

易腐食品

贮运技术

谢如鹤 欧阳仲志 李绍荣
陈善道 张淑芹 主审



中国铁道出版社

易腐食品贮运技术

谢如鹤 欧阳仲志 李绍荣

陈善道 张淑芹 主审

中 国 铁 道 出 版 社
1998年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书从易腐食品的生产与运输的实际情况出发,阐述易腐食品的贮运特性与条件,贮运的地面设施和运输工具,运输组织的基本理论和知识,易腐食品运输条件,“冷藏链”与“保鲜链”的要求及发展。

书 名:易腐食品贮运技术

著作责任者:谢如鹤 欧阳仲志 李绍荣

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:胡舜珩

封面设计:赵敬宇

印 刷:北京市燕山联营印刷厂

开 本:787×1092 1/32 印张:9.125 字数:198 千

版 本:1998年5月第1版 1998年5月第1次印刷

印 数:1—3000 册

书 号:ISBN 7-113-02892-6/U·785

定 价:13.10 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

序

世界冷藏运输事业在飞快地前进，我国易腐食品的生产正以雨后春笋之势迅猛增长，时代呼唤着我国冷藏运输事业急起直追，呼唤着易腐食品运输科技知识的普及和提高。

《易腐食品贮运技术》一书由冷藏运输学术界的一代新秀执笔，内容新颖、资料丰富、笔调清新、实用又给人以深层次的启迪，涵盖了国内外铁路、公路、水路冷藏运输的各个方面，概括了主要的研究成果和实践经验，是一部难得的好书。

《易腐食品贮运技术》一书的出版必将象春风一样吹绿“江南岸”，象及时雨一样浇灌蓬勃生长的冷藏运输“新苗”。“高楼晓见一花开，便觉春光四面来”，但愿它的出版成为我国冷藏运输事业大发展、科技大繁荣的信号。相信我们不会再等得太久。

孙桂初

1997年8月

前 言

改革开放以来,我国易腐食品的生产有了很大发展。1978年至1993年,全国肉蛋奶生产总量及人均占有量连续15年增长,继1985年禽蛋产量跃居世界首位之后,1990年我国肉类总产量也成为世界第一。易腐食品生产的迅速发展,使我国人民的生活有了明显的改善,人民对食品的要求也越来越高。目前我国的膳食结构已基本达到2000年的营养标准。调查结果表明,我国年人均摄入谷类160 kg,薯类32 kg,豆类4.1 kg,肉禽类21 kg,水产类10 kg,蛋类6 kg,奶类5 kg,植物油8 kg,蔬菜114 kg,水果18 kg。

随着消费水平的提高、生活节奏的加快,人们对各种调理食品、速冻食品、方便食品等有了更高的要求,各种新产品也就应运而生,并且发展很快。

但在易腐食品生产发展的同时也存在许多问题,使各种产品不同程度地存在“一流原料、二流加工、三流包装、四流贮运、五流价格”的状况。除了管理与监控方面的问题外,一个重要的原因是由于产品加工、贮藏、保鲜、运输与流通的设施落后、数量不足、技术薄弱。如目前我国果品贮藏保鲜量只达到总产量的20%(发达国家一般在50%以上),水产品加工量仅占总产量的22.7%(发达国家一般在70%)。这些因素导致易腐食品大量损耗、品质下降和市场供应期短。易腐食品的大宗、长途运输主要是通过铁路来进行。但目前铁路冷藏车仅5 000余辆,冷藏运输率只有20%左右,绝大部

分是采用棚敞车车内夹冰、外包隔热材料的“土冰保”方法进行运输（水果、蔬菜的这一比例高达95%）。加之产地缺乏产品预冷包装站、销售地缺乏周转冷库及适宜的作业场所，以及许多易腐食品贮运条件处置不当，致使易腐食品在运输中的腐损率高达30%左右，每年的腐烂变质（主要在贮运中）损失高达数十亿元之巨。

为了解决这些问题，中国科协于1994年5月在北京召开了“全国提高鲜活农产品质量学术讨论会”，并提出了许多建议。其中之一是“从产前、产中和产后运输、流通、加工各环节着手，研究鲜活农产品保鲜、保活新技术”，这也正是编写本书的目的。

随着市场经济的发展，在易腐食品的生产、经营与流通中也发生了深刻的变化，从过去的国营大中型企业为主逐渐向专业户和合作户转化。这些专业户或合作户往往缺乏科学技术，致使易腐食品腐烂变质的情况更为严重，既造成了食品资源的极大浪费，又引起巨大的经济损失，并对物价的稳定不利。此外，由于易腐食品新品名的不断出现以及冷藏运输工具的发展，科学合理地确定适宜的贮运条件也越来越紧迫。因此，亟需有关易腐食品贮运技术方面的工具书作为参考指导。

