和水分是可以控制的影响食品保质期的两个主要因素。最普通的延长食品保质期的方法是通过高温加工降低食品中的水分，如一些干制食品，但其应用范围有一定的限制，比较适合于粮食原料的加工。长期以来罐头食品一直是垄断食品市场的方便食品，但是罐头食品加工中必须经过高温杀菌，该过程使得食品中部分营养成分被破坏，降低了食品的营养价值。因此，专业技术人员为了延长食品的货架期，对食品加工工艺进行了多次改进。在食品加工工艺中使食品变质的因素有很多，同样延长食品保质期的方法也有很多种，如干藏（晒干、烘烤等）、高温灭菌、降低食品的贮藏温度和添加防腐剂等方法。目前完全依靠添加食品防腐剂的方法与人们不断追求安全食品的发展方向相悖，正在迅速萎缩，而少加甚至不添加任何防腐剂的方法越来越受到生产厂商和消费者的青睐。下面分别对高温和低温延长食品保质期的优越性分别加以阐述。

### 一、高温对食品营养成分的影响

很长一段时间，为了延长食品的保质期，人们的研究热点一直集中在对高温灭菌条件的研究，高温灭菌产生的第一代方便食品是罐头，如水果罐头、午餐肉罐头、压缩饼干和各种鱼类罐头食品等。第一代方便食品主要体现在方便性，对于食品品质方面却存在以下一些无法避免的缺点：①经过高温灭菌加工的食品，在贮藏时