

食品冷藏链 技术与装置

谢 晶 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



食品冷藏链技术与装置

谢 晶 编著



机械工业出版社

本书主要包括国内外食品物流的发展现状及趋势、食品冷藏链及设备组成、食品的保鲜技术、食品冷加工方法和装置、食品低温贮藏、食品的冷藏运输、食品低温销售和消费、冷藏链中的食品安全等内容。

本书可供从事食品物流相关行业的技术人员参考,也可供相关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品冷藏链技术与装置/谢晶编著. —北京:机械工业出版社, 2010.12

ISBN 978-7-111-31997-9

I. ①食… II. ①谢… III. ①食品贮藏—冷藏②食品贮藏—冷冻冷藏设备 IV. ①TS205.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 186636 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:沈红 蒋有彩 责任编辑:高依楠

版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2010 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·17.75 印张·354 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31997-9

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

策划编辑:(010) 88379778

社服务中心:(010) 88361066

网络服务

销售一部:(010) 68326294

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

食品工业是关系到国计民生的产业，也是一个国家经济发展水平的重要标志。近年来，我国食品工业生产总值和销售收入已连续多年位居国内制造业首位，成为我国国民经济的支柱产业之一，并已远远超过汽车工业、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。

随着我国城镇人民生活水平的不断提高，食品消费日益要求方便、安全和健康。现代人的食品消费也出现了快速化、多样化、休闲化、绿色化、保健化的倾向。食品物流作为从农产品到消费者流通过程中的中心环节，对食品工业发展、实现食品营养安全的要求至关重要。我国目前食品冷藏链物流水平与国际先进水平还有很大距离，突出表现在专业人才的匮乏及标准的缺失与不完善上。

针对上述情况，加强人才培养、提高制冷装备的技术水平、完善食品低温物流体系、加快食品物流信息现代化、建立食品物流的标准体系等，是目前我国亟待解决的问题。

本书力求在此方面尽可能多地介绍国内外先进经验和措施，为食品行业相关管理人员和技术人员提供可参考的全面、系统的资料，为行业服务。

本书由于作者水平和资料来源有限，难免存在一些不足之处，恳请读者批评指正。

作 者

目 录

前言

绪论	1
一、食品物流的国内外发展现状及趋势	1
二、食品冷藏链及设备组成	7
三、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	12
第一节 食品的组成	12
一、食品材料的基本构成	12
二、食品的化学组成	13
三、食品的分类	17
第二节 食品变质及影响因素	20
一、食品腐败变质的常见类型	20
二、引起食品腐败和变质的因素	27
第二章 食品的保鲜技术	31
第一节 食品化学保鲜技术	31
一、概述	31
二、食品防腐剂	32
三、食品杀菌剂	35
四、食品抗氧化剂与脱氧剂	38
第二节 食品物理保鲜技术	41
一、食品低温保鲜技术	41
二、食品气调保鲜技术	43
三、减压气调保鲜技术	53
四、臭氧保鲜技术	54
五、其他保鲜技术	55
第三章 食品冷加工方法和装置	60
第一节 食品低温保藏的原理和条件	60
一、食品低温保藏的原理	60
二、食品低温保藏的条件	60
第二节 冷却的方法和装置	67
一、食品冷却时的变化	67
二、食品冷却的方法	69
三、食品冷却的原理与设备	70
第三节 冻结的方法和装置	74

