

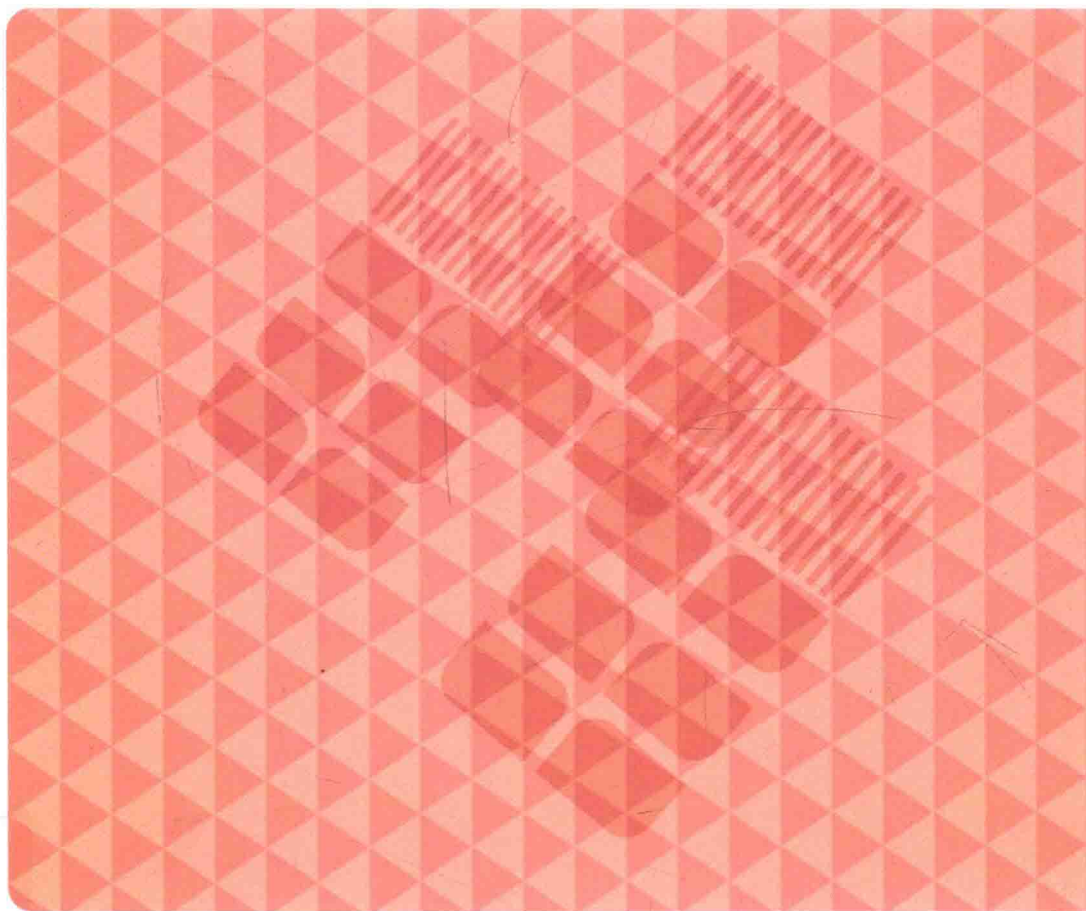


全国农业推广专业学位研究生教育指导委员会推荐教材

现代食品加工技术

XIAN DAI SHI PIN JIA GONG JI SHU

任迪峰 主编



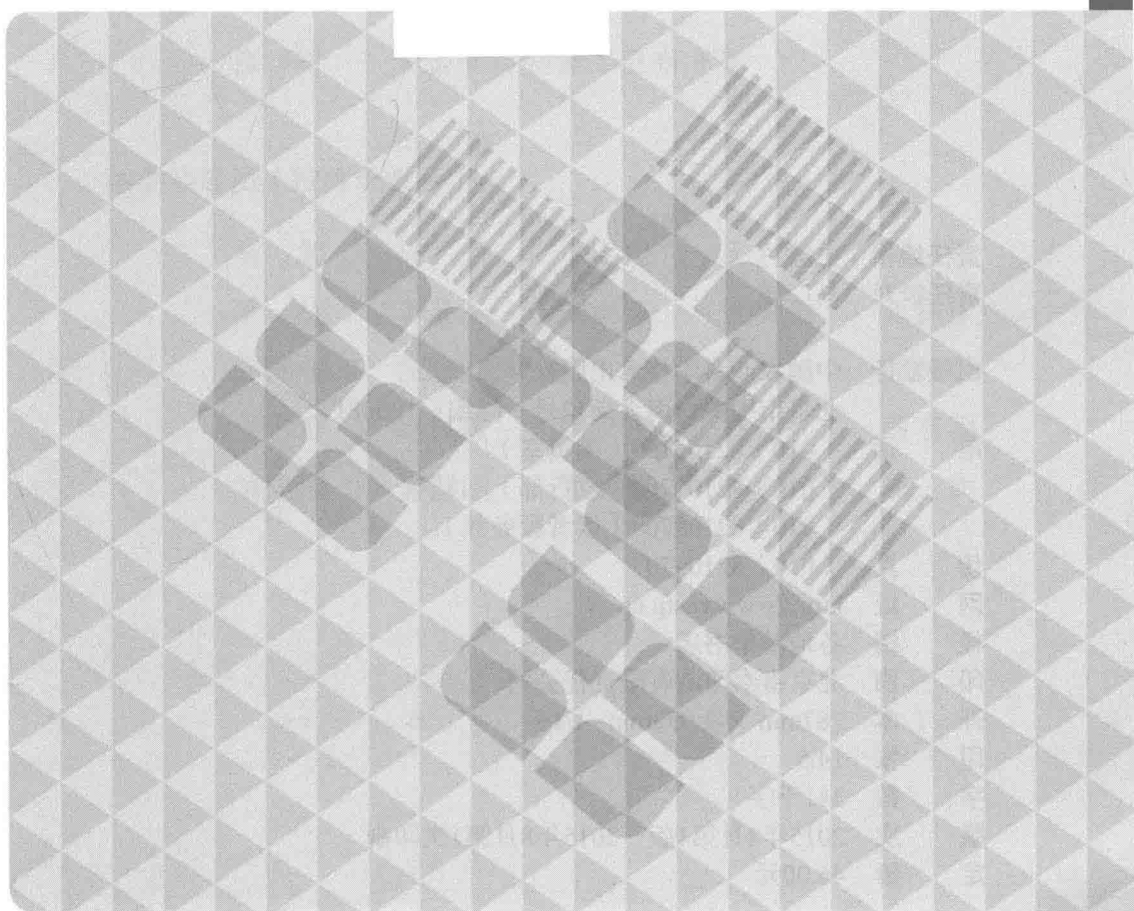
中国农业科学技术出版社

全国农业推广专业学位研究生教育指导委员会推荐教材
受北京林业大学研究生教学用书建设基金资助

现代食品加工技术

XIAN DAI SHI PIN JIA GONG JI SHU

任迪峰 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代食品加工技术 / 任迪峰主编. -- 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.8
ISBN 978-7-5116-2068-2

I. ①现… II. ①任… III. ①食品加工 IV. ①TS205

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第078726号



责任编辑 史咏竹
责任校对 马广洋

出版发行 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街12号 邮编: 100081

电 话 (010) 82105169 (编辑室)
(010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82109707

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 各地新华书店

印 刷 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787mm × 1 092mm 1/16

印 张 14.5

字 数 341千字

版 次 2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

定 价 46.00元

《现代食品加工技术》

编 委 会

主 编：任迪峰 北京林业大学

