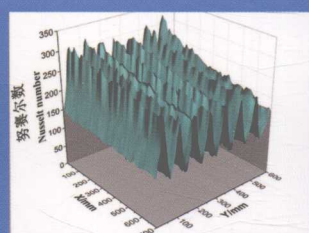
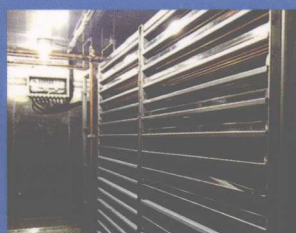
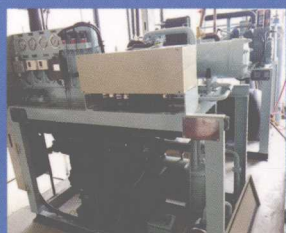




普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材



# 食品低温物流

SHIPIN DIWEN WULIU

谢晶◎主编



扫码看  
食品类教材

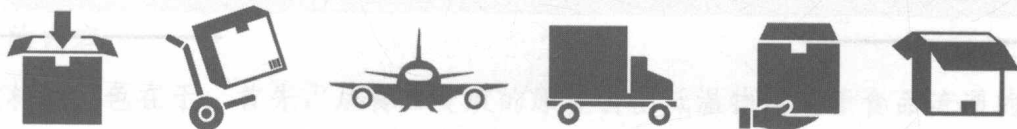
 中国农业出版社

普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材

食品

# 低温物流

SHIPIN DIWEN WULIU



谢晶 主编

中国农业出版社  
北京

2013年1月

图书在版编目 (CIP) 数据

食品低温物流 / 谢晶主编. —北京: 中国农业出版社, 2019. 6

普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材

ISBN 978-7-109-25327-8

I. ①食… II. ①谢… III. ①食品-低温贮藏-物流管理-高等学校-教材 IV. ①TS205.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 048457 号

---

中国农业出版社

地址: 北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮编: 100125

责任编辑: 甘敏敏 文字编辑: 赵星华

版式设计: 王 晨 责任校对: 周丽芳

印刷: 中农印务有限公司

版次: 2019 年 6 月第 1 版

印次: 2019 年 6 月北京第 1 次印刷

发行: 新华书店北京发行所

开本: 889mm×1194mm 1/16

印张: 17.25

字数: 510 千字

定价: 45.00 元

---

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书, 如有印装质量问题, 我社负责调换。

服务电话: 010-59194972 010-59194971

## 内容简介

本教材涵盖了食品的组成与变质、食品包装、食品低温加工方法与装置、食品低温贮藏与库存管理、食品装卸与低温运输、食品低温销售与消费、低温物流中的食品质量与安全控制、生鲜农产品与低温加工食品的物流等内容以及以三文鱼为例的低温物流保鲜工艺研究。

本教材适用于食品科学与工程、食品质量与安全、能源与动力工程、物流工程、包装工程等本科及研究生相关专业“食品低温物流”“食品冷链技术”等课程的教学，还可作为“食品冷冻冷藏技术与原理”“食品冷冻工艺学”“食品保藏学”等课程的参考书。



食品低温物流涉及食品品质控制、制冷及低温工程、物流管理等多学科内容，对我国食品行业低温物流领域人才培养十分重要。为改变过去一门课要从多本教材中节选章节作为参考资料的现状，组织编写了这本《食品低温物流》。

本教材围绕食品低温物流的技术与装备展开，阐述的对象包括加工食品、农产品，涉及的领域包括食品的组成与变质、食品包装、食品低温加工方法与装置、食品低温贮藏与库存管理、食品装卸与低温运输、食品低温销售与消费、低温物流中的食品质量与安全控制、生鲜农产品与低温加工食品的物流以及以三文鱼为例的低温物流保鲜工艺研究等方面的内容。

本教材的特色在于：首先，从食品变质的原理引出低温物流对于食品流通的重要性，然后分别从食品低温加工、贮藏、装卸运输、销售等低温物流环节介绍了所需的相关技术与装备；其次，阐述了物流过程的质量安全控制与风险评估；最后，列举了不同生鲜农产品与低温加工食品的物流过程，并以三文鱼物流过程的变化和品质控制技术作为典型案例。教材注重培养学生自学能力和创新思维，不仅配有低温物流典型应用案例，还在绪论和大部分章节中穿插了学科研究和应用的现状与展望，向学生展示了该领域新技术以及目前存在的主要问题和今后发展的方向，以培养学生创新性思维。

本教材由谢晶主编，王金锋、杨大章、张青参与编写。编写小组的成员都长期从事食品保鲜、低温物流各个环节的教学与科研工作，编写的内容与工程实际密切相关，具有很强的实用性、针对性，符合工科学生培养目标的要求。

本教材涉及领域广泛，限于作者水平，难免存在疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2019年1月



## 前言

### ■ 绪论 / 1

- 一、食品物流的国内外发展现状及趋势 / 1
- 二、食品流通链的分类及流通链中食品的质量变化 / 5
- 三、食品冷藏链及设备组成 / 7
- 四、国内外食品冷藏链的发展现状与展望 / 8

### ■ 第一章 食品的组成与变质 / 11

#### 第一节 食品的组成 / 11

- 一、食品原料的基本组成 / 11
- 二、食品的化学组成 / 12
- 三、食品的分类 / 15

#### 第二节 食品变质及影响因素 / 17

- 一、食品腐败变质原因 / 17
- 二、食品腐败变质机理 / 22

#### 第三节 生鲜食品的质量控制 / 24

#### 第四节 加工食品的质量控制 / 25

- 一、微生物的控制 / 25
- 二、酶及其他腐败因素的控制 / 26
- 三、最小程度加工的食品以及新型食品的质量控制 / 26

### ■ 第二章 食品包装 / 28

#### 第一节 概述 / 28

- 一、食品包装的定义 / 28
- 二、食品包装的作用 / 28
- 三、食品包装的分类 / 29
- 四、食品包装的一般要求 / 30
- 五、新型包装技术 / 30