一、冻结速率的定义与冻结时间的计算	75
二、食品冻结时的变化	80
三、食品冻结的方法	85
四、食品冻结的装置	86
第四节 食品解冻方法与装置	93
一、食品的解冻方法	93
二、食品的解冻装置	94
第五节 食品真空冷冻干燥及其装置	100
一、食品真空冷冻干燥的原理和工艺	100
二、食品真空冷冻干燥装置	102
第四章 食品低温贮藏	105
第一节 食品冷藏和冻藏中的品质控制	105
一、食品冷藏时的物理和化学变化	105
二、食品冻藏时的物理和化学变化	107
第二节 冷库及相关仓贮设备	112
一、冷库结构与分类	112
二、冷库热负荷计算	119
三、冷库制冷系统	130
四、冷库配套设施	135
五、食品库内装卸方式与装卸机械	145
第三节 果蔬的气调贮藏	150
一、气调贮藏的原理和方法	150
二、气调库建筑特点及气调库设备	150
三、气调库的方案设计	163
四、典型冷藏食品气调贮藏实例	163
第四节 冷库及气调库的管理	166
一、冷库的管理	166
二、气调库的管理	171
第五节 我国冷藏库的现状与发展趋势	173
一、我国冷藏库建设的现状	174
二、我国冷藏库与国际先进水平的差距	176
三、我国冷藏库建设的未来发展趋势	177
第五章 食品的冷藏运输	179
第一节 食品的陆上运输	179
一、铁路冷藏（保温）车	179
二、冷藏汽车	183
第二节 食品的海上运输	187
一、冷藏船的分类	188
二、冷藏船用制冷装置	188
三、船舶冷藏货舱	190

第三节 食品的航空运输	190
一、航空冷藏运输的特点	190
二、航空冷藏运输的发展前景	191
第四节 冷藏集装箱	191
一、冷藏集装箱的分类和应用	191
二、机械式冷藏集装箱	195
三、冷藏集装箱使用的主要特点	200
四、气调集装箱	201
第六章 食品低温销售和消费	204
第一节 食品冷藏陈列柜	204
一、商用冷冻冷藏柜的分类	204
二、商用冷冻冷藏柜的制冷系统	206
三、商用冷冻冷藏柜内温度的控制	207
四、食品在商用冷冻冷藏柜中存放的要求	208
五、陈列柜的合理使用与节电措施	208
第二节 食品在冰箱中的贮藏	209
一、家用冰箱的分类	209
二、食品在家用冰箱中存放的要求	211
三、家用冰箱的选择和节电措施	213
第七章 冷藏链中的食品安全	216
第一节 食品安全概论	216
一、食品物流质量安全的现状	216
二、食品物流的质量安全特性	218
三、食品物流质量安全控制的意义	219
第二节 食品流通中的安全技术	220
一、HACCP 在食品冷藏链中的应用	220
二、典型蔬菜冷藏链物流与 HACCP 的应用实例	234
三、食品的 TTT 概念及货架期的监控	239
四、时间温度指示器 (TTI) 及其发展现状	246
第三节 食品溯源技术	252
一、可追溯系统概述	252
二、基于食品链的食品溯源系统解析	254
三、猪肉安全控制与可追溯系统溯源信息的分析和确定	259
第四节 典型的食品冷藏链	272
一、水产品冷藏链	272
二、冷却肉制品冷藏链	273
三、蔬菜水果冷藏链	274
四、乳制品冷藏链	275
参考文献	276

绪 论

食品行业和农业关系紧密，是关系到国计民生的产业，也是一个国家经济发展水平的重要标志。改革开放 30 多年来，我国的食物行业得到了快速的发展，食品工业生产总值和销售收入已连续多年位居我国制造业首位，并已远远超过汽车工业、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。而食品物流，作为从农产品到消费者流通过程中的中心环节，对食品工业发展、实现食品营养安全至关重要。“十一五”时期是全面建设小康社会的关键时期，也是贯彻落实科学发展观、推进社会主义新农村建设的第一个五年规划期。站在这个新的历史起点上，食品物流行业要把握好这个重要的战略机遇，按照落实科学发展观的要求，全面提升行业自身的水平，为推动我国建立现代物流贮运配送体系，提高食品产品的附加值做出新的贡献，这对实现我国食品科技水平达到国际先进水平，实现我国食品行业的可持续发展具有重大的意义。

