




“十一五”高等学校通用教材（食品类）

# 食品加工原理

秦文 曾凡坤 主编

SHIPIN  
JIAGONG YUANLI



 中国质检出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

食品加工原理/秦文,曾凡坤主编. —北京:中国质检出版社,2011.4

“十一五”高等学校通用教材(食品类)

ISBN 978-7-5026-3446-9

I. ①食… II. ①秦… ②曾… III. ①食品加工-高等学校-教材 IV. ①TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 056652 号

## 内 容 提 要

本书主要内容包括食品加工基础、食品冷加工、热加工、非热加工、脱水、腌渍、发酵、挤压膨化等各种加工方法的基本原理、操作要求及设备 etc 知识。既可作为高等院校食品专业的教材,也可作为有关科研人员和从业人员的参考用书。

中国质检出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区复外三里河北街 16 号(100045)

网址: [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话: (010) 64275360 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 787mm × 1092mm 1/16 印张 23.5 字数 583 千字

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月第一次印刷

\*

定价: 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68510107

# 教材编委会

主任 陈宗道 刘国普

副主任 刘宝兰 汪志君 陆兆新 徐幸莲

委员 (按姓氏笔画排序)

邓少平 邓尚贵 王承明 王金华

艾志录 田呈瑞 李冬生 李建科

李保忠 肖作兵 吴 坤 励建荣

周才琼 周玉林 郑永华 孟岳成

段玉峰 姜发堂 胡秋辉 姚晓玲

秦 文 徐 焱 高向阳 顾瑞霞

黄 文 屠 康 曾凡坤 韩永斌

董明盛 彭增起 蒋子箭 阚建全

策 划 刘宝兰 李保忠

# — 本 书 编 委 会 —

主 编 秦 文

(四川农业大学)

曾凡坤

(西南大学)

副主编 王 愈

(山西农业大学)

胡文忠

(大连民族学院)

编 者 (按姓氏笔画排序)

王志国

(海南大学)

江 洁

(大连民族学院)

叶劲松

(四川农业大学)

田密霞

(大连民族学院)

刘程惠

(大连民族学院)

邓 红

(陕西师范大学)

陈安均

(四川农业大学)

姚 昕

(西昌学院)

唐浩国

(河南科技大学)

# 编写说明

---

近年来，随着食品科技的迅速发展和食品新产品的不断推出，人们不仅对各类食品的安全使用问题日益重视，而且对与食品安全相关的各类知识也进一步投入精力进行关注。另一方面，为了保障与人们生命和生活息息相关的各类食品的使用安全，政府的相关部门也投入很大力度进行食品生产各环节的监管。经过各食品相关主管部门的不懈努力，我国已基本形成并明确了卫生与农业主管部门抓原材料监管、质监部门抓各类食品生产环节的监管、工商部门从事食品成品监管的制度完善的食品监管体系。

目前，食品质量问题已成为全社会关注的焦点。为了适应当前的经济发展，从根本上解决与食品质量相关的各类实际问题，我们需要从最基础的专业教育抓起。这就对我国食品类高校的教育工作提出了更高的要求。

当前，食品行业的快速发展和结构性调整使其对本行业的技术水平、知识结构和人才特点提出了更加具体的要求。因此，为了进一步提高食品专业教材的编写水平，以适应市场对素质全面、适应性强、有创新能力的高技术专门人才的需求，由中国质检出版社（原中国计量出版社）牵头组织了食品质量与安全及食品科学与工程专业高校教材的编写与出版工作。此次教材的编写与出版工作旨在为各食品类相关院校在教材建设方面的信息交流搭建一个平台，以促进各院校之间在教学内容方面相互取长补短，从而使该套教材的参编与使用院校的课程设置更趋合理化，最终培养出更加适应当前社会经济应用型人才。为了达到这一要求，我们严把教材写作质量关，想方设法使参编教师的丰富教学经验很好地融入教学理论体系之中，从而推出教师好教、学生好用的优秀教材。为此，我们特别邀请了西南大学、南京农业大学、华中农业大学、扬州大学、河南农业大学、陕西师范大学、湖北工业大学、中国农业大学、四川农业大学以及解放军第三军医大学等多所知名高校及科研机构的专家担当相关教材的主编或主审，从事教材的编写与审稿工作，从而为我们成功推出该套框架好、内容新、适应面广并且与国际接轨的好教材提供了必要的保障，以满足食品专业高等教育的不