该书的编写分工是：谢如鹤为绪论，第一、二、三、五章及部分附录，并负责全书的统稿与定稿工作；欧阳仲志为第四章及部分附录；李绍荣为第六章。全书由陈善道、张淑芹主审。在本书的编写及文整过程中得到了长沙铁道学院罗贵秀、叶德春、贺世泉等同志的大力帮助，铁道部车辆局胡秀宽以及丰台保温车辆段也提供了许多资料，在此表示衷心的感谢。此外对有关参考文献的作者，也在此一并致谢。

原国际制冷学会委员、北方交通大学孙桂初教授审阅了全部书稿，并欣然作序，作者在此表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中错漏之处敬希广大读者指正。

作者

1997年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 易腐食品的“冷藏链”	(8)
第一节 “冷藏链”	(8)
第二节 “保鲜链”	(16)
第三节 “冷藏链”的历史与现状	(20)
第二章 我国易腐食品的生产布局与运输流向	(26)
第一节 易腐食品的生产	(26)
第二节 易腐食品的生产布局	(34)
第三节 我国易腐食品的运输流向与运量 构成	(42)
第三章 易腐食品的贮藏工艺	(46)
第一节 概 述	(46)
第二节 易腐食品的性质与腐败	(49)
第三节 易腐食品的贮藏工艺	(54)
第四章 易腐食品的运输工具	(78)
第一节 铁路冷藏车	(79)
第二节 冷藏汽车	(109)
第三节 冷藏集装箱	(124)

第四节	冷藏船	(137)
第五节	冷藏运输工具的热计算	(143)
第五章	易腐食品运输相关的地面设施	(151)
第一节	冷藏库	(151)
第二节	易腐食品的预冷与预冷设备	(182)
第三节	制冰厂	(192)
第四节	加冰设施	(213)
第五节	机械冷藏车运用有关设施	(228)
第六章	易腐食品运输组织与运输条件	(232)
第一节	运输组织基础知识	(232)
第二节	运输组织各环节的要求	(243)
第三节	主要易腐货物的运输条件	(256)
附录		(270)
附录 1	水果、蔬菜的呼吸热	(270)
附录 2	易腐食品的冷藏工艺要求	(271)
附录 3	用于陆上运输的部分易腐食品的 推荐温度	(274)
附录 4	铁路冷藏车的技术参数	(276)
主要参考文献		(280)

绪 论

易腐食品，在运输中通常称为易腐货物，这类食品若按一般条件保管和运输极易受到外界条件的影响而损害其品质。运输中常见的易腐货物有：肉及肉制品、鱼及鱼制品、奶及某些奶制品、水果、蔬菜、冰、部分罐头食品等。

易腐食品运输技术是研究易腐食品运输方法、运输条件和运输组织的一门应用科学。它主要涉及食品科学、生物化学、制冷技术及运输组织等学科领域。其目标是综合运用各种防腐保鲜措施，最大限度地保持易腐食品的原有品质，安全、迅速、经济、便利地将易腐货物送达消费者，以便更好地满足人民日益增长的生活需要，促进国家的经济发展。

一、易腐食品运输的意义

“民以食为天”。食物是人体生长发育、更新细胞、调节人体机能必不可少的营养物质，也是产生热量保持体温、进行各项活动的能量来源。早期人类对食品的认识仅仅是为了生存，以后逐渐发展到利用食物来治病，争取健康长寿。我国古代就有“医食同源”、“药膳同源”之说，《黄帝内经·素问》中有“五谷为养，五果为助，五畜为益，五菜为充”的食物与养生的记载。

人类的食物，除少数物质如盐类外，几乎全部来自动植物。这些食物原料或其生鲜成品易于腐烂变质，需要进行特殊处理才便于贮藏与运输。因此如何选择最经济、最合理、最

安全的贮运方法，是保证这些易腐食品质量的关键。

易腐食品运输的意义主要体现在以下几方面：

（一）保障供给，调节市场，改善生活

采用铁路、公路及水路等运输方式可以将大量的易腐货物从产地运往消费地，满足人民的生活需要，丰富人民的“菜篮子”，并起到平抑物价、在空间和时间上调节市场的作用。南菜南果的北运，四川、湖南、湖北等地的冻肉外运等就是如此。例如 1995 年上半年，广东省就从四川、湖南等地调运并储备了猪肉 34 000 多吨、蛋品 2 500 t、水产品 3 005 t。因此，尽管下半年产地供应价格提高了 15%，但由于储备充足，对广东的销售价格影响不大。