第二节 低温流通食品包装实例 / 31

- 一、果蔬类食品包装 / 31
- 二、畜禽肉类产品包装 / 32
- 三、水产品包装 / 33
- 四、奶类食品包装 / 34
- 五、粮谷类食品包装 / 35

■ **第三章 食品低温加工方法与装置 / 37**

第一节 食品低温保藏 / 37

- 一、食品低温保藏的方法 / 37
- 二、食品低温加工工艺 / 38
- 三、食品低温保藏的条件 / 39

第二节 冷却的方法和装置 / 45

- 一、食品冷却时的变化 / 45
- 二、食品冷却的方法 / 47
- 三、食品冷却的原理与设备 / 47

第三节 冻结的方法和装置 / 51

- 一、冻结速度的定义与冻结时间的计算 / 51
- 二、食品冻结时的变化 / 54
- 三、食品冻结方法的分类 / 57
- 四、食品的冻结装置 / 59

第四节 食品解冻方法与装置 / 64

- 一、食品的解冻方法 / 65
- 二、食品的解冻装置 / 65

第五节 食品真空冷冻干燥与装置 / 70

- 一、食品真空冷冻干燥原理和工艺 / 70
- 二、食品真空冷冻干燥装置 / 71

■ **第四章 食品低温贮藏与库存管理 / 74**

第一节 食品冷藏和冻藏中的品质控制 / 74

- 一、食品冷藏时的物理和化学变化 / 74
- 二、食品冻藏时的物理和化学变化 / 75

第二节 食品贮藏的方式和分类 / 78

- 一、食品贮藏方式 / 79
- 二、食品贮藏分类 / 79

第三节 食品仓库建设和保管要点 / 80

- 一、仓库种类 / 80
- 二、食品仓库建设地址选择 / 81
- 三、食品仓库建设的总平面布置 / 82

第四节 冷库及相关仓储设备 / 83

- 一、冷库结构与分类 / 83

- 二、冷库热负荷计算 / 88
- 三、冷库制冷系统 / 96
- 四、冷库配套设施 / 100
- 五、冷库装运和贮存设施 / 107
- 第五节 果蔬的气调贮藏 / 111
  - 一、气调贮藏的原理和方法 / 111
  - 二、气调冷库建筑特点及气调冷库设备 / 112
  - 三、气调冷库的方案设计 / 121
  - 四、典型冷藏食品气调贮藏实例 / 121
- 第六节 冷库及气调冷库的管理 / 123
  - 一、冷库的管理 / 123
  - 二、气调冷库的管理 / 127
- 第七节 食品贮藏质量管理 / 129
  - 一、食品仓库贮藏管理 / 129
  - 二、食品销售过程中的贮藏管理 / 129
  - 三、食品消费中的贮藏管理 / 131
  - 四、餐饮行业的冷藏管理 / 132
- 第八节 库存的概念、种类和控制 / 132
  - 一、库存概念 / 132
  - 二、库存种类 / 132
  - 三、库存控制 / 133
- 第九节 库存成本、费用及其改善 / 136
  - 一、库存成本的构成 / 136
  - 二、库存成本作业管理的改善 / 137

## 第五章 食品装卸与低温运输 / 140

- 第一节 装卸和运输概述 / 140
  - 一、食品装卸 / 140
  - 二、食品运输 / 140
- 第二节 食品装卸 / 140
  - 一、食品装卸方式 / 141
  - 二、食品装卸机械 / 141
- 第三节 食品运输 / 149
  - 一、运输方式的分类 / 149
  - 二、运输方式的选择 / 152
- 第四节 食品的低温运输 / 153
  - 一、低温运输过程中的要求 / 153
  - 二、低温运输方式 / 154
- 第五节 运输合理化和相关策略 / 161
  - 一、运输方式的选择 / 161
  - 二、物流运输路线优化方式 / 166

**第六章 食品低温销售与消费 / 167**

第一节 食品冷藏陈列柜 / 167

- 一、商用冷冻冷藏柜的分类 / 167
- 二、商用冷冻冷藏柜的制冷系统 / 169
- 三、商用冷冻冷藏柜内温度的控制 / 170
- 四、食品在商用冷冻冷藏柜中存放的要求 / 170
- 五、陈列柜的合理使用与节电措施 / 171

第二节 食品在冰箱中的贮藏 / 171

- 一、家用冰箱的分类 / 171
- 二、食品在家用冰箱中存放的要求 / 173
- 三、家用冰箱的合理选择和节电措施 / 174

**第七章 低温物流中的食品质量与安全控制 / 177**

第一节 食品物流过程的质量安全 / 177

- 一、食品物流质量安全的现状 / 177
- 二、食品物流的质量安全特性 / 179
- 三、食品物流质量安全控制的意义 / 180

第二节 食品物流质量安全控制的原理与技术 / 180

- 一、食品物流的 GMP / 180
- 二、食品物流的 SSOP / 182
- 三、食品物流的 HACCP / 182
- 四、食品物流标准的国际化 / 183
- 五、食品物流质量安全追踪技术 / 184
- 六、食品的 TTT 概念及货架期的监控 / 185