副主编：张柏林 北京林业大学

鲁 军 中国食品发酵工业研究院

编委会成员（按姓氏笔画）：

马 超	马 荣	王丰俊	王 海	王 雪
李 栋	李显军	刘海杰	许美玉	朱保庆
陈湘宁	汪立君	汪 涛	宋 涵	苑 鹏
侯占群	赵凤敏	赵宏飞	高福利	曹有福
黄志刚	盛群刚	潘黄蕾	霍春艳	魏 辉

前 言

现代食品加工技术是食品工程设计和食品开发的基础学科之一，是高等学校农业推广硕士研究生培养食品加工与安全专业的专业基础课。作为必修课程，通过本课程学习使学生获得食品加工现代新技术的基础知识，掌握现代食品加工技术的主要内容、基本原理、主要设备或装置及其在食品工业中的应用。具有信息量大、前沿性强、跟踪发展趋势等特点，对于研究生可以启迪思路、开阔视野。

《现代食品加工技术》课程的内容包括食品加工业新型技术的基本原理，主要设备以及在食品工业中的应用等。全书共分九章，涉及绪论、超临界流体萃取技术、分子蒸馏技术、色谱分离技术、微胶囊技术、冷杀菌技术、生物传感器技术、电子鼻、电子舌技术、纳米技术、现代生物技术等在食品成分分离、结构鉴定、食品加工以及食品品质分析中的应用等。绪论主要讲授食品高新技术的主要内容、进展、应用前景、学习的意义等；超临界流体萃取技术（SFE），包括SFE基本原理、SFE过程系统及工艺及SFE在农产品深加工中的应用示例；食品分子蒸馏技术，内容有分子蒸馏的基本概念和加工原理、分子蒸馏的发展概况及在食品工业中的应用实例；色谱分离技术，涉及色谱技术的基本概念及加工原理、举例色谱技术的工业应用、设立HPLC、LC-MS联用、GC、GC-MS联用、模拟移动床色谱技术及其应用等专题进行色谱分离技术的探讨；微胶囊技术，主要有微胶囊化技术方法分类及基本原理，微胶囊技术在农产品深加工中的应用示例；冷杀菌技术，涉及高压脉冲电场杀菌、磁力杀菌、感应电子杀菌、脉冲强光杀菌、臭氧杀菌等技术的基本原理，同时举例了部分冷杀菌在食品工业中的应用实例，并对冷杀菌的技术前景予以展望；生物传感器技术，涉及生物传感器的基本概念、基本原理和分类，以及在品质监控、成分分析和安全检测等食品工业中的应用实例；电子鼻、电子舌技术，包括电子鼻、电子舌技术的基本概念基本原理和发展状况，以及在食品工业中的应用实例；纳米技术，包括纳米技术的基本概念和发展概况、纳米食品的活性与安全性及其在食品工业中的应用实例。