断发展和当前全社会范围内食品安全体系建设的迫切需要。

本次教材的编写尤其注重了理论体系的前沿性，不仅将食品科技发展的新理论合理融入教材中，而且使读者通过教材的学习可以深入把握国际食品科技发展的全貌，这对我国新世纪应用型人才的培养大有裨益。相信该套教材的推出必将会推动我国食品类高校教材体系建设的逐步完善和不断发展，从而对国家新世纪人才培养战略起到积极的促进作用。

教材编委会

2011年2月

# 前 言

## • FOREWORD •

食品产业是关系国计民生的生命工业，也是一个国家、一个民族经济发展水平和人民生活质量的重要标志，同时也是关联农业、工业和第三产业的国民经济的重要支柱产业，其发展水平是一个国家经济社会发展水平及人民生活质量的重要标志。食品科学技术日新月异的发展，是食品产业的有力支撑。

本教材以食品加工保藏方法为主要线索，论述了食品冷加工、热加工、非热加工、脱水、腌渍、发酵、挤压膨化等加工方法的基本原理和操作要求，力求比较系统地阐述食品加工原理的基本知识。本教材在编写过程中借鉴和吸收了国内外相关教材之长，又融入了最新科研成果，努力做到理论和实践相结合，既可作为高等院校食品专业的教材，也可作为有关科研人员和从业人员的参考用书。

本教材由秦文、曾凡坤主编并负责全书的统稿工作，王愈、胡文忠担任副主编。全书共分十章，编写分工为：第一章，秦文；第二章，胡文忠、江洁、田密霞、刘程惠；第三章，秦文、唐浩国；第四章，曾凡坤；第五章，邓红；第六章，王志国；第七章，姚昕；第八章，陈安均；第九章，叶劲松；第十章，王愈。

虽然本书的编写人员具有多年的教学和实践经验，在编写过程中

也倾注了大量心血，但本书涉及的学科多、内容广，加之时间仓促和编者水平所限，书中难免存在疏漏、错误和不妥之处，敬请同行专家和读者批评指正。

本教材的编写工作得到西南大学、大连民族学院、四川农业大学、陕西师范大学、山西农业大学、海南大学、西昌学院、河南科技大学等院校师生们的大力支持，其中，四川农业大学研究生李玲玲、付婷婷、张艳梅等同学参与了编写和排版工作，在此一并表示衷心感谢。

编 者

2011年3月10日



# 目 录

## • CONTENTS •

<b>第一章 绪 论</b> .....	(1)
<b>第二章 食品加工基础</b> .....	(12)
第一节 食品加工的基本要求 .....	(12)
第二节 食品微生物及酶 .....	(35)
第三节 食品添加剂 .....	(58)
<b>第三章 食品冷加工</b> .....	(71)
第一节 食品低温保藏原理 .....	(71)
第二节 冷藏 .....	(74)
第三节 冷冻加工 .....	(90)
<b>第四章 食品热加工</b> .....	(116)
第一节 高温对微生物菌群的影响 .....	(116)
第二节 产品货架期和安全性的确定 .....	(125)
第三节 热加工对食品质量的影响 .....	(127)
第四节 巴氏杀菌和热烫 .....	(130)
<b>第五章 食品非热加工</b> .....	(152)
第一节 食品辐照加工 .....	(152)
第二节 食品高压杀菌 .....	(164)
第三节 脉冲电场加工 .....	(174)
第四节 脉冲磁场加工 .....	(181)
第五节 放电杀菌 .....	(186)

<b>第六章 食品脱水加工</b> .....	(192)
第一节 食品中水的状态及水分活度 .....	(192)
第二节 干燥加工 .....	(194)
第三节 浓缩 .....	(214)
第四节 烟熏 .....	(231)
<b>第七章 食品腌渍</b> .....	(234)
第一节 腌渍加工的原理 .....	(235)
第二节 腌渍品风味的形成及影响因素 .....	(244)
第三节 腌渍方法 .....	(247)
<b>第八章 发酵食品加工</b> .....	(255)
第一节 食品发酵与微生物 .....	(255)
第二节 菌种的选育和发酵类型 .....	(263)
第三节 发酵工艺及过程控制 .....	(288)
<b>第九章 食品挤压膨化</b> .....	(300)
第一节 膨化食品概述 .....	(300)
第二节 挤压膨化的基本原理 .....	(304)
第三节 影响挤压膨化效果的因素 .....	(309)
第四节 挤压膨化对食品的作用 .....	(313)
第五节 挤压膨化设备 .....	(320)
<b>第十章 食品加工高新技术</b> .....	(324)
第一节 膜分离技术 .....	(324)
第二节 超临界流体萃取技术 .....	(343)
第三节 食品加工超微粉碎技术 .....	(355)
<b>主要参考文献</b> .....	(365)