一、食品物流的国内外发展现状及趋势

（一）国内外发展现状

1. 国外食品物流产业发展现状 现代生活中，食品消费日益趋向方便、安全、健康，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，对食品安全要求也越来越严格，这对食品物流提出了较高的要求。目前西方发达国家采取了多种措施，从食品生产的源头到生产工艺、生产和运输的外部环境，以及易腐食品的可追溯性和物流过程中的接口管理等方面都有了较大进展。发达国家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%，并利用先进的信息技术对食品流通全程监控，以及利用 EDI 等先进的信息技术，广泛采用铁路、公路、水路的多式联运形式进行食品流通。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、零售店等冷藏链节点，使消费者可以消费优质、安全的食品。在发达国家中，美国、荷兰和日本的情况比较有代表性。

1) 美国的农业生产和贸易居于世界领先地位，食品物流量大且非常频繁。在 2004 年美国谷物期末库存就达到 5000 多万 t，占世界第一位。由于美国农产品生产产品种类繁多，长期处于稳定状态，食品生产和贸易活跃，在这种条件下，美国形成了一个庞大、通畅、高效的农产品物流体系，也是目前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，

尤其公路、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，网络提供给农民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，农业占美国电子商务的比重达到8%，列各行业的第五位。美国食品物流呈现规模化、专业化和社会化的特点。在初级农产品生产过程中，都是利用机械化作合作，对大量的连片土地进行耕种和收获，以节约劳动力资源。美国食品物流业具有一批专业的人员，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。包括技术推广和咨询服务、购销服务和信息服务，同时还提供包括信贷和保险、农场管理咨询、法律求助、会计和土地测试等服务项目。为了保证果蔬质量和降低损耗，美国非常重视果蔬采后的环节。形成了一整套的包括果蔬采后预冷、分级、清洗、打蜡和包装的程序。所有的果蔬产品在销售时，都在包装上详细地标注名称、净重、等级、生产厂家和电话等。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条件下，形成一个包括田间预冷、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藏链体系。由于采后处理得当，美国的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价格稳定。还建立了多级的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，主要包括农业协会和产销一体化组织。美国的各种专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。在美国建立了较为完善的食品追溯系统且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已经通过使用条形码标注产地和生产厂家的信息，来对食品品质从供应链上游的源头开始管理。另外，比如对畜产品使用电子耳标识和相关数据收集卡，来追踪牲畜的免疫记录、健康记录和饲养记录等，这些措施使得食品在销售过程中保持其较高的品质。

2) 欧洲的食品物流以荷兰最为典型，这主要是由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,鹿特丹港和斯希波尔机场是最为著名的代表,58%的农产品和食品都是通过这两个机场运往世界各地的。与这些航空运输网络配套,在港区四周遍布高速公路,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着很高的声誉。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%。

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。通过利用收集、鲜贮、包装等程序标准化生产,将来自全国、乃至欧盟各地的农产品集散到世界各国,成交的农产品迅速由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向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,注重发展冷冻冷藏业,冷藏链技术发达。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。

3) 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,这样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,小而分散的生产规模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,该国非常重视发展农业协会的作用。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%经由批发市场后与消费者见面。日本通过发展以农产品中心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、小包装包装、食品分级和电子配送等业务。同时还加强食品物流信息技术的建设,依托市场为载体,建立全方位的信息网络,这为保障农产品的供应数量、品种和品质,起到了十分重要的作用。信息通过互联网、电视、广播、报纸和电话等传播媒介,最大限度地实现了农产品信息资源共享。

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、欧洲和日本在冷藏链物流研究和教育中处于领先地位。

2. 我国食品物流产业发展现状 经过几十年的发展,我国的食品贮运物流产

业已经有了很大进步。20 世纪 50 年代,为肉制品外贸出口改装了一部分冷藏保温车辆,这是新中国食品冷藏链发展的开始。1982 年,《食品卫生法》的颁布,推动了我国食品贮运物流的起步。近 20 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发展空间。以一些食品加工企业为先导,已经不同程度地在企业内部建立了食品物流体系。包括速冻食品行业、肉制品加工企业、奶制品企业及大型快餐连锁企业。同时冷库容量也逐步成倍增加,出现了一些低温配送中心。近年来,我国食品零售业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,也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、销售超市的连锁化等特点也使我国食品物流配送向精细化和小批量多品种方向发展。