本教材主要由来自北京林业大学、中国食品发酵工业研究院、中国农业大学、北京工商大学、北京农学院、中国农业机械化科学研究院、中华人民共和国农业部规划设计研究院、中国绿色食品发展中心、国贸工程设计院的知名教授编写，也吸收了青年教师参加。本书可作为食品科学与工程专业学位论文研究生的教学用书，也可供食品专业相关的科技工作者和大专院校师生参考。本书得到北京林业大学研究生教学用书建设基金资助。

由于编写时间仓促和作者水平有限，书中错误之处在所难免，恳请读者不吝批评指正。

编 者
2015年3月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 现代食品加工技术的定义和内容	1
第二节 现代食品加工技术的产生和发展	4
第三节 现代食品加工技术的展望	6
第二章 超临界流体萃取技术	10
第一节 超临界提取的基本概念	10
第二节 超临界提取的加工原理	18
第三节 食品工业中的应用实例	24
第四节 超临界提取的发展展望	30
参考文献	33
第三章 食品分子蒸馏技术	35
第一节 分子蒸馏技术的加工原理	35
第二节 分子蒸馏的发展概况	38
第三节 在食品工业中的应用实例	39
参考文献	48
第四章 色谱分离技术	51
第一节 概 述	51
第二节 色谱技术的加工原理	55
第三节 色谱技术的工业应用	57
第四节 专题——HPLC、LC-MS联用	67
第五节 专题——GC、GC-MS联用	71
参考文献	74
第五章 微胶囊技术	77
第一节 微胶囊技术原理	77

第二节 微胶囊制备方法	80
第三节 微胶囊常用壁材及其特点	88
第四节 微胶囊技术在食品工业中的应用现状及前景展望	92
第五节 微胶囊技术在食品工业中的应用实例	101
参考文献	104
第六章 冷杀菌技术	107
第一节 超高压冷杀菌	107
第二节 臭氧杀菌	123
参考文献	137
第七章 生物传感器	138
第一节 生物传感器简介	138
第二节 生物传感器的分类	140
第三节 在食品工业中的潜在应用	143
第四节 应用于食品工业的生物传感器发展现状及展望	156
参考文献	161
第八章 智能感官分析技术	165
第一节 电子鼻	165
第二节 电子舌	176
第三节 质构仪	189
参考文献	196
第九章 纳米技术	201
第一节 纳米技术的基本概念	201
第二节 纳米技术的发展概况	204
第三节 纳米食品的活性与安全性	209
第四节 展 望	221
参考文献	223

第一章 绪 论

第一节 现代食品加工技术的定义和内容

近年来,随着社会科技进步和人民生活水平的提高,人们对食品的认识也在不断加深,对食品的质量和营养的要求也越来越高,消费者已经不能满足于原有的食品加工技术生产的产品,因此,发展现代的食品加工技术已成为大势所趋。现代食品加工技术是指食品在提取、分离、浓缩以及贮存等加工过程中,能够使其有效成分保持生理活性及稳定性的先进技术。在确保无污染加工条件下,这些技术可以最大限度地降低加工过程中食品营养成分的破坏,具备低能耗、低污染排放、无溶剂残留等特点,从而提高生产率,减少成本,改善食品品质。到目前为止,关于食品加工技术的分类方法有很多。根据加工过程中单元操作不同,可分为粉碎技术、冷冻技术、微胶囊化技术、挤压技术等;根据加工过程中所使用的原料来源不同,可分为粮食加工工艺、乳制品加工工艺、肉制品加工工艺、果蔬加工工艺等;根据加工过程使用的分离方法不同,可分为膜分离技术、分子蒸馏技术、超临界萃取技术和冷冻干燥技术等。

本书主要从超临界流体萃取技术、色谱分离技术、分子蒸馏技术、微胶囊化技术、冷杀菌技术、生物传感器技术、电子鼻、电子舌技术、纳米技术9个方面来阐述这些现代食品加工技术及其在食品工业中的应用。