# 第一章 绪 论

食品加工能从许多不同的方面进行定义,纵观许多涉及食品加工的传统书籍,其定义与加工的产品或商品密切相关。许多传统的定义强调食品加工与保藏的关系。食品加工的一个简单定义是把原材料或成分转变成可供消费的食品。在 Connor(1988)的书中有个更完整的定义,即“商业食品加工”是制造业的一个分支,从动物、蔬菜或海产品的原料开始,利用劳动力、机器、能量及科学知识,把它们转变成半成品或可食用的产品。这一更复杂的定义清楚地表明了食品工业的起点和终点及获得理想结果需要的投入。

## 一、食品加工的概念

### (一)食物与食品

#### 1. 食品的概念及分类

在了解食品加工以前让我们先了解一下食品和食物的概念。食物与食品是有联系又相互区别的两个概念。食物是指人体生长发育、更新细胞、修复组织、调节机能必不可少的营养物质,是产生热量、保持体温、进行体力活动的能量来源。食品(Food)是指具有一定营养价值的、可供食用的、对人体无害的、经过一定加工制作的食物。

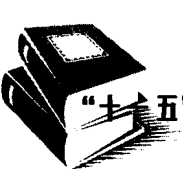
#### 2. 食品品质(质量)要求

食品是人类最基本的消费品,从数量型到质量型的转变,人们对食品的基本要求已经实现了质的飞跃。食品品质(质量)包括感官品质、营养品质、安全卫生品质三个方面。感官品质主要由色、香、味、形、口感所构成;营养品质又称营养价值,主要包括营养成分含量、平衡状况等;安全卫生品质主要是指污染、危害等。食品在食用方面满足消费者需求的优劣程度是食品品质高低的判别标准。食品的种类很多,但均应具有下列品质要求:

- (1)外观 色泽和形态好,包装完整、整齐美观;
- (2)风味 香气、滋味、质构等良好;
- (3)营养 有一定含量,各营养素之间的比例及平衡性好;
- (4)卫生安全 微生物及其有害代谢产物、有害化学物质不能存在;
- (5)方便性 携带及食用方便;
- (6)耐藏性 有一定货架寿命。

### (二)食品加工的概念

食品加工是以农产品及水产品为主要原料,用物理的、化学的、微生物学的方法处理,调整组成及改变其形态以提高其保藏性,具备运输能力,可食性,便利性,感官接受度或机能性。食品加工的意义与目的是将天然的食物,经适当的处理后制成,以方便保存,运送,利用或增加风味。



大多数食品加工操作旨在通过减少或消除微生物活性而延长食品的货架期。总的目标是指加工操作应满足确保与微生物有关人类健康安全的最低要求。必须指出,大多数食品加工操作会影响产品的物理和感官特性。目前,在食品工业中最普遍的做法是用加工操作作为提高食品物理和感官特性的一种方式。

食品加工的分类:

(1)按原料分类 植物性原料加工:农艺产品加工(谷类、油菜籽等)、园艺产品加工(果蔬等)、特用农产品加工(茶、咖啡、糖等)、林产品加工(菇类、银杏等),动物性原料加工:畜产品加工(畜肉、乳品等)、禽产品加工(禽肉、蛋品等)、虫产品加工(蜂蜜)、水产品加工(鱼、虾、贝、藻等)。

(2)按产品分类 主食加工(米饭、面包等)、副食加工(畜产品、园艺产品、禽产品、水产品、油脂等)、调味料加工(酱油、醋、糖、胡椒等)、嗜好品加工(茶、咖啡、可可、酒等)、便利食品加工(方便面、汉堡等)、休闲食品加工(糖果、饼干、蜜饯、各种零食等)、机能性食品加工(特殊营养食品、健康食品等)。

(3)按成分分类 淀粉类食品加工(主食常属之)、蛋白质类食品加工(豆类制品等)、糖质类食品加工(饴糖等)、纤维质类食品加工(菇类、竹笋等)、油脂加工(色拉油等)、饮料类加工(包装饮用水、果汁、清凉饮料、含酒精饮料等)。