第三节 食品物流质量安全控制技术的应用 / 190

- 一、供应物流和配送物流的质量安全控制 / 190
- 二、低温食品物流的质量安全控制 / 191
- 三、HACCP 在食品低温物流中的应用 / 194
- 四、典型蔬菜冷链物流与 HACCP 的应用实例 / 204

第四节 食品溯源技术 / 207

- 一、可追溯系统概述 / 207
- 二、猪肉安全控制与可追溯系统溯源信息分析和确定 / 209

**第八章 生鲜农产品与低温加工食品的物流 / 220**

第一节 粮食类的物流 / 220

- 一、粮食的包装运输方式 / 220
- 二、粮食集装箱运输 / 222

第二节 新鲜果蔬的物流 / 224

- 一、新鲜果蔬在运输过程中的生理变化 / 224
- 二、运输的环境条件及其控制 / 225

### 第三节 肉类的物流 / 230

- 一、肉的化学组成 / 230
- 二、肉品在屠宰后和贮藏过程中的变化 / 230
- 三、肉的冷却与冷却肉的流通 / 231

### 第四节 乳制品和蛋类的物流 / 232

- 一、乳的物流 / 232
- 二、禽蛋的物流 / 234

### 第五节 水产品的物流 / 240

- 一、鱼类的特点 / 240
- 二、鱼类的流通特性 / 241
- 三、鱼类的低温保鲜 / 241
- 四、贝类的保鲜与贮运 / 245

### 第六节 低温加工食品的物流 / 246

- 一、速冻果蔬的物流 / 246
- 二、冻肉的物流 / 246
- 三、乳制品的物流 / 247
- 四、冻结调理水产食品的物流 / 248

## ■第九章 低温物流保鲜工艺研究（以三文鱼为例） / 250

### 第一节 三文鱼的低温保鲜技术 / 250

- 一、低温保鲜 / 251
- 二、低温结合气调保鲜 / 252
- 三、低温结合保鲜剂保鲜 / 252
- 四、其他保鲜方法 / 252
- 五、物流过程温度波动对食品品质的影响 / 253

### 第二节 冷冻物流过程中温度波动对三文鱼品质的影响 / 253

- 一、材料与方法 / 253
- 二、结果与讨论 / 254
- 三、结论 / 256

### 第三节 冷藏物流过程中温度变化对三文鱼品质的影响 / 256

- 一、材料与方法 / 256
- 二、结果与讨论 / 257
- 三、结论 / 259

### 第四节 冷藏物流过程中不同气调包装对三文鱼品质的影响 / 259

- 一、材料与方法 / 260
- 二、结果与讨论 / 260
- 三、结论 / 262

### 参考文献 / 263

# 绪 论

食品行业和农业关系紧密，是关系国计民生的生命产业，也是一个国家经济发展水平的重要标志。自改革开放以来，我国食品行业快速发展，食品工业生产总值和销售收入已连续多年位居中国制造业首位，已经成为我国国民经济的支柱产业之一，远远超过汽车工业、航天工业及新兴电子信息工业，成为国民经济中的第一大产业。“物流”概念于20世纪70年代末引入中国，而食品物流作为农产品到消费者流通过程中的中心环节，对食品工业发展、满足食品营养安全的要求至关重要。目前，我国食品产业正处在发展的特殊时期，特别是食品工业对农业的影响越来越大，食品安全问题成为食品产业发展的核心问题，食品的生产模式、流通模式也正在发生着变革。随着生活品质的提高，人们对食品质量的要求越来越高，食品物流尤其是食品低温物流正进入蓬勃发展时期。

食品低温物流 (low temperature logistics)，又称为冷链物流 (cold chain logistics)，是指以冷冻工艺为基础、制冷技术为手段，使冷链物品在从生产、流通、销售到消费者的各个环节中始终处于合适的温度环境，以保证质量，减少损耗的物流过程。它涉及冷链设备、冷链物流园、第三方物流运营、冷链宅配以及生鲜电子商务物流。近年来，我国低温物流市场规模和需求量很大，且增速加快，我国每年消费的易腐食品将近10亿吨，需要冷链保障的食品超过50%，主要是水产品、低温肉品、乳制品、速冻食品、冰淇淋、豆制品以及蔬菜、水果等。以速冻食品为例，我国的速冻食品在2011—2014年以年均35%的高速度递增，远高于全球每年9%的增长速度。

## 一、食品物流的国内外发展现状及趋势

### (一) 食品物流的国内外发展现状

1. 国外食品物流产业发展现状 现代人的食品消费出现了快速化、多样化、休闲化、绿色化、保健化的倾向，对食品安全的要求越来越严格，这对食品物流提出较高的要求。目前欧美等发达国家从食品生产的源头，到生产工艺、生产和运输的外部环境、易腐食品的可追溯性和物流过程中的接口管理等方面都采取了多种措施保障产品质量。

冷链流通率就是指在物流过程中，冷链物流占有所有物流的比重。目前，美国、日本等发达国家的综合冷链流通率达到85%，其中，畜禽肉冷链流通率已经达到100%，蔬菜、水果冷链流通率也达到95%以上。他们对易腐食品全部采用冷藏车和冷藏箱运输，冷藏率达到80%~90%，并利用电子数据交换 (electronic data interchange, EDI) 等先进的信息技术，广泛采用铁路、公路及水路等多式联运形式进行运输，而且建立了大量现代化的食品加工厂、预冷库、冷藏库、运输中心、地方批发市场、超市、零售店等冷链节点，保证了食品在流通过程中的安全。