一、超临界流体萃取技术

超临界流体萃取技术(简称SFE)是一种以超临界流体作为萃取溶剂,在临界温度和临界压力条件状态下,利用其特殊的物理化学性质,对混合物进行萃取分离的技术。

该应用技术兴起于20世纪70年代末,是一种新型的、精致的生物分离技术,由于近年来社会飞速发展,这种技术已被广泛应用于石油、化学、医药、食品、保健品等领域,受到世界各地的普遍重视。由于超临界流体具有良好的流动和传质特性,它的许多物理化学性质在临界点附近对温度和压力的变化十分敏感,如密度、溶解度、介电常数等,于是这些特殊的性质能够被利用来实现萃取物质以及分离萃取物与溶剂。与传统的分离工序(例如用有机溶剂萃取及精馏)相比,超临界流体萃取技术具有更大更多的优点,它萃取纯度高,效果好,能够保留植物的全部成分,而且萃取效率高、速度快,安

全性好,不产生溶剂残留,萃取过程工艺简单,耗能少、CO₂可循环使用、成本低,因此具有很高的应用价值。

本书重点阐述了超临界流体萃取技术应用的基本原理、过程系统、工艺过程以及该技术在农产品深加工中的应用范围和示例。

二、食品分子蒸馏技术

分子蒸馏是指在一定温度和真空度下,根据物质分子运动的不同的平均自由程而实现物质分离的一种液—液分离技术,是一种非平衡状态下的蒸馏。分子蒸馏技术有蒸馏温度低、真空度高、分离效果好、受热时间短等优点,适用于容易氧化、热敏性和高沸点的组分分离。

在20世纪30年代时,出现了分子蒸馏技术,但由于当时的精密仪器的机械制造水平和化学计量学等统计分析方法还不够成熟,导致分子蒸馏技术没有很好的应用。至20世纪60年代,日本、英国、美国以及前苏联等均有多套大型工业化装置投入使用,技术研究逐渐活跃,但相关技术的发展还很落后,致使在整体上分子蒸馏技术及装备还不够完善。近年来,这一领域受到了各国研究者的重视,分子蒸馏技术及应用得到了进一步的发展,并逐渐被应用于食品加工、精细化工、石油化学制品、油脂、制药及轻工业等领域。

本书具体介绍了分子蒸馏的基本概念和加工原理、分子蒸馏的发展概况以及在食品工业中的应用实例。

三、色谱分离技术

色谱分离技术又称层析分离技术或色层分离技术,是一种能够把复杂混合物中各个组分分离出来的有效方法。它是利用不同的物质在由固定相和流动相构成的特殊体系中有不同的分配系数的性质,当两相作相对运动时,这些物质会随着流动相一起运动,并在两相间进行反复多次的分配,从而使各物质分离。

当混合物的各组成部分的物理和化学性质十分接近,化合物的物化性能差别很小,其他的分离技术很难或根本无法应用时,色谱分离技术能显示出其实际的优越性。所以,在现代的食品加工工业中,发展色谱分离技术进行大规模纯物质分离提取的重要性日益增加。

本书阐述了色谱技术的工业应用,设立HPLC、LC-MS联用、GC、GC-MS联用、模拟移动床色谱技术及其应用等专题对色谱分离技术进行探讨。

四、微胶囊技术

微胶囊技术是指利用天然的或者是合成的高分子包裹材料,能够将固体的、液体的、甚至是气体的微小囊核物质包裹形成直径为1~5 000μm的一种具有密封或半透性囊

膜的微型胶囊技术,得到的微小粒子叫微胶囊。由于此项技术可以使不相溶成分混合降低某些化学添加剂的毒性、改变物质形态、隔离活性物质、保护敏感成分和降低挥发性等,因此,它为食品工业高新技术的开发展现了良好的前景。

本书主要讲述了微胶囊化技术的基本原理以及分类,并列举了微胶囊技术在农产品深加工中的应用示例。

五、冷杀菌技术

相对于热杀菌技术而言,冷杀菌技术利用其他灭菌机理杀灭微生物,无需对物料进行加热,因而避免了食品成分因热而被破坏。冷杀菌技术有很多方法,如高压杀菌、放射线辐射杀菌、放电杀菌、超声波杀菌、紫外线杀菌、感应电子杀菌、静电杀菌、磁场杀菌和强光脉冲杀菌等。相比于传统的食品热杀菌技术而言,使用冷杀菌技术能够充分保留食品原有的营养成分和风味,甚至还能产生令人喜爱的特殊风味,而且处理时间短,杀菌彻底,不产生毒性物质。但是,由于有些技术还不够成熟,在实际应用中还受到较大程度的限制。

本书重点介绍了高压脉冲电场杀菌、磁力杀菌、感应电子杀菌、脉冲强光杀菌、臭氧杀菌等技术的基本原理,以及部分冷杀菌在食品工业中的应用实例,并展望了冷杀菌技术前景。

六、生物传感器

生物传感器是一类特殊形式的传感器,由生物分子识别元件与各类物理、化学换能器组成,用于各种生命物质和化学物质的分析和检测。生物传感器融生物学、化学、物理学、信息科学及相关技术于一体,已经发展成为一个十分活跃的研究领域。