（二）促进农村经济的发展

易腐食品的原料产地都在农村，在许多地区，易腐食品的生产是当地的主要经济来源。如四川资中县，其柑桔产值是全县各类经济作物的第二位，仅次于粮食生产；广东高州地区的香蕉产值达一亿元以上，也是产值大户。但是，没有运输，没有足够的运输能力和科学的运输方法，易腐食品的生产势必受到限制甚至带来严重损失。例如两广的香蕉就有“香蕉大丰收，运输不畅使人愁”而不得不砍掉蕉树改种粮食的历史。广东阳春县曾经历过一个“黑色八月”，香蕉丰收进入八月上市高峰期，大量香蕉因运不出去而积压腐烂或倒进河里。在三茂铁路开通以后，运输能力大大提高，情况才根本改观，使农民的经济效益明显增加，又掀起了耕山种果的热潮。再如素有“维 C 之王”的猕猴桃，在湘、鄂、川、豫等地均有生产，但因其极易腐烂而又未找到适宜的运输方法而不敢运，只能听其自然生长，不能大量开发利用，使得当地的自然优势得不到充分发挥。相反在国际市场上有名的所

谓“奇异果”亦即“中华猕猴桃”竟是新西兰等国生产的。

（三）出口创汇，支援国家建设

每年我国的鲜活易腐食品在香港市场上创汇达数亿美元，特别是猪肉、牛肉、鸡蛋等占据绝大部分市场，这与自60年代初以来开行的三趟供港鲜活货物快运列车是分不开的。快运列车开行30多年的经验是确保“优质、及时、均衡、适量”这一对港供货原则的实施。这条经验也可作为易腐食品运输的准则。

又据统计，1992年全国经济林产品年出口量已超过100万t，出口创汇达12亿美元，而其中的易腐食品——水果占有相当大的比例。又如广东南海县，1987年建立的蔬菜加工厂，主要进行荷兰豆、荸荠、竹笋、青刀豆、蘑菇以及叶菜类等20多个蔬菜品种的速冻深加工，仅1991年就出口速冻蔬菜6500t，创汇515万美元。这也是实现鲜活农产品的生产和加工从“粗放”到“集约”的具体途径。

二、我国易腐食品运输今昔

易腐食品的运输历史悠久，但现代的冷藏运输还只有100多年的历史。以铁路运输而言，美国的冷藏运输发展得最早，1851年造出了第一辆用锯末隔热、用冰冷却的冷藏车，并成功地运送了一车黄油，此后俄国等其他国家也先后制造了铁路冷藏车。我国的铁路冷藏运输始于1903年胶济铁路上出现的3辆鲜鱼冷藏车，经过约半个世纪到1949年解放时，全路总共有89辆破烂的杂牌冷藏车和一些隔热车。建国前我国的易腐食品的冷藏运输可以用三个字概括：少、偏、低。所谓少即易腐货物的运量少、设备少，只有为数不多的冷藏车，

运量只有几十万吨，没有制冰加冰设备，全国冷库容量只有3万t；所谓偏，是指发展不平衡，业务和设备主要集中在沿海地区；所谓低，是指运输技术水平低，运用管理效率低，运输质量低。

建国后，易腐食品的运输发生了根本的变化。首先表现在运量迅速增长，铁路的易腐食品运量从1951年的不足100万t，迅速发展到了1961年的245万t，1981年的743万t，1992年达1227万t。其次是技术装备根本改善，1993年底全国共有冷藏库450多万吨库容，在沿海省市约1000艘渔船上推广了隔热舱保鲜技术，建造和进口了冷却海水保鲜船、冷藏运输船各十余艘，1992年远洋渔业公司投入了447艘装有制冷装置的渔船；公路和海运冷藏集装箱也有了一定的发展，有十多家能生产冷藏集装箱的厂家；铁路运输的地面设施已基本配套成网，现有21个加冰所，其中14个带有机制冰厂，有5个机械保温车辆段，有一个冷藏车生产厂，年产冷藏车约600辆，截止1994年底，共有铁路冷藏车约6000辆。第三是技术水平大大提高，如冷藏汽车的国产化，铁路冷藏车向国产化发展，冷藏集装箱的研制以及新冷源的研究与试验，在这些方面均取得了可喜的进展。第四是在运输条件与运输组织方面积累了丰富的系统的经验，如各种运输管理规章的建立，各种易腐食品运输条件的研究与完善，铁路快运列车的开行以及冷链运输各环节的协调配合等。所有这些都使得易腐食品的运输质量大为提高。