近些年来,我国果蔬、肉类、水产品和奶类产品的生产发展很快,年均增长率分别为 37.8%、11%、24% 和 7.8%。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要,我国在 1999 年启动了包括开辟食品流通绿色通道的三绿工程。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,来提高绿色流通网络服务水平;为了流通过程中的食品安全,建立食品流通源头检测制度,对质量不达到国家标准食品不得运输;鲜活食品要在流通过程中采取有效的保鲜措施,严防流通过程中的变质和二次污染。

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,引起食品安全问题。随着我国经济的发展和人们生活水平的提高,食品安全问题也越来越受到重视。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、危害分析关键控制点(HACCP)以及现代化的冷藏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,并获得了成功。如“太太乐”鸡精专门成立了物流部,将自己的物流业务全部外包给了第三方物流企业,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,太太乐公司有效地降低了庞大的物流成本,目前太太乐鸡精的食品物流成本仅在 10% 左右。光明乳业集团成立了专门的物流事业部,将公司所有食品的物流服务集中起来,实现统一管理。该事业部不但负责光明乳业所有产品的物流,还是一个第三方物流企业,承担一些其他食品公司的物流业务,包括肉制品和豆制品等需要进入全程冷藏链的食品。我国著名肉类生产企业双汇集团采用了自营物流模式,共有约 200 多辆冷藏食品车辆承担公司产品的物流业务。除此之外,我国还有众多的第三方物流企业如中铁

现代物流、中外运、达成集团等也纷纷涉足食品物流领域,提高了我国整体食品物流的水平。

在食品物流产业中,由于管理不善、技术不成熟而导致物流成本的大幅提高,其根本原因,还是在于缺乏专业化的人才队伍。当前,我国现代食品供应链管理人才的匮乏,已经成为制约食品物流和食品行业发展的瓶颈,所以加快我国食品物流教育发展,培养大批的相关专业人才是目前我国食品物流教育的当务之急。

我国在食品冷藏链物流方面还没有系统而专门的法规、规章,从内容和行业管理上受《农产品质量安全法》、《食品卫生法》、《产品质量法》等相关法规规范。这些法规基本上起到了维护和推动食品冷藏链物流的作用。但是,目前我国食品冷藏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。上海市经济委员会组织有关行业协会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》于2007年5月经上海市质量技术监督局组织会审通过,并于2007年10月起在上海市实施。这是我国第一个关于冷藏链物流规范管理的地方标准,期望不久的将来,国家有关部门能组织力量编制出食品冷藏链规范的国家标准,使如何确保食品“从田间到餐桌”的全程安全成为全社会的共识。

(二) 我国食品贮运物流发展展望

现代社会中,人们的食品消费向着多元化方向发展,人们不仅要求食品产品具有较高的质量和新鲜度,还要求具有较高的安全性,这就对食品物流有了更高的要求,这也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以后,大量资金雄厚的经营食品产品的外资企业进入我国投资或设厂,必然对我国食品物流发展起到推动作用。从目前的情况来看,食品冷藏链在未来几年会有较大的发展,我国食品物流正面临着发展的巨大机遇。以下是对食品物流行业未来几年重点发展的领域的展望。

1. 加快食品物流基础设施建设 当前,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相关工作,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。所以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的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,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和国外仍有一定差距。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,我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,形成销售的共同质量标准,要建立现代化的食品物流园区和物流配送中心。改变我国的农产品配送中心功能相对比较单一的现状,实现农副产品批发交易市场的相关物流的主要功能,包括电子商务、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,学习建立专业性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,还要提供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和实行计算机信息化管理,以及为了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瓶颈是技术问题,信息技术对高效物流至关重要。食品物流业的信息化起步较晚,信息化的基础比较薄弱。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。对于我国食品物流业来说,要加快食品物流信息现代化,就要引进和吸收国外食品物流的先进技术和管理方法;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个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。在我国加入世界贸易组织之后,食品物流行业也面临着更多的激烈竞争,必须做好充分的准备。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。