生物传感器技术的研究重点是:广泛地应用各种生物活性材料与传感器结合,研究和开发具有识别功能的换能器,并成为制造新型的分析仪器和分析方法的原创技术,研究和开发它们的应用。

本书介绍了生物传感器的基本概念、基本原理和分类,以及在品质监控、成分分析和安全检测等食品工业中的应用实例。

七、电子鼻、电子舌技术

电子鼻是测量一种或多种气味物质的适用于许多系统中的气体敏感系统,与传统的的气味分析技术,如火焰离子化检测、气相色谱法、质谱法等相比,具有快捷、经济、简便等优点,因此广泛应用于食品、农业、医药、公共安全及环境监控等领域。

20世纪80年代中期,电子舌技术作为一种分析、识别液体味道的新型检测手段发展了起来。与普通的化学分析方法相比,电子舌技术在传感器上输出的并不是样品成分的分析结果,而是一种与试样某些特性有关的信号模式,这种信号在被有模式识别能力的

计算机分析后,能够得出对样品味觉特征的总体评价。

本书阐述了电子鼻、电子舌的基本概念、基本原理和发展状况,以及其在食品工业中的应用实例。

八、纳米技术

纳米技术也称毫微技术,是研究1~100nm结构尺寸范围内材料的性质和应用的一种技术,是一门交叉性很强的综合性学科,研究的内容非常广,涉及现代科技的广阔领域。纳米技术已成功用于许多方面,包括医学、化学、食品及生物监测、光学、制造业以及国防等。

纳米食品是指运用纳米技术对食物进行分子、原子的重新编程,使其某些结构发生改变,从而能大大提高某些成分的吸收率、加快营养成分在体内的运输、提高人体对矿物质元素的吸收利用率、降低保健食品的毒副作用、延长食品的保质期。纳米食品具有提高营养、防止疾病、调节身体节律、增强体质、恢复健康和延缓衰老等功能。目前的纳米食品主要有钙与硒等矿物质制剂、添加营养素的钙奶与豆奶、维生素制剂、纳米茶和各种纳米功能食品等。

本书主要阐述了纳米技术的基本概念和发展概况、纳米食品的活性与安全性以及在食品工业中的应用实例。

第二节 现代食品加工技术的产生和发展

民以食为天,食品加工工业的发展直接关系到人们的生活质量。在我国,自改革开放以来,食品加工工业发展迅速,现在已经成为国民经济中的重要支柱。从行业的市场结构来看,食品加工工业是高度市场化的行业,全行业企业数目众多、竞争充分,为我国日益增长的消费需求提供了可靠的保障。而从行业技术水平来看,食品加工工业所拥有的技术含量相对较低。近年来在国家的政策主导下,中国食品工业加快了食品加工技术的研发,在很多核心领域食品加工技术都取得了重大突破,促使行业经济产值增长迅速,经济效益不断提高,产业竞争力逐渐上升。

18世纪末到19世纪初,近代食品工业产生。18世纪,英国发生了工业革命,随即产生了食品工业加工技术的应用,出现了以蒸汽机为动力的面粉厂,即利用机械进行加工的食品工业。1810年,法国的阿培尔提出用排气、密封和杀菌的方法来保存食品的“食品贮藏法”,由于该方法的出现,1829年建成了世界上第一个罐头厂。1872年,美国发明了喷雾式奶粉的生产工艺,1885年乳制品的生产正式成为工业生产的一部分。随着社会发展和科学技术的不断完善,现代食品加工技术的迅速发展,食品加工的深度和广度不断加深,运用的科学技术也越来越先进。

人类生存的第一需求是食品消费,在各国的国民经济中占有重要的地位,因此,各国也越来越重视食品加工技术的发展。“原始状态”曾是我国长期的消费状态,即人

们的食品消费基本上以直接的农产品消费为主。因为长期以来,我国的小农经济特征非常明显,农村经济普遍呈现自给自足的特点,使得我国食品工业的发展远远晚于西方国家,从而导致食品加工技术呈现出水平低、核心技术依靠进口的特点。但是,随着我国经济的不断发展,当前食品加工技术的发展也非常迅猛。从国内的发展状况来看,食品加工技术的发展可初步划分为以下3个阶段。

一、缓慢增长阶段

我国现代化的食品加工技术开始于清末使用进口机械加工面粉,是“进口型”的。但引进机械后,技术水平严重依赖国外进口,而且对引进技术的吸收水平也很低,我国的发展仍然比较缓慢。整个国家的消费都处于小农经济自给自足的状态,而且食品消费主要以初级产品为主,加工食品的消费比例非常低。另一方面国家的政策也制约着它的发展,重视重工业而轻视轻工业,对食品加工技术的发展不够重视。