(4)按制作过程分类 轻度加工、冷藏及冷冻、热加工、浓缩及干燥(包括中湿性食品加工)、发酵、腌渍、烟熏、包装。

## 二、食品加工技术的现状与趋势

食品加工的一些最早形式是干制食品,提及各种类型的商品可追溯到很早以前,利用太阳能将产品中的水蒸发掉,得到一种稳定和安全的干制品。第一个用热空气干燥食品的例子是1795年出现在法国。冷却或冷冻食品的历史也可追溯到很早以前,最初是利用自然冰来延长食品的保藏期。1842年注册了鱼的商业化冷冻专利。20世纪20年代,Birdseye研制了使食品温度降低到冰点之下的冷冻技术。18世纪90年代的法国尼可拉·阿培尔发明了食品的商业化灭菌技术。19世纪60年代,路易斯·巴斯德在研究啤酒和葡萄酒时发明了巴氏消毒法。

回顾我国食品产业科技的发展历程,食品产业依靠科技进步和关键技术突破,有力支撑中国人完成二次“厨房革命”和“饮食变革”。从1949—1980年,在农产品贮运加工科技领域实现了以粮油综合加工与仓储技术为代表的技术突破与快速发展,为我国实现有效保障“粮袋子”充足供给和工业食品的发展提供了科技支撑;从1980—2000年,在农产品食品加工科技领域实现了以鲜活农产品贮运保鲜与冷链技术及食品加工技术为代表的重点突破与整体推进,为我国实现全面促进“菜篮子”营养丰富提供了有力的科技支撑,为推动我国现代食品产业科技的全面发展奠定了基础。进入21世纪,实现了以现代食品制造技术和食品质量安全控制技术为代表的重点跨越与全面发展,对我国整体构建“餐桌子”方便营养安全,支撑食品产业高速发展起到了积极的推进作用。产业科技实现了从农产品的初级加工与部分转化到食品的精深制造与全面利用,从“食物的数量满足”到“食品的质量保障”的跨越式发展。

科技部立足“国家战略必争、产业发展必需、技术竞争必备、社会需求巨大”的食品产业科技需求,加大对食品科学技术领域的投入,“十一五”以来,国家先后在科技支撑计划、“863计划”项目中投入7亿元开展食品科学技术研究,在食品加工、功能性食品、食品安全等重大关键

和共性技术与理论方面都取得了先进性和创新性的科技成果,开发了一系列新技术、新工艺、新方法和新产品。

### (一) 食品共性关键技术方面的主要研究现状

#### 1. 现代食品杀菌与无菌包装技术

食品杀菌与包装技术是一个国家食品产业发展水平的重要标志之一。目前,人们对食品安全和品质问题的关注程度日益加深,这就对食品杀菌与无菌包装技术提出了更高的要求与期待。先进的食品杀菌与无菌包装技术不仅能保障食品安全性,而且还能很好地保持食品原有的质构、色泽、风味和营养等。传统的食品杀菌技术主要有热杀菌(包括高温杀菌、低温杀菌)、化学杀菌等,虽发展较为完善,但都存在一定的缺陷。

现代食品杀菌技术的发展弥补了传统杀菌技术的不足,在保持食品原有品质、降低能耗、提高食品安全、提高效率等方面有独特的优势。近年来,国内外一些关于现代食品高新杀菌技术的研究已经广泛开展,主要有超高温技术、超高压技术、脉冲强光、微波技术、激光杀菌技术、辐照杀菌技术、半导体光催化杀菌技术、软电子束杀菌技术等,其中很多现代杀菌技术已经应用于工业化生产中,并取得了很好的效果。在此领域,美国、欧洲、日本等发达国家的研究开始较早,在一些关键技术研究取得了突破,形成了较为成熟的技术。

##### (1) 高压脉冲电场杀菌技术(HPEF)

HPEF是一种非加热杀菌新技术,其主要原理是基于细胞结构和液态食品体系间的电学特性差异,当以电场中的液态食品作为电介质时,食品中的微生物细胞膜在强电场作用下被击穿,产生不可修复的穿孔或破裂,细胞组织受损,导致微生物死亡。美国、法国的研究机构和企业此新技术已应用于鱼糜、肉糜、苹果汁、番茄汁、橙汁、牛乳、蛋清液等食品的加工处理中,研究了高压脉冲电场对各种致病菌和非致病菌的杀灭效果及其对食品风味等的影响,取得了较好的杀菌效果,高压脉冲场可使菌体数量降低4~6个对数级甚至更多,处理后的产品货架期一般可延长4~6周以上,避免食品及原料因加热而引起的蛋白质变性和维生素破坏,有效地保存了食品营养成分和天然特征。