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值低,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。而且对物流的基础设施、技术含量和操作等方面都有较高的要求,所以它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。食品第三方物流市场实际上是一块尚未得到有效开发的处女地。

6. 加速食品物流专业人才的培养 食品物流是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。我国的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问题。

二、食品冷藏链及设备组成

冷藏链是在 20 世纪随着科学技术的进步、制冷技术的发展而建立起来的一项系统工程。它是建立在食品冷冻工艺学的基础上,以制冷技术为手段,使易腐农产品从生产者到消费者之间的所有环节,即从原料(采摘、捕、收购等环节)、生产、加工、运输、贮藏,到销售流通的整个过程中,始终保持合适的低温条件,以保证食品的质量,减少损耗。这种连续的低温环节称为冷藏链(Cold Chain),建设冷藏链要把所涉及的生产、运输、销售、经济和技术性等各种问题集中起来考虑,协调相互间的关系,以确保易腐农产品的加工、运输和销售。

(一) 冷藏链主要环节

食品冷藏链中的主要环节有原料前处理环节、预冷环节、速冻环节、冷藏环节、流通运输环节、销售分配环节等。

原料前处理、预冷、速冻这三个环节都是食品冷加工环节,可称它为冷藏链中的“前端环节”;冷藏环节,主要是冷却物冷藏和冻结物冷藏,这是冷藏链的“中端环节”;销售与分配环节,是冷藏链的“末端环节”;而冷藏运输则贯穿在整个冷藏链的各个环节中。

原料前处理、预冷、速冻,对冷藏链中冷食品(指冷却和冻结食品)的质量影响很大,因此前端环节是非常重要的。

（二）冷藏链主要装备构成

贯穿在整个冷藏链各个环节中的各种装备、设施主要有原料前处理设备、预冷设备、速冻设备、冷藏库、冷藏运输设备、冷冻冷藏陈列柜（含冷藏柜）、家用冰柜、电冰箱等。如图 1 所示。

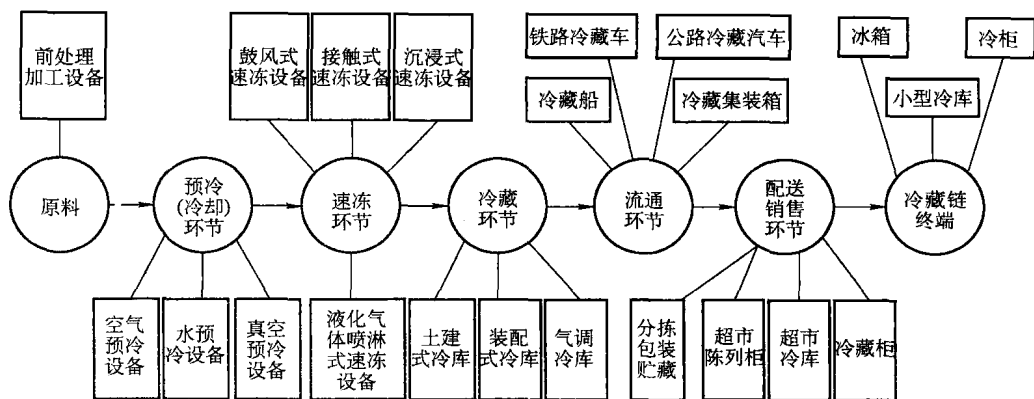


图 1 构成食品冷藏链的装备

（三）冷藏链的特点

由于食品冷藏链是以保证易腐食品品质为目的，以保持低温环境为核心要求的供应链系统，所以它比一般常温物流系统的要求更高，也更加复杂。

首先，它比常温物流的建设投资要大很多，它是一个庞大的系统工程，以冷藏库建设为例，一个中型冷藏库的造价约是一个同样规模的常温仓库的 2~3 倍；其次，易腐食品的时效性要求冷藏链各环节具有更高的组织协调性，冷藏链运行的关键是不能出现断链；最后，食品冷藏链的运行成本始终和能耗成本相关联，有效控制运作成本与食品冷藏链的发展密切相关。