二、觉醒阶段

1978年实行改革开放以来,经济呈现全面振兴之势,为引进先进的加工技术提供了便利的条件。然而,由于食品加工有“积重难返”的难题,在改革开放之后并没有爆发出迅猛的发展势头。在两年之后,食品行业的技术引进以及新增投资开始发挥作用。从20世纪90年代起,我国的食品行业的发展呈现了觉醒之势,食品加工技术的整体水平迈上了一个新的台阶。

三、飞速发展阶段

进入21世纪,我国在政策上逐渐重视食品加工技术的发展,特别加大了对食品科技研发的政策与资金支持力度,使得我国食品加工技术的发展表现出平稳、快速地发展态势。经过这一阶段的快速发展,我国的食品加工技术进一步缩小了与发达国家水平的差距,甚至在某些领域与国际先进水平接近,在个别领域处于领先地位,为我国食品加工技术的进一步发展奠定了坚实的基础。具体表现在以农副产品为主要原料的食品制造业中,大量采用各个学科中最新最先进的技术,使食品生产中投入产出比增大、损耗降低;一系列现代营养、生物、电子、卫生、机械、光电、电磁、程控、材料等科学领域中的高新加工技术慢慢的被广泛应用于食品工业的各项加工环节中,从而改善产品品质与风味,保证了营养与卫生安全,提高了产品质量。

然而,我国的食品加工技术也存在自身的问题,食品加工技术整体水平仍然较低,与世界先进水平还有较大差距。首先,目前我国食品行业的企业规模普遍较小,大多数中小企业的资金有限,且主要从事食品生产活动,缺乏经费投入研发。企业对研发的管理比较薄弱,技术人员自发创造型和投资驱动型相结合是普遍存在的模式,难以突破食品加工的关键技术。对研发的投入不足和管理方式的相对落后,导致食品工业技术创

新不够,从而造成产品种类少、技术含量不高、档次偏低。其次,在我国的食物行业科技成果中,初级加工技术的成果所占比重大,而精深加工的成果明显少于初级加工的成果,食物行业大部分仍属于传统行业,粗加工水平占优势,缺少精加工产品,基本的技术含量和附加值偏低。即使某些企业已经形成集团优势,其产品的技术含量也不是很高,食物加工业正处于以农产品粗加工和劳动密集型为主向深加工和资金技术密集型转型的过程。最后,对食物行业的综合利用,尤其是废弃物的综合利用研究较少,与国际先进水平有较大差距。

第三节 现代食品加工技术的展望

我国地大物博,每年的食物产量都很大,很多食物如油料、水果、粮食、蔬菜、肉类和水产品等的产量都位居世界首位。然而我国食物的加工率很低,一方面是由于加工技术落后,另一方面则是很多食物种类不适宜深加工。目前我国加工食物占消费食物的比重约为30%,而发达国家一般都达到了60%~80%的水平,差距非常大。例如,蔬菜的加工,我国经过商品化处理的蔬菜仅占30%,而欧盟、美国、日本等发达国家与地区占90%以上;我国柑橘加工量仅为10%左右,而美国、巴西达到70%以上;我国虽为肉类大国,产量占世界总产量的1/4,但加工量只有5%左右。可见我国的食物加工业还远远落后于其他发达国家,我们还停留在主要以吃“原料”为主的时代。同时,食品加工高新技术产业化的通畅流程尚未形成。据有关报道,农业技术成果在农业产业化的转化率远远高于包括食物在内的其他行业。然而作为农业后续产业的食物加工业依然以小作坊生产方式为主,长期徘徊在低水平的旋涡之中,食物工业的原材料大部分源自于农林产品,使得食品加工“源头”与农业脱节。

现代食物加工业是人民生活现代化的重要保证。经过30多年改革开放的快速发展,我国食物加工业在经济社会的发展中具有举足轻重的地位和作用,已经成为国民经济的重要产业。进一步全面提升食物加工业的现代化水平,对提高农产品附加值,扩大就业,稳定和发展农业生产,调整经济结构,满足人民日益增长的物质需要具有重要意义。为此应该通过以下几个方面来提高我国食品加工技术的现代化水平。

第一,继续加强对食物加工业技术研发的资金和政策支持,推进行业跨越式发展。食品加工技术是一个国家食物工业竞争力的最重要来源,也是食物工业现代化水平的决定性因素。到目前为止,一系列重点科技项目已经实施了攻关,并在技术和经济方面取得了非常好的效应。在技术上,在膜分离、物性修饰、无菌冷灌装、浓缩、冷加工等关键加工技术上有所突破,开发出了一系列极具市场潜力的产品。在经济上我国食物工业以每年20%以上的速度增长,并且企业效益明显好转。基于发达国家食物加工业发展的经验以及科技投入的高产出,在今后的食物加工业发展中,我们应重视政策的宏观导向作用,对企业研发有重大技术突破的予以国家奖励。因为我国粮食、果品、蔬菜、肉类产量均居世界首位,但存在加工程度浅、半成品多、制成品少的问题,所以我国应重点