但是高压脉冲电场杀菌技术电路系统的电路设计非常复杂,系统造价也十分高昂,限制了这一新技术的工业化应用。对于其在黏性食品、含固体颗粒食品、高pH的果汁等食品的应用还有待于进一步研究,操作条件和工艺也有待进一步优化。

##### (2) 脉冲强光杀菌技术

脉冲强光杀菌技术是一种新型冷杀菌技术,利用惰性气体灯发出与太阳光谱相近,但强度更强的紫外线至红外线区域强烈脉冲闪光来杀灭食品和包装材料表面、固体表面、气体和透明液体中的微生物。目前,脉冲强光杀菌技术主要研究内容可以概括为四个方面:一是脉冲强光对不同微生物杀灭效果的研究;二是脉冲强光对包装和水杀菌消毒应用的研究;三是脉冲强光在食品杀菌保藏中的应用研究;四是脉冲强光技术在其他方面的应用。在食品杀菌中应用的研究,将重点集中于杀菌过程的关键技术和影响杀菌效果因素的研究;明确杀菌机理及微生物对脉冲强光处理抗性情况;脉冲强光杀菌技术在不透明溶液和液体食品中的应用;杀菌过程对食品成分影响及可能形成的副产物的情况。

##### (3) 辐照杀菌技术

辐照杀菌是运用X射线、 $\gamma$ 射线或电子高速射线照射食品,引起食品中生物体产生物理或



化学反应,抑制或破坏其新陈代谢和生长发育,甚至使细胞组织死亡,延长食品保质期。辐照杀菌几乎不产生热量,可保持固有的食品感官特性和品质特性,加工工艺简单,操作方便,能实现高度自动化连续作业。世界卫生组织已将辐照杀菌纳为安全有效的食品处理方法并制定相应标准。美国是最先对食品辐照进行研究和开发利用的国家之一,技术较为先进,主要用于去除或杀灭昆虫,控制病原菌或寄生虫,抑制蔬菜发芽,延长产品货架期。用于辐照的食品包括猪肉、家禽、鸡蛋、冰果、蔬菜、调味品、调料、谷物等。美国已制定了一系列法规和标准,涵盖了可进行辐照的食品种类、辐照处理过程的安全应用、辐照设施中工作人员的安全、放射性物质的安全运输等方面的要求。西欧国家也用辐照法对鸡肉、对虾、青蛙腿、各种调料等消毒灭菌,取得很好的效果。此外,加拿大、日本、澳大利亚、新西兰、荷兰、法国、南非等国家也都对食品辐照杀菌技术展开了积极研究,开发了相关设备。迄今为止,大约有 40 个国家已经批准在各类食品上允许使用辐照技术,大约 30 个国家正在有限度地在食品工业中应用该技术。

#### (4) 半导体光催化杀菌技术

半导体光催化杀菌原理是光照射到大聚集体的  $\text{SiO}_2$  表面时,激发产生光生电子和光生空穴对,由于光生电子迁移速度比光生空穴快得多,所以,光生电子和光生空穴分开。光生空穴有很强的获得电子能力,这样产生的光生电子空穴对,一方面与细胞壁、细胞膜及细胞内组分作用,导致酶失活等,另一方面,光生电子与水中溶解氧发生作用形成氢氧自由基,它们与细胞壁、细胞膜及细胞内组分作用,使细胞功能单元失活。控制合适光催化条件,就能达到良好杀菌效果。目前在食品领域中,该杀菌技术仅是用于水处理方面,在其他方面尚未得到应用,有待进一步研究和探索。

#### (5) 软电子束杀菌技术

“软电子束”是低于 30 万 V 的低能级电子束,在距离电子束发生器约 17cm 处,进行谷物辐射处理,其电子能量较低,约为 6~20 万 V,消毒杀菌效果较好。几乎各种食品都能用 6~20 万 V 电子束消毒。日本农林省国立食品研究所已研制成功使用软电子束杀菌技术的新型谷物与食品香料消毒杀菌系统。试验结果表明,这种新型消毒杀菌系统能杀死谷物和香料表面上的各种微生物,杀菌效果接近 100%,而对谷物和香料质量无不良影响,此在消毒设备行业中尚属首创,它还可用于各种食品加工领域。虽然电子加速器产生电子束设备造价较高,但它具有处理能力大、能量利用率高、无污染源等优点。而且由于软电子束穿透深度小,其防射墙只要用金属板就可遮盖辐射对周围环境的污染,此设备可安装在食品厂内部,便于推广应用。