三、我国易腐食品运输的特点与发展趋势

（一）我国易腐食品运输的特点

1. 品种繁多、流向复杂、流量分散

我国地域辽阔，海岸线长，兼有寒、温、亚热带三种气候区，因而物产十分丰富，易腐食品品种繁多。如鱼类有 2 000 多种，水果有 300 余种，蔬菜有几千种。

几乎所有的易腐食品都可通过运输来调节消费市场，除少数大宗货物的流向较为明显和稳定外，大多数的易腐货物流向和流量都较为分散。

2. 组织工作复杂、技术性强

我国气候的一个重要特点是，夏季南北各地普遍高温，冬季则气温相差悬殊。因此同一地区在不同季节的运输方法不同，并且同一季节在车辆经过不同地区时所需要的条件也不同，在一次运程中可能兼有冷藏、保温和加温等多种方法。

3. 运输量不均衡、波动系数大

由于易腐食品生产的地域性，使其运输的流向极不均衡，因而造成的车辆空率较大；又由于生产的季节性，使得其运量在季节上波动较大，从而对运输设备要求有较大的后备能力。

4. 平均运程较长、运送期限要求短

以铁路而言，平均运程在 1,500~2 000 km，最长的达 3 000~4 000 km，但由于其易腐性，要求尽快送达目的地，以最大限度地保持其原有品质，因而给行车组织带来了很大的困难。

5. 运输成本高

这一方面是因为车辆造价高，一般冷藏车要比普通货车的造价高数倍甚至十余倍，因而其折旧和大修费用也高得多；另一方面是与运输配套的地面设施多，因而其投资及分摊的折旧与运营费也多；此外，运输的技术要求高，需要采取特殊的运输条件（如冷藏、加温等）；第四，运行组织困难，需

要采取快速编挂、快速取送、快速运行等特殊措施以加快其运送速度。

6. 易腐食品的运输一直以铁路为主

目前铁路担负的易腐食品运量约占总运量的 80%~90%，由公路汽车担负的约 10%，而水路和航空的运量则很少。如 1987 年广东省外运的易腐食品铁路完成 93.4%，公路完成 5.7%，水路完成 0.8%，航空完成 0.1%。

7. 易腐食品的冷藏运输率不高

在铁路易腐货物运输中，冷藏运输率只有 20% 左右，大部分是通过棚敞车直接运送或采取“土冰保”的方式运送；在公路运输中冷藏运输率更低，而且在冷藏保温汽车中只有 15% 的冷藏车。因而易腐食品在运输中腐损率达 20%~30%。全国每年因此而造成的直接经济损失十分巨大。

8. 没有形成真正的“冷藏链”

易腐食品的产贮运销各环节在设备数量上不协调、在作业组织上亦不协调，例如没有果蔬预冷设施，运输环节的能力薄弱等等。

(二) 发展趋势

1. 重视“冷藏链”的建设 商业部与交通部曾立项对此进行研究，铁道部也多次立项研究发展冷藏链的问题。但这是一个牵涉面很广、投资需要量很大的系统工程，需要有关部门的重视和协调配合才能有较大的发展。

2. 发展保鲜运输 即在运输过程中综合利用各种保鲜手段，最大限度地保持食品的原有品质，如运用各种保鲜防腐剂及气调技术并结合冷藏，进行多元保鲜运输。

3. 发展冷藏集装箱 冷藏集装箱由于能很好地保持冷的连续性这一明显优点而得到普遍认可。现有许多制造厂家正

在加紧研制，有些单位并进行过多次运输试验。

4. 重视对运输条件的研究 目前对于名优特新果蔬（如荔枝、龙眼等）运输条件的研究已取得成果，对花卉运输条件的研究也正在积极进行之中。

第一章 易腐食品的“冷藏链”

第一节 “冷 藏 链”

一、概 述

降低温度可以抑制食品中微生物的生长繁殖，能减弱食品自身生理活动的强度。因此适宜的低温能有效地延长易腐食品的贮藏期，保证其贮运质量。

在低温下产、供、运、销易腐食品的系统称为冷藏链。它是以制冷技术和设备为基本手段，以加工、贮运、供销易腐食品及其全过程为对象，以最大限度地保持易腐食品的原有品质、提供优质食品为目的的冷藏贮运设施与机构。易腐食品的性质要求从生产采摘起到销售消费的全过程中，连续不断地保持在适宜的温度、湿度等条件下，并要求快速运输。因此，易腐食品的生产采购、运输和销售各环节必须在作业上紧密衔接，在设备数量上互相协调，在质量管理上标准一致，形成一个完整的“冷藏链”。

组成冷藏链的各个环节和设施，在建设和运作上的一般原则是：

1. 产品初始质量应该是好的，首先是新鲜度要好，因为如果进入冷藏链的食品已经开始变质，则不可避免地会造成腐烂损失。冷藏不能使产品恢复到初始状态，也不能提高其质量，只能最大限度地保持现有质量。这一原则十分重要，不按照此原则，不但要承担不必要的费用，还有使完好食品污