开发食品产业综合加工利用技术和产品延伸加工技术,并引导企业加大对食品深加工等技术的研发。国家资金要用于突破具有共性或者是具有很大难度的基础性技术上,为整个食品加工业行业的跨越式发展搭建一个国家级的技术共享平台。

第二,鼓励食品加工行业的兼并重组,提高行业集中度,增强企业竞争力。目前我国食品加工业各行业在国际竞争中处于不利地位,我们的企业的产业集中度是非常低的,不能很有效地利用规模经济带来的好处,生产成本要高于同行业的国际企业。如果提高我国食品加工业的国际竞争力,使我国从食品生产大国转变为食品生产强国,就必须要提高行业的集中度。根据各国和各行业的经验,提高行业竞争度的有效方法是兼并和重组。政府应该鼓励食品行业企业的兼并重组并同时要防止垄断的发生,通过这一过程组建大型的食品加工企业,使其在规模经济与完全竞争中求得较好的协调发展,在不影响竞争的情况下努力提高企业的规模水平,增强企业的实力。

第三,改变资金的投入来源,使得食品加工业技术研发资金的投入呈现多方位。目前,我国食品加工业的科技研发投入的资金来源比较单一,主要来自于政府和企业。食品加工业是关系国家全民健康的工业,食品科技的研发应该吸收各方面的力量进行共同攻关,发挥多方的积极作用。从研发的主体看,主要有企业、研究机构 and 高校。但是,从研发资金的投入主体来看就要复杂得多,可以是企业通过银行贷款进行研发,可以是企业利用自有资金进行独立开发,可以是研究机构与企业合作进行开发,也可以是高校、研究机构和企业共同开发,还可以是政府出资进行重点项目的研发支持等。总之,研发资金的投入主体是多元化和多层次的。在技术研发的过程中,只要有利于技术的开发,可以采取任何符合实际情况的联合开发模式。

第四,多加强国际间的合作和交流,促进食品加工技术的跨越式发展。虽然我国食品工业的规模和发展速度都很快,但是食品加工技术与国际发达水平还有很大差距。从产业经济学中梯度理论可知,我们可以利用自身的后发优势,积极引进技术,增强自主开发能力,并结合国际技术发展趋势和市场需求,引进高新技术,以设计和制造技术为主。引进技术要和技术攻关与试验研究相结合,安排足够的消化吸收资金,真正掌握国外先进技术的发展思想、设计方法、测试方法及关键数据设计、制造工艺等技术诀窍,并结合我国实际情况,改进创新。采取各种方法积极开展国际合作,大力拓宽渠道,包括合作开发与制造、派出人才培养、人才引进等。精心实施名牌战略,大力提高产品质量。产品质量是农副产品加工机械的一个非常重要的环节,提高产品的可靠性,在市场竞争中求稳定快速发展。建立高质量的产品质量指标体系,与国际或工业发达国家标准相适应,贯彻于设计、制造、检验、安装、调试及服务全过程。要增强名牌意识,生产出市场占有率高的名牌产品,不仅在国内市场上能与外国货抗衡,而且要努力争取走出国门,跻身于世界大市场参与国际竞争。一方面引进先进的技术,提高本国的技术装备水平;另一方面也引入国际高级技术人才,同时还要加强高校、研究机构等研究实体和国际相关机构的交流与合作,鼓励有条件的企业进行国际投资,到国外设厂、建立研究机构。通过一系列的国际化道路,引导本国企业适应国际化的竞争规则,增强国际竞争力。

2014年,《中国食物与营养发展纲要(2014—2020年)》(以下简称《纲要》)发布,对食品加工业发展提出具体目标,强调要发展“方便营养加工食品”,并加快传统食品的工业化改造,推进农产品的综合开发与利用。关于“食品加工业发展目标”部分特别强调指出,“加快建设产业特色明显、集群优势突出、结构布局合理的现代食品加工产业体系,形成一批品牌信誉好、产品质量高、核心竞争力强的大中型食品加工及配送企业”,要求“到2020年传统食品加工程度大幅度提高,食品加工技术水平明显提升全国食品工业增加值年均增长速度保持在10%以上”。《纲要》强调要发展“方便营养加工食品”。当前,由于社会购买力增强,劳动力和时间成本上升,追求生活质量意识提高,“方便营养加工食品”是年青一代城乡居民日常生活消费的主要选择,“加快发展符合营养科学要求和食品安全标准的方便食品、营养早餐、快餐食品、调理食品等新型加工食品,不断增加膳食制品供应种类”是食品加工业满足新时期新一代居民的消费新需求。总的来说,随着新技术的不断引进,我国食品加工业的发展有以下趋势。