#### (6) 高静压杀菌技术

美国和日本的一些饮料企业发明在水中施压对天然果汁、豆奶等进行杀菌,压力为 253MPa 左右时,大肠杆菌被杀死,压力为 405MPa 左右时,其他细菌、酵母和霉菌等菌体亦被杀死。这种处理方法不仅可以节约工序和能源,而且能使原料中的营养成分免遭破坏,保留天然饮料固有的新鲜风味,延长产品储藏期。此外,美国辛辛那提高压研究公司开发出一种流体静压食品保鲜处理技术,可杀死大肠杆菌和沙门菌等致病细菌,并使食品保持原味和营养,储存时间大大延长,应用该方法处理调味酱可使其保鲜期达 18 个月,而经传统方法处理的保鲜期最多为 1 个月。美国 FDA 已批准使用这种方法来处理食品。

#### (7) 超高压杀菌技术

液体介质的瞬间压缩过程,灭菌均匀,无污染,操作安全,且较加热法耗能低,减少环境污染。美国的研究成果表明超高压杀菌技术能有效地杀灭酵母菌、霉菌、细菌等,而且能有效地

钝化酶的活性,延长食品的保质期,但是此技术对芽孢的杀灭效果较差。另外,超高压装置设备昂贵,需要较高的前期投入,且能耗很大。因此,近年来,国外将研究重点集中于将高压与其他因素,如温度、酸度、添加剂等结合起来协同杀菌,便于商业化推广。

#### (8) 高密度 CO<sub>2</sub> 杀菌技术

高密度 CO<sub>2</sub> 杀菌技术的杀菌效果受多方面因素的影响,如温度、压力、时间、水分活度、pH、微生物种类等,其中以温度和压力的影响最大。此技术对微生物营养细胞的钝化效果好,但对孢子的钝化效果则不如营养细胞。

#### (9) 抗生酶杀菌技术

目前,日本、美国等国大力开展应用抗生酶杀菌作用的研究,以期在食品工业中无害化灭菌。目前发现的抗微生物酶有四类:一是使细菌失去新陈代谢作用;二是对细菌产生有毒作用;三是破坏微生物细胞的细胞膜成分,如对革兰阳性菌具有抑杀作用的带有溶菌酶的壳多糖酶和葡萄糖酶;四是钝化其他的酶。目前这几种酶的应用程度还不高,已成功使用的是第三类,但规模较小。

#### (10) 无菌包装技术

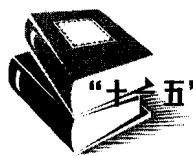
食品无菌包装技术是指在限定的卫生条件下,将包装食品、包装容器、材料或所装辅助器材灭菌后,在无菌的环境中将食品进行充填包装和封合的一种包装技术,是一项对食品及药品的安全性实现综合技术保障的系统工程,它集光机电一体化技术、现代化学、物理学、微生物学、自动控制、计算机通信等多项高新技术为一体。该技术诞生于 20 世纪 40 年代,自 60 年代以来塑料工业的迅猛发展极大地支持和促进了塑料制品在食品无菌包装领域的广泛应用,促进了食品无菌包装工业的迅速发展,得到了市场广泛的认可,在食品保鲜等方面有着其他包装不可比拟的优越性。现在已经广泛应用于牛奶、巧克力、奶酪、乳酸菌饮料、布丁、果冻、奶油冻等甜点;咖啡、冰淇淋、茶、酒、豆奶、水果汁、蔬菜汁等饮品;调味品、香料等食品的包装。从被包装的食品形态来看,已从液体、黏稠酱类均质食品向液固混合、颗粒、固体块状食品方面发展,无菌包装作为一种特殊的包装技术在包装市场中的地位日益重要,成为未来食品绿色包装的发展方向。