美国农业生产和贸易居世界领先地位，食品物流量大且非常频繁，拥有世界最为先进的食品物流体系。美国的物流基础设施非常完备，食品物流的专用设备先进，信息化程度高；公路、铁路、水运以及航空运输发达，食品装卸和输运设备先进，物流信息技术发展时间长，基础雄厚。1948年，位于芝加哥的期货交易所就已经成立，成为了解各种农产品市场行情，获得价格信息的直接窗口。当前，随着信息技术和网络技术的发展，网站提供了更为方便和快捷的了解信息的途径。有85%的农民经常上网，16%的农民从事网上农产品销售业务，农业电子商务占美国电子商务的比重达到8%，位列各行业第五。美国食品物流呈现规模化、专业化和社会化的特点，早在20世纪80年代，以果蔬为代表的食品生产，就已经实现了专业化。目前，美国的果蔬物流服务体系完善，服务手段先进，基

本上实现了从生产到销售的全方位服务。不仅包括技术推广和咨询服务,购销服务和信息服务,还包括信贷和保险,农场管理咨询,法律求助,会计和土地测试等服务项目。此外,为了保证采后果蔬质量,降低损耗,还形成了一整套果蔬采后预冷、分级、清洗、打蜡和包装等程序。果蔬在物流过程中,一直处于符合特定果蔬生理要求的低温环境中,形成了一个包括田间预冷、预冷库、冷藏车运输、冷藏库、商场低温陈列柜和消费者冰箱的完整冷链体系。由于处理得当,美国果蔬采后损耗非常低,仅为2%左右。

就物流通道而言,美国具有较为完善的社会化服务体系。农产品一般由农场主经市场销售给工厂,零售商销售较少。政府还以法律和财政、经济政策等手段对食品物流进行干预和管理,以形成食品供需平衡和稳定的价格。另外,还建立了多级批发市场和期货市场,通过现货市场和期货市场同步运行,以活跃市场,加快食品物流的发展。

美国的食品物流组织建设良好,物流的管理水平和标准化程度高。对于农产品而言,物流组织主要包括农业协会和产销一体化组织。美国的各种农业协会是自发性组织,彼此相互独立,资金自筹。产销一体化组织是指将农产品的贮运、加工和销售环节以及生产设备供应商等有机结合的一体化组织。农业协会和产销一体化组织构成了美国农产品物流的主要部分,对美国农产品物流的发展和运行起到了决定性作用。在美国,较为完善的食品追溯系统的建立,在食品安全以及物流管理上产生了巨大的效益。目前,绝大部分的包装食品以及袋装的水果都通过使用条形码标注产地和生产厂家等信息实现对食品的源头管理。又比如,对畜产品使用电子耳标和相关数据收集卡来追踪牲畜的免疫记录、健康记录和饲养记录等。

欧洲的食品物流以荷兰最为典型,这主要得益于荷兰位于欧洲的中心区域,地理位置优越。荷兰充分利用这一有利条件发展食品物流产业,向世界各国配送高质量的农产品。荷兰的食品物流基础设施发达,尤其是该国的航空运输网络,鹿特丹机场和斯希波尔机场是最为著名的代表,其中58%的农产品和食品都是通过这两个机场运往世界各地。为与这些航空运输网络配套,在四周建有四通八达的高速公路,而且通往内地的水路交通也非常发达。快捷、高效的农产品物流使得荷兰的鲜活农产品有很高的声誉。有资料显示:荷兰的农产品产值与农产品加工产值之比达到1:4,采后蔬菜和水果的损耗率仅为5%。每年仅花卉出口就给荷兰带来超过35亿美元的收入,出口额占荷兰花卉总收入的80%。荷兰花卉产业的发达离不开其发达的物流运输网络和强大的物流运输能力。荷兰的低温运输业非常发达,为其花卉物流提供了保障。荷兰绝大多数物流企业都有着现代化的冷藏技术和设备,花卉从产地至拍卖市场都采用公路冷藏集装箱的方式来运输,每天进出拍卖市场的冷藏集装箱卡车超过2000辆,基本实现了冷链及带水运输。荷兰花卉大部分都用于出口,也是采用冷藏集装箱的方式运输,24h左右就能够送达德国、法国、英国等周边国家。距离较远的则采用空运方式,荷兰的机场都有恒温仓库,用于贮存鲜花,甚至在花卉运输到停机坪的过程中也采用恒温运输,极大地保证了花卉的新鲜度,以保证“带着早晨露珠的花卉”及时送到消费者手中。

在发展农产品物流过程中,荷兰注意优化供应链流程,减少中间程序,实现物流增值。通过对收集、鲜贮、包装等程序标准化,将来自全国乃至欧盟各地的农产品集中,然后迅速用集装箱运往机场和港口,再分销到世界各地,有的当天即可运往国外市场。同时,注重发展电子商务,信息化程度较高。农产品销售有先进的拍卖系统、订货系统,可以通过电子化食品物流配送中心为全球许多国家的消费者服务。为了配合易腐食品流通过程中的保鲜工作,注重发展冷冻冷藏业,冷链技术发达。鲜活农产品物流中心大多具有现代化的冷冻冷藏设备,这些设备提供了易腐农产品在贮藏和运输过程中的品质保证。

亚洲的农产品物流业以日本最具有代表性。日本一直对物流的发展非常重视。通过政府主导,进行了大量的基础设施建设。在港口、公路枢纽都进行了详细的统筹安排和合理规划,并建设了四通八达的高速公路网、新干线铁路网,建设了现代化的海港、航空港等基础设施,为食品物流的良好发展打下了坚实的硬件基础。