三、国内外食品冷藏链的发展现状与展望

（一）国外食品冷藏链的发展现状

资料表明，水果和蔬菜总量的 50%，肉、鱼、奶等易腐食品的 100% 都需要冷藏，这样才能减少损耗，据 2007 年国际制冷学会的统计，目前全球需要冷藏链流通的农产品和食品的数量是 180 亿 t，而事实上仅有 40 亿 t 能够在低温下流通。发展中国家为改善食品保存、降低食品采后损失所做的工作更少，故采后损失十分严重，而且冷藏链不连贯，冷藏链装备主要是设置在城市、港口的冷藏库。因此发展中国家的冷藏链建设还远远谈不上完善。

冷藏链是保持食品原有色、香、味的重要手段，而且成本较低，保鲜时间较长。因此，世界各国普遍采用这一方法。美国人巴尔里尔（A. Barrier）和英国人莱迪齐（J. Aruddich）于 1884 年分别提出食品依托冷藏链流通的方法。但是，直

到 1945 年后, 冷藏链才在发达国家得以快速发展。1958 年, 美国的阿萨德等人提出的冷冻食品品质保证的时间、温度、耐藏性的容许限度, 即“3T”概念; 随后美国的左尔补充提出冷冻食品品质还取决于产品冻前质量、加工方式、包装等因素, 即“3P”理论; 后来又有人提出冷却保鲜、清洁、小心的“3C”原则。这些理论不仅成为低温食品加工流通与冷藏链设施遵循的理论依据, 更重要的是它奠定了低温食品与冷藏链发展和完善坚实的理论基础。现在人们对冷藏食品又有了新的要求, 不仅要求食品质量可靠、品种多样化, 而且要有优越的感官特性(色、香、味俱全)以及增加各种信息的透明度。这对冷冻冷藏食品的加工贮运也提出了更高的要求。

在发达国家建立和完善冷藏链花了几十年的时间。美国早在 20 世纪 20 年代就提出了冷藏链的概念, 50 年代就已经系统地研究了冷藏链, 并从第二次世界大战后就开始具体实施; 日本于 20 世纪 60 年代专门赴美国考察, 随后从 1965 年起将发展冷藏链列为国家的产业政策之一, 然后花了 20 年时间才基本建成; 印度政府授权国家园艺委员会与全印工商联合会(FICCI), 在国际冷藏库协会(IARW)与世界食品物流组织(WFLO)协助下, 与 1998 年 11 月成立了高级专家委员会, 将建设冷藏链作为国策提出, 并给出了实施方案。评价一个国家冷藏链的发展水平可用冷藏链的建设完成率来表示, 国外发达国家如西欧国家和美国、日本等在 20 世纪 80 年代这一指标已达到或接近 100%, 食品冷藏链在发达国家已经基本完善。无论是人均冷库占有量、预冷站的建设, 还是易腐食品的冷藏运输率均达到了比较高的水平。

(二) 我国冷藏链技术和装备发展状况

我国的冷藏链建设最早始于 20 世纪 50 年代的肉食品外贸出口, 并改装了一部分保温车辆。1982 年, 我国颁布了《食品卫生法》, 从而推动了食品冷藏链的发展, 但真正起步是在 20 世纪 90 年代以后, 即使在上海这种现代化大都市也只是在近十几年才有了实质性的进展。自 20 世纪 90 年代中期后, 随着我国国民经济稳定持续增长, 食品工业的迅猛发展, 食品冷冻、冷藏行业得到新的增长。据有关部门不完全统计, 截至 2002 年底, 年营业额在 500 万元(含 500 万元)以上的食品冷冻、冷藏企业约 2 万余家(包括是加工企业内的冷库车间及冷藏库), 就业人员 250 万人。至 2007 年底, 全国冷库容量约为 1000 万 t/次(包括高温冷藏及低温冷藏), 其中冻结物冷藏库约占 70% 左右、冷却物冷藏库约占 30% 左右; 冷库的库体结构形式分为土建冷库与装配式冷库, 全国冷库绝大多数是土建冷库, 约占 70% 以上, 装配式冷库约为 200 万 t 以上; 冻结食品能力约为 20 万 t/日, 冻结食品年产量约为 600 万 t(包括农产品、畜产品、水产品); 制冰能力约为 12 万 t/日, 产冰 700 万 t, 贮冰能力约为 90 万 t/次; 现有各类冷藏汽车 3.1 万辆, 公路冷藏运输的年运量从 1258 万 t(2001 年)增至 1767 万 t(2005 年), 各类冷藏船总吨位 10 万