### 2. 现代食品干燥技术

三十多年来,我国的许多干燥技术已进行了工业化应用,主要有喷雾干燥、流态化干燥(普通流化床,振动流化床,内加热流化床,流化床喷雾造粒干燥)、蒸汽回转干燥、气流干燥、回转圆筒干燥、旋转快速干燥、圆盘干燥、带式干燥、双锥回转真空干燥、桨叶式干燥、冷冻干燥、微波及远红外干燥等。常规干燥设备基本可以满足生产需要,有部分机型已达到国际水平并出口到国外。干燥单元的重要性不仅在于它对产品生产过程的效率和总能耗有较大的影响,还在于它往往是生产过程的最后工序,操作的好坏直接影响产品质量,从而影响市场竞争力和经济效益。我国有许多产品,就纯度而言已经达到甚至超过国外产品,只是因为干燥技术比国外还显不足,堆积密度、粒度、色泽等物性指标还有待提升,在国际市场竞争中处于劣势,有的售价仅为国外同类产品的三分之一。据估计,我国生产的干燥设备种类仅为国外的 30% ~ 40%。由此可见,我国的干燥技术研究仍然需要大力发展。

#### (1) 喷雾干燥技术

在商业领域特别是食品工业领域被广泛应用。由于其设备简单、成本低、易于推广、有利于大规模连续生产等优点,未来发展趋势是研究设备制造材料,尤其是内壁材料,节能环保材料可能是将来干燥设备制造的方向;不同物料本身性质和壁材开发;不同物料干燥工艺的优



化;喷雾干燥后产品的功能性评价等。

#### (2) 冷冻干燥技术

冻干食品就是将新鲜的蔬菜、肉类、水产品,通过冻干机在真空条件下,将经过速冻后物料的水分由固态冰升华成蒸汽,使物料脱水干燥而成的食品。这种冻干食品不需冷藏设备,在室温下可长期保存不变质,复水后似鲜品。从20世纪80年代中期至90年代末,是全球冻干技术快速发展阶段,到2005年,美国冻干食品厂超过百家、日本有冻干食品厂35家,美国、日本有近一半的方便食品采用冻干技术生产。冻干食品在欧、美、日等国家已经被人们广泛地接受。

#### (3) 微波干燥技术

使用微波或无线电波射频(RF)干燥、组合干燥代表了干燥技术的最近期的发展,微波和无线电波频率是物料内部和外部同时加热,改变了传统的由表及里的加热方式。工业微波使用的频率为 $(2450 \pm 50)$  MHz和 $(915 \pm 50)$  MHz两个频率,微波干燥很少单独使用,一般和热风干燥组合,可以提高干燥速度,特别是后期的干燥速度。

#### (4) 超临界干燥系统

由于超临界干燥消除了传统干燥过程中的受热过程,使获得的产品没有热应力。关于超临界干燥,近年来研究很多。不少研究者通常采用简易流程来获得药品的微米干粉。超临界干燥技术在制备多孔介质如吸附剂或催化剂载体方面也有不少研究。目前大部分是以二氧化碳作为流体。随着中草药提取、生物质炼制技术的发展,使用其他流体或者混合流体的前景是广阔的。

#### (5) 组合干燥是干燥技术

国内目前使用的组合干燥技术包括:喷雾-流化床组合干燥、喷雾-带式组合干燥、气流-流化床组合干燥、气流-旋流组合干燥、回转圆筒-流化床组合干燥、转鼓-盘式组合干燥、转鼓-通风耙式(桨叶)组合、低温组合干燥、超声波热风干燥、超声波喷雾干燥等,以及新近发展起来的低温联合干燥技术和喷雾冷冻干燥技术等。

#### (6) 未来干燥技术的发展趋势

①开发能利用可持续、可再生能源的干燥技术。随着全球能源危机日益加剧,能源紧缺已经受到了全世界的关注。各国都开始了工业化装置的节能降耗工作,单位能耗的产出成了各国国民经济的一个重要指标。干燥是一个高能耗的食品制造技术,如何在于燥过程中节能降耗已成为科研人员、干燥设备制造企业和干燥设备使用人员的未来共同面临的问题。

②开发绿色环保干燥技术。绿色环保干燥不仅需要广大干燥界科研人员去研究工程中涉及的水、汽、气的问题,而且还要考虑解决干燥过程中存在的粉尘、噪声、过程气体的臭味、洁净燃烧、干燥中的有机挥发物等问题。降低环境危害并力争可持续发展。