日本国土狭小、资源有限,生产规模小而分散是日本农产品生产的主要特点。为了降低农户单独进入市场的风险,日本非常重视发挥农业协会的作用。农业协会是农产品批发市场最主要的产品供货团体,各个城市都有由农业协会直接组织或参与的农产品批发市场,农产品总量的80%~90%是由批发市场后与消费者见面的。日本通过发展以农产品批发市场为核心的食品物流体系,有效地保障了城市的食品供应。日本的农产品批发市场具有完善的保管设施、冷藏设施、加工设施、包装设施等,可以开展半成品加工、小包装分装、食品分级和电子配送等业务。同时还加强了食品物流信息技术的建设,以市场为载体,建立了全方位的信息网络,这为保障农产品的供应数量和品质起到十分重要的作用。信息通过互联网及电视、广播、报纸等传播媒介,最大限度地实现了资源共享。

国外的物流教育和人才培养起步较早,已经经历了七八十年的发展。进入21世纪以来,国外的物流教育和人才培养阵容进一步壮大,已经形成了非常完善的物流专业培养体系。目前,美国、欧洲和日本在冷链物流研究和教育方面处于领先地位。

**2. 我国食品物流产业发展现状** 经过几十年的发展,我国食品贮运物流产业已经有了很大进步。在20世纪50年代,为支持肉制品出口,我国改装了一部分冷藏保温车辆,这是新中国食品冷链发展的开始。1982年,《中华人民共和国食品卫生法(试行)》的颁布,推动了我国食品贮运物流的起步。30多年来,我国食品工业的快速发展以及冷冻冷藏业食品消费的快速增长,为我国食品贮运物流产业的发展提供了巨大的空间。以一些食品加工企业为先导,包括速冻食品企业、肉制品加工企业、奶制品企业及大型快餐连锁企业,已经不同程度地在企业内部建立了食品物流体系。同时,冷库容量也成倍增加,出现了一些低温配送中心,如北京市食品配送中心、上海市食品(集团)公司新天天配送中心等。近年来,超市像雨后春笋一样大批地出现在各大中型城市,成为各地食品销售的主力军,对我国食品物流配送水平提出了更高的要求。食品品种的多样化、消费需求的个性化、销售超市的连锁化也使我国食品物流配送向精细化和小批量、多品种发展。

在城镇居民的食品消费支出中,生鲜食品的消费已经达到半数以上。为了满足消费者对易腐生鲜食品的需求,我国在1999年启动了包括开辟食品流通绿色通道在内的“三绿”工程。绿色通道的主要建设内容包括:在全国范围内形成高效率、无污染和低成本的绿色流通网络,并建立食品联合运输网络,以缩短食品流通时间;利用市场经济的办法,形成竞争机制,提高绿色流通网络服务水平;为了保证流通过程中的食品安全,建立食品流通源头检测制度,对质量未达到国家标准的食品不得运输;鲜活食品要在流通过程中采取有效的保鲜措施,严防流通过程中变质和二次污染。

管理不当或者流通过程中的设备及技术水平落后会对流通过程中的食品造成污染,目前我国部分企业已经开始利用先进的食品物流管理理念和技术,如肉制品可追溯技术、危害分析与关键控制点(hazard analysis critical control point, HACCP)以及现代化的冷链物流设备,对食品物流全程进行品质控制。

近些年来,我国部分大型食品企业还通过外包和自营的方式提高食品物流服务水平。如成立物流部,将自己的物流业务全部外包给第三方物流企业,自身仅通过对物流各个环节进行有效监控来保证物流服务的水平。通过借力第三方物流的规模效益,有效地降低了自己的物流成本。有的成立专门的物流事业部,将公司所有食品物流服务集中起来,实现统一管理。该事业部不但负责本公司所有产品的物流,还是一个第三方物流企业,对外承担其他食品公司的一些物流业务,主要是肉制品和豆制品等需要进入全程冷链的食品。

在食品物流产业中,由于管理不当、技术不成熟而常常导致物流成本居高不下。其根本原因,还是缺乏专业化的人才队伍。当前,现代食品供应链管理人才的匮乏,已经成为制约我国食品物流和食品行业发展的瓶颈,所以加快食品物流教育发展,培养大批的相关专业人才是当务之急。

我国食品冷链物流方面还没有系统而专门的法规,从内容和行业管理上受《中华人民共和国农产品质量安全法》《中华人民共和国食品安全法》《中华人民共和国产品质量法》等相关法规的规范。这些法规基本上起到了维护和推动食品冷链物流的作用。但是,目前我国食品冷链物流的标准化程度还

很低,尤其在冷运输和冷销售环节,缺少必要的行业规范和技术标准。上海市经济和信息化委员会组织编制的上海市地方标准 DB31/T 388—2007《食品冷链物流技术与管理规范》是我国第一个关于冷链物流规范管理的地方标准。2008年6月,全国物流标准化技术委员会冷链物流分技术委员会正式成立。该委员会具有标准的管理、规划、组织和审批职能,参与冷链物流标准的制定。2012年颁布了 GB/T 28577—2012《冷链物流分类与基本》。该标准规定了冷链物流的相关术语和定义、冷链物流的分类和冷链物流的基本要求,适用于冷链物流管理。同年,还颁布了 GB/T 28842—2012《药品冷链物流运作规范》、GB/T 28843—2012《食品冷链物流追溯管理要求》、GB/T 28640—2012《畜禽肉冷链运输管理技术规范》等关于食品、药品、畜禽肉冷链物流的国标。2014年,GB/T 31078—2014《低温仓储作业规范》、GB/T 31086—2014《物流企业冷链服务要求与能力评估指标》、GB/T 31080—2014《水产品冷链物流服务规范》3项国家标准正式发布。