t, 各类铁路冷藏列车 8000 辆, 远洋使用的冷藏集装箱 1 万多个; 我国冷藏集装箱制造业发展迅速, 正逐步成为世界冷藏集装箱生产的大国, 每年生产国际标准冷藏集装箱约 4000 只。食品冷冻、冷藏业为满足食品工业冷冻、冷藏、保鲜、保温需求, 为食品种类的不断丰富、品质的提高、结构的优化, 充分利用我国食物资源, 减少腐败变质损失, 提高农产品附加值, 提高我国在国际食品市场的竞争力, 为食品工业的发展发挥了重要作用。但就我国当前情况而言, 原有冷链设施一般自成系统, 时有断裂, 不能联网, 效率低下, 距离构建现代化低温物流体系差距还很大。

以蔬菜为例, 在我国 90% 以上的蔬菜都不经过任何低温处理就直接进入流通领域。这造成我国每年有 30% 的蔬菜在中转运输、存放中损耗, 蔬菜损耗量高达上亿吨, 而发达的美、英、日等国家, 为了保证质量和降低损耗, 蔬菜采摘后要经过一整套保鲜处理。采收和田间包装→预冷(冰冷、水冷、气冷)→清选与杀菌→打蜡或薄膜包装→分级包装。蔬菜物流始终处于采后需要的低温条件, 形成一条“冷链”, 即田间采后预冷→冷库、冷藏车运输→批发站冷库→自选商场冷柜→消费者冰箱。由于处理及时得当, 美国蔬菜在加工运输环节中的损耗率仅为 1%~2%。

2006 年我国蔬菜种植面积 1818 万公顷 (1 公顷 = 10^4 m^2), 总产量 58233 万 t, 占全球总产量的 60%, 无论是在品种上还是产量上在世界都是名列前茅, 已成为蔬菜生产和贸易的第一大国, 水果总产量(含瓜果)达到 17050 万 t; 全国肉类总产量达到 8051 万 t, 占全世界肉类总产量的近 30%, 我国猪肉, 禽类产量达到世界第一位; 我国水产养殖产量连续 17 年居世界首位。目前已占全球总产量的 70% 左右。2006 年全国水产品总产量达到 5290 万 t; 奶类总产量 3290 万 t。上述农产品中近半数易腐产品。

然而, 我国由于冷链物流及设施设备安装落后且严重不足, 食品物流中低温物流的比例一直很低。以公路运输为例, 我国易腐食品的冷藏运输只占运输总量的 20%, 其余 80% 左右的蔬菜、禽肉、水产品大多是用普通货车运输, 而且易腐食品的装运等大多在露天进行, 而不是按照食品保藏和安全的要求在冷库和控温场所操作, 而英美等发达国家易腐食品供应链中的冷藏率已达 80%~90%。据统计, 常温流通中, 果蔬损失约 20%~30%, 粮食损失 12%~15%, 肉干耗 3%, 大量食品在运送过程中腐坏, 造成极大的浪费, 提高了物流成本, 而且破坏了环境。我国食品行业的物流费用占到产品销售额的 30%~60%, 生鲜产品的物流成本更是占到了产品销售额的 70%, 按照国际标准, 食品物流成本最高不能超过 50%。

因此, 建立农产品冷链任重道远, 要建立完整的冷链这一系统工程的任务还相当艰巨, 今后应重点加强水果、蔬菜冷链的建设。随着我国国民经济的持续增长, 人民生活水平不断提高, 食品工业迅速发展, 产品种类不断丰富, 质