③干燥过程的自动化控制。特别是在线检测干燥产品性质的自动化控制技术和方法的研究。

④脱水介质的开发。除把空气作为干燥介质外,过热蒸汽和超临界流体作为干燥介质用于产品脱水干燥也是一个值得关注的领域,特别是工业化装置上的使用有待于突破。

⑤干燥设备单个操作的多功能化。现在的干燥设备已不仅仅局限于干燥操作,有时还将粉碎、分级、甚至加热反应集于一机之中,大大缩短生产工艺流程,使设备呈多功能化。

### 3. 现代食品冷冻冷藏技术

食品冷藏链是建立在食品冷冻工艺学、制冷技术、包装技术、物流技术、销售技术等学科的



基础上发展起来的一门综合技术,是一项系统工程。它是以制冷技术与设备为基本手段,使食品的生产 and 流通的全过程在适度低温状态下运行的综合系统,以最大限度地保持食品原有品质、提供优质食品为目的的冷藏体系。食品冷链起源于19世纪上半叶冷冻机的发明,到了电冰箱的出现,各种保鲜和冷冻食品开始进入市场和消费者家庭。到20世纪30年代,欧洲和美国的食品冷链体系已经初步建立。20世纪40年代,欧洲的冷链在二战中被摧毁,但战后又很快重建。现在欧美发达国家已形成了完整的食品冷链体系。

食品冷链的组成主要包括以下几个环节:①冷冻加工。包括肉类、鱼类的冷却与冻结,果蔬的预冷与各种速冻食品的加工等,主要涉及冷却与冻结装置。②冷冻储藏。包括食品的冷藏和冻藏,也包括果蔬的气调储藏,主要涉及各类冷藏库、冷藏柜、冻结柜及家用冰箱等。③冷藏运输。包括食品的中、长途运输及短途送货等,主要涉及铁路冷藏车、冷藏汽车、冷藏船、冷藏集装箱等低温运输工具。在冷藏运输过程中,温度的波动是引起食品质量下降的主要原因之一,因此,运输工具必须具有良好的性能,不但要保持规定的低温,更要切忌较大的温度波动,长途运输尤其如此。④冷冻销售。包括冷冻食品的批发及零售等,由生产厂家、批发商和零售商共同完成。早期,冷冻食品的销售主要由零售商的零售车及零售商店承担,近年来,城市中超级市场的大量涌现,已使其成为冷冻食品的主要销售渠道。超市中的冷藏陈列柜,兼有冷藏和销售的功能,是食品冷链的主要组成部分之一。

冷藏食品物流是冷藏食品在加工、储藏、运输、分配流通各个环节和过程中,始终处于规定的低温状态,以保证易腐食品的质量,减少易腐食品损耗的一项系统工程。它是以冷冻工艺学为基础,以制冷技术为手段,在低温条件下的物流现象。它需要特别的运输工具,是需要注意运送过程和时间掌握、运输形态,以及物流成本所占总成本比例非常高的一种特殊物流形式。

## (二) 食品共性关键技术未来发展的重点领域

### 1. 食品组分分离、重组与物性修饰技术

现代食品组分分离技术的发展目标是提高分离效率、分离产物质量和通用性;质构重组和物性修饰技术的发展目标是根据加工需要制作有特定质构和理化特性的原料或产品。围绕食品基本原料成分的制备及产品开发,重点开展从植物、动物、海藻、微生物资源中分离提取蛋白质、糖质、油脂、色素等主要营养物质和生物活性物质和对淀粉、蛋白质、油脂、色素的物性修饰技术研究,以及利用分离组分重构、重组食品的关键技术研究,开发新型方便营养食品、强化食品和特定功能食品,满足不同消费群体的食品需求。

### 2. 现代干燥技术

研究开发高能源利用效率或可利用再生资源及风能、水能和太阳能等的环境友好型的单个干燥器或组合干燥器与自动控制操作相结合的现代干燥机械制造技术;以能源和产品质量最佳平衡为研究重心,重点研究最大限度保存食品功能性成分的高效干燥技术;根据不同食品的性质和加工要求,开发出适应不同物料特点的现代食品高效干燥技术。

### 3. 现代杀菌与无菌包装技术

围绕高效和对食品组分和功能影响小的现代杀菌和杀菌与无菌包装一体化,重点研究超高压、高压脉冲电场、高压脉冲光、辐照、高密度CO<sub>2</sub>等冷杀菌技术及产业化应用;开展现代杀菌技术的杀菌机理及无菌包装核心技术攻关,实现在杀菌机理、杀菌工艺过程控制、包装材料和杀菌与无菌包装一体化技术的重要突破;重点开发鲜果蔬汁冷杀菌技术及无菌包装新技术。