## (二) 我国食品贮运物流发展趋势

现代社会中,人们的食品消费向着多元化方向发展。随着我国居民生活水平的不断提高,人们对食品的要求也上了一个新台阶,这是食品物流快速发展的内在动因。在我国加入世界贸易组织(WTO)以后,国外资金和技术进入我国,对我国食品物流发展起到推动作用。从目前的发展情况来看,食品冷链在未来几年会有较大的发展,中国食品物流正面临发展的巨大机遇。以下是对食品物流行业未来几年重点发展领域的展望。

**1. 加快食品物流基础设施建设** 食品物流基础设施薄弱是我国食品物流业发展的一个主要障碍,为此食品机械相关主管部门已经开始高度重视国产食品机械的发展工作,并本着“设计一代、研发一代、使用一代”的原则来提高整体水平。围绕食品物流的基础设施建设可以进行以下几方面攻关:

(1) 提高制冷装备的技术水平。需要研究、开发和制造适用于不同种类易腐农产品的冷冻冷藏机械和设备。以速冻装置为例,我国科研人员对国内外大多数的食品冷冻装置进行了系统研究,国外的类似产品国内都已经能够制造。然而,尽管在价格方面有一定优势,但在制造工艺、材料、自动化水平和可靠性上与国外相比仍有一定差距。除发展与提高现有冷冻机性能外,还应该开发制造上下吹风式快速冻结装置、直接浸入式冷冻装置等,解决不冻液产品内污、冷液污染和浓度控制等复杂技术问题;开发使用液体二氧化碳、液氮喷淋速冻设备,注意解决低温液体运输、贮存和供应问题,降低成本;开发制造新型的高质复原保鲜的解冻装置,如高压静电解冻、微波解冻等;研制各种类型的适合城市配送和跨省运输的冷藏运输设备;为适应果蔬田间预冷需要,设计制造可移动式预冷装置。

(2) 建立食品物流配送中心。目前,中国农产品集散市场的发展还处于初级阶段,管理水平较低,服务能力差,大多是以农产品批发市场的形式建设。为了流通过程中减少农产品的损失,形成销售的统一质量标准,要建立现代化的食品物流园区和物流配送中心,改变我国农产品配送中心功能相对单一的现状,实现农副产品批发交易市场相关物流的主要功能(电子商务、配货运输、仓储等)。在这方面,可以从荷兰和日本等农产品物流水平较高的国家那里学习建立专业型农产品物流配送中心和综合型食品物流配送中心的经验,因地制宜地发展有中国特色的现代化食品物流配送中心。

建设现代化的食品低温物流中心,不仅要满足生产商和销售商对低温物流高质量、高速、高效的要求,还要增加包括冷加工在内的增值服务。低温物流中心要具备食品收货、验货、贮存、装卸、配货、流通加工、分拣、发货、配送、计算、信息收集与处理等功能,以改变我国冷冻冷藏中心功能单一的通病。

**2. 完善食品低温物流体系** 建立食品低温物流供应链,以适应冷冻食品和生鲜食品发展的需要。使易腐、生鲜食品从产地收购、加工、贮藏、运输、销售直到消费的各个环节处于低温状态之下,以保证食品的质量,减少食品的损耗。为保障食品安全,应在整个物流体系中配备严格的食品卫生安全措施,实行计算机信息化管理;为提高食品运输的技术水平,应大力开发、制造各种冷藏运输车、冷藏集装箱,并努力实现制冷机组国产化、托盘运输和包装尺寸标准化。

**3. 加快食品物流信息现代化** 食品物流发展的另一个制约因素是技术问题。信息技术对高效物流至关重要。我国食品物流业的信息化起步较晚,信息化的基础比较薄弱。而网络技术、先进的物流管理系统必将为食品物流行业整合现有资源、提高运作效率提供一个很好的突破口。引进和吸收国外食品物流的先进技术和方法,发展以信息技术为核心,以食品贮运技术、加工包装技术为专业技术支撑的现代化食品物流技术体系,建立电子物流供应链管理系统,整合食品物流和信息流,同时建立食品物流全程监控与可追溯系统,为食品生产者、消费者以及食品监管部门提供一套科学的管理手段和工具。

**4. 建立食品物流的标准体系** 目前我国食品物流缺少行业标准,质量保障体系薄弱,缺少高效率的配送体系。要从规范食品物流各环节的操作制度入手,加快食品物流标准化体系的构建,建立食品物流安全保障体系。此外,随着经济全球化的发展,我国与世界农业发展更为紧密,食品低温物流也面临着全球化的进程。总之,我国冷链物流标准体系国际化还有较长的路要走。

**5. 建立大型的食品第三方物流企业** 从整体上看,目前我国第三方物流企业尽管数量很多,但大多规模较小,规模效益难以实现,远远达不到现代物流企业的要求。由于食品产品的实际价格较低,所以能够承受的物流费用有限。而且,运输易腐食品不同于普通货物,必须有性能优良的冷藏运输设备和专业的运输管理机制;对物流的基础设施、技术含量和操作等方面都有较高的要求,比一般常温物流系统的要求更高,也更加复杂,属于高端物流。目前,我国食品第三方物流市场开发潜力巨大。

**6. 加速食品物流专业人才的培养** 食品物流是一种在现代物流工程和装备技术、食品检测和冷藏链技术、信息技术和自动识别技术等高新技术的支持下,满足食品安全性、多样化消费和国内外贸易需求的现代化服务业。加强食品物流基础教育和培训,培养适应现代食品物流发展趋势的复合型人才是社会发展的迫切需求,在城市发展和经济建设中占有重要地位。要想在激烈的市场竞争中立于不败之地,必须注重食品物流人才的培养,突出食品物流组织管理中对食品品质、食品安全以及食品资源循环性的保障技术和管理科学的教学和实践。我国高校以及物流专业人才培养机构,必须加强食品物流相关专业的建设,政府要为其快速发展提供政策倾斜和资金支持,构建一个与食品物流发展相适应的职业技术教育和培训体系,加强食品物流发展相关人才的培养,改变现阶段食品物流主体层次低和技术水平低的状况。

## 二、食品流通链的分类及流通链中食品的质量变化

改革开放后,随着人们生活水平的不断提高、社会活动日益增多,我国居民饮食习惯发生了巨大变化。由传统原料型农副产品占最终饮食消费较大比重,逐步过渡为食品制造加工业中经加工、调理后的食品占主导地位。从食品流通的角度可看出,以往农业生产与饮食消费,通过单一的流通直接形成单一的食品体系,如今向着经过食品制造业、饮食餐饮业的中间经济主体,而最终满足人们饮食消费需求的复杂的食品体系转换。因此,把握食品经济体系的脉络,必须掌握包括食品产业动向在内的体系整体的组成与变化规律。

食品体系定义为:农业所生产的农副产品经过食品制造业的加工,其制品经超市、卖场等食品零售业或外食产业实现食品最终消费的整个内容。

食品大致可分为生鲜食品和加工食品,生鲜食品又分为果蔬类、水产类、畜产类。就加工食品而言,除干式加工品等日常食品外,还有冷冻食品、新兴的无菌包装食品、高温杀菌软包装食品等放置保存性强的食品,具有商品的特性。由于人们对这些商品的消费购买行为的不同,其流通过程也各不相同。

流通是指生产者与消费者之间连接的重要途径。商品通过生产、批发和零售等环节送至消费者手中,流通渠道就这样形成。食品流通根据温度可分为:常温流通和非常温流通;根据性质可分为:重视鲜度的生鲜食品流通,具有良好保持性的加工食品流通,产销直接流通的市场外流通。

## （一）食品流通链的分类

### 1. 根据流通的温度分类

（1）常温流通。简单来说，食品的常温流通就是食品除经过包装外，不再经过其他加工处理，直接在环境温度下进行贮藏、运输、消费等。这种流通方式只针对少数食品，适用范围较窄，已不再是用于食品流通的首选。

（2）非常温流通。在某种意义上非常温流通就是指低温流通。在大多数食品流通过程中，低温环境不仅能抑制微生物及酶类的活动，而且能降低食品基质中水的活性，减缓食品腐败变质速度，保持食品的鲜度和营养价值，冲破空间、季节、时间的限制，及时地满足消费者对全球各地食品的需求。

### 2. 根据流通商品的种类和特征分类

（1）以批发市场流通为主的果蔬流通。批发市场即根据其市场的运作规则，以批发交易果蔬、水产品及少量畜产品为目的而开设的商业市场，有批发交易场、停车场和食品其他业务所必要的设施。经过批发市场而进行的流通称为市场流通，否则为市场外流通。在一般的批发市场，果蔬、水产品的市场流通率很高，而畜产品的市场流通率相对较低，以市场外流通为主。

以果蔬的流通途径为例，生产者首先将要卖的水果、蔬菜通过发货团体、发货者等向批发商无条件地委托贩卖。批发商将受委托的果蔬卖给中间批发商或中间商，操作时他们根据市场条件的规定，收取一定的交易手续费。其中，批发一般存在三个环节：①发货团体向批发商提出委托；②批发商与中间批发商或交易参与者之间的买卖；③中间批发商与超市卖场或零售业等之间的业务。

从果蔬流通过程的价格构成来看，将消费价格分成生产方的发货价格和阶段流通过费用。20世纪七八十年代，我国的果蔬流通，从生产方看，生产发货价格过低；从消费者看，流通过费用尤其是零售费用过高。目前，我国的果蔬流通过程得到了一定程度的优化，不仅价格逐渐趋于合理，而且品质有了大幅度的提高。食用新鲜水果蔬菜不必再到农村去，也不再是少数人才能享受的一种消费。更可喜的是，买卖各方在交易过程中越来越重视包装和保鲜措施；遍布各处的果蔬销售网加快了冷藏链的运行速度；同时，生产流通体制已在许多地区形成。这为减少库存、损耗，为果蔬冷藏链的正常运行和流通提供了保证。

（2）批发市场流通比重相对较低的肉类流通。通常，肉食流通的主要特点是以市场外流通为主。但近年来，为满足人们饮食多样化和个性化的需求，肉食的流通形态由活个体、胴体、半胴体向分割肉转变，且分割肉的市场流通比重大幅提高。

（3）产地市场与消费市场共存的水产品流通。水产品的特征：相对于其他生鲜食品，更易腐败变质；大多数为天然资源，不易实现规格化；渔获量受自然条件的制约，不稳定。其中，第一个特征与鲜度下降直接相关，对价格形成产生决定性的影响，因此需要确立与之相对应的流通体系。以我国淡水鱼流通体系为例：捕获的鱼在各自的产地渔港的市场上进行拍卖，收购商或经纪人向消费地市场供货，然后再次在消费地拍卖，中标后卖给经纪人，后经零售商送至消费者之手。水产品的流通特征为：产地批发市场与消费地批发市场共存。与肉类不同，水产品经过批发市场的流通比率高达70%以上，与批发市场之间存在着很强的依赖关系。

水产品冷藏流通链（简称水产冷藏链）的发展无疑是水产品流通的福音。水产冷藏链是指水产品从水中被捞起后，一直到食用之前，各个环节始终处于较低的温度环境中，从而保持其鲜度不发生变化或发生变化较小的特殊供应链系统。这些环节具体包括：渔船冰藏→陆上冻结→冷藏库→冷藏运输车（船）等→调剂冷藏库→冷藏或保温车→商场冷藏展示柜→家用冰箱→解冻→食用。

现在，渔船捕捞渔获物后，有90%以上是冰鲜的，经过十几小时或几天将渔获物运到岸边渔业冷库进行冻结加工，然后贮藏于-18℃以下的冷库中。要将这些冻鱼从海边或产鱼地运输到销售地的分配性冷库中，必须用冷藏运输车（船）。冷藏运输车上一般设有小型制冷装置，可以维持车厢内温度在-18℃~-24℃。近几年来发展较快的是冷藏集装箱。制冷装置固定在箱上，这样可以从发货地直接运到收货地点，中途避免多次装卸，即使是几十天的国际海运也能够保持所需要的温度。分

配性冷库的温度也应保持在 $-18^{\circ}\text{C}$ 以下,产品从分配性冷库出来运往当地的零售店时可用冷藏车,也可用保温车。冷藏陈列柜是用于菜场、副食品商场、超级市场等销售环节的冷藏设施,也是水产冷藏链中的重要一环。其设置的温度最好与原冷库一致或相近。

由于冷藏链的发展,水产品长时间的保鲜成为可能,这给水产品的流通形式带来了变化,如收购方式上,传统的委托收购所占比例大大减少,专购、专卖方式所占比例过半,交易形态拍卖形式占了 $1/3$ ,相对交易额大幅度增加。

水产品的活体流通、区域流通性较强。考虑到活体水产品自身成活环境的特殊性以及实际运输操作上的难度,活体的远程流通还有一定难度。但随着区域间合作、全球一体化和运输方式及运输工具发展的现代化、合理化,活体水产品的全国性甚至全球性流通也正逐步实现。

## (二) 食品流通链中食品的质量变化

食品质量主要包括营养质量、卫生质量和感官质量(即色、香、味、形、质)。食品在流通过程中质量变化的共同特点是食品中稳定性较高的大分子物质分解为稳定性较低的小分子物质,使食品的结构发生变化,原来的有序结构不断演变为无序,也就是朝着无序的方向发展,导致食品的稳定性不断减弱,在质量方面表现为营养价值和感官品质逐渐下降。

**1. 部分食品的质量逐渐下降** 在一定环境条件下,食品的质量随着时间的延长而逐渐下降,但质量下降的速度是不均匀的,一般是随着时间的延长而加速,特别是到达某一阶段,食品的质量就会急剧下降。例如,蔬菜、水果在贮藏中一经呼吸高峰就会迅速衰老,脆硬度下降,风味变差;许多生鲜食品和加工食品由于微生物的繁殖和水分含量变化等原因,经过一段时间,质量就会发生明显的劣变,如出现异味,甚至发霉、腐败。当然,不同的食品及相同食品所处的环境条件不同,它们质量下降的速度是大不一样的,有的几天、几周就会发生质变,如鱼、虾、蔬菜、水果;有的几个月、几年,甚至更长时间,其质量都没有明显的变化,如某些干燥食品和罐头。

**2. 部分食品的质量先上升后下降** 畜禽肉在屠宰之后的一段时间为其成熟过程,体内酶的活动使肌肉变得多汁芳香,并有利于人体的消化,因此在这段时间里,食品质量是逐渐提高的,但随着时间的延长,肉品就进入自溶软化阶段,品质逐渐下降。一些低度酒和某些具有后熟性能的果品,在生产或采摘之后的一段时间里,质量也是逐渐上升的,但经过这段时间后,质量就随着时间的延长逐渐下降。这一类型的食品,无论是在质量提高阶段,还是在质量下降阶段,其质量变化速度也都与食品种类和所处环境条件具有密切的关系。

上述两种变化类型的食品,在质量发生剧变之前或开始进入下降阶段的时候,就必须进行适当的处理或改变贮存的环境条件,如畜禽肉必须变常温为低温进行冷藏或冻藏,以防品质急剧下降。

**3. 高度酒的品质逐渐上升** 许多高度酒在生产之后,酒的质量随着贮存时间的延长而提高。其主要原因是酒中所发生的酯化反应是一种缓慢的可逆反应,因此酒中酯的含量随着时间的延长而增多,酒的品质也随之提高。但质量的提高也并非与贮存时间成正比例关系。在贮存初期,酯化反应速度较快,质量上升的速度也较快,如白酒在贮存的前3年内。之后酯化反应的速度减慢,质量的增加也就十分缓慢。因此,这类食品也应该确定适宜的贮存期,既保证达到必需的质量标准,又有利于促进商品流通。

随着经济的发展和水平的提高,人们的食品消费观念逐渐从传统、单一向多样化、便捷化转变,这就要求食品产业必须给顾客提供更好的质量、更大的柔性、更多的选择、更高的价值和更低的价格。食品企业为了保持竞争力,必须不断地缩短产品开发研制周期、改进产品质量、降低生产成本、缩短交货周期。在此前提下,构建我国食品产业的现代物流平台,改变传统的作业模式,通过变革使传统的基础物流向食品供应链物流转变,成为食品企业面临的主要课题。

## 三、食品冷藏链及设备组成

食品冷藏链(简称冷链)是保证副食品和食品品质的先进手段和最佳途径。它是以制冷技术为基