第一,食品营养化——我国食品加工业发展的根本趋势。色香味只是表象、形式外因,营养价值是实质、内容和内因,是食品的根本所在。生产营养成分丰富和各营养成分比例合理的营养平衡食品是食品加工企业的根本任务。只有这样,才能使消费者“吃好”,才能增强国民体质,保持健康状态。我国营养产业的基本特点是:起步晚,基数小,成长快。2001年以前我国还没有“营养产业”的概念,所以,与国外相比,中国营养产业起步晚。不过,虽然起步比较晚,但发展非常快。目前,中国营养产业已经形成了一批有竞争力的企业,生产的维生素C、维生素E、维生素D₃在世界上占有垄断优势。食品营养与健康成为当今食品加工技术研究领域前沿。食品营养在人类慢性病防治中的重要性日益明显,要求食品加工业提供不仅仅是安全、而且是有助于维护人体健康的产品。目前已从结构、功能、作用机理、生物利用率、安全性评价等层面对很多食品进行了广泛深入研究,发展现代食品加工技术、开发新型营养补充剂、新型功能因子和新型功能食品,是发展现代食品加工业的重点。

第二,食品功能化——社会发展进步的必然要求。随着人们保健意识的增强和对自身健康状况的关注,人们对食品的期望不仅是具有良好的营养价值,而且是具有特定的保健功能,以预防、延迟疾病的发生,减轻疾病的症状和痛苦,促进疾病的康复。根据国际生命科学学院对功能性食品的最新解释,将其定义为:已被证实具有令人满意的一种或多种对人体有益的功能的食品。功能性食品除了要具有适当的营养作用,还要在某种程度上具有改善人体健康状况及降低患病风险的作用。“已被证实具有令人满意的功能”的解释是:当以正常的日摄入量食用某种食品时,只有证据证明它有益于人体健康,或者以有效摄入量摄入某种食品时,其有益作用是众所周知的,这样的食品才能被称为功能性食品。人们生活水平的提高导致的文明病、富贵病(糖尿病、心脑血管疾病、肥胖症等)的高发已成为损害人们健康状况的一大顽症,这在客观上也促进了保健食品的发展。

第三,食品生产的机械化、自动化、专业化、规模化和方便化——提高食品加工企业国内与国际市场竞争力的必然选择。提高食品生产的机械化和自动化水平,是生产营

养价值高和卫生安全性好的食品的前提和基本要求，也是实现食品加工企业规模化生产和发挥效益的必要条件。为满足方便（即食化）消费食品的需求，发展方便食品加工中的保鲜、食品形态与营养保持、抗老化、无菌包装等关键技术，研究开发方便主食、方便肉禽水产制品，以及豆制品、蔬菜制品等方便副食，适合不同消费人群的冷冻、冷藏和常温保藏的系列开袋即食食品，只需简单加热的营养配餐及适合厨房加工的半成品，成为现代食品加工业发展的新方向。

第四，食品生物技术化——现代食品工业未来的发展趋势。食品生物技术是指将生物技术应用到食品原料的生产、加工和制造过程中。它不仅包括了最古老的生物技术加工过程，如食品发酵和酿造等，也包括了改良食品原料加工品质基因的现代生物技术，以及用以生产高质量的农产品、制造食品添加剂、植物和动物细胞的培养及与食品加工和制造相关的其他生物技术。现代生物技术主要是指基因工程技术、酶工程技术和发酵工程技术。展望21世纪基因食品的发展，未来生物技术不仅有助于实现食品的多样化，还有助于生产特定的营养保健食品，进而治病健身。

总之，现代食品加工业为满足人们的营养和消费需求，正向着追求营养、美味、安全、快捷、方便、多样化的方向发展。传统的食品加工技术通常难以满足现代食品加工业开发新产品的需求，因此采用高新技术将是食品加工业发展的必然。食品加工业的高新技术将在最大限度保持食品营养成分和其固有的品质，且生产能耗低、效率高、收益好的方向有更好的发展。

第二章 超临界流体萃取技术

第一节 超临界提取的基本概念

一、超临界流体萃取技术进展

超临界流体萃取 (Supercritical Fluid Extraction, 简称SFE) 是用超临界流体作为萃取溶剂, 利用其特殊的物理化学性质对混合物进行萃取分离的一种高新技术。超临界现象的发现和已有1个多世纪的历史, 而超临界流体萃取技术在石油、矿冶、化工、医药、食品、环保等领域中的应用是在近几十年才发展起来的。

早在1822年, Cagniarddela Tour首次报道了超临界现象的存在, 他指出在密封容器中, 当温度上升到一定程度, 气液之间的界面就会消失。1869年在英国皇家学术会议上 Andrew发表了超临界实验装置和对超临界实验现象观察的文章, 文章报道了二氧化碳的临界点为7.2MPa和30.92℃, 和目前公认的7.185MPa和31.1℃十分接近。1879年10月, 英国科学家Hannay和Hogarth首次发现了超临界流体与液体一样, 可以溶解沸点高的固体物质, 当系统压力上升时, 固体物质溶解; 当系统压力下降时, 固体会析出。此后, 许多学者继续研究了固体溶质在其他超临界流体中的溶解能力, 有的学者还做了综述, 使人们注意到高压天然气具有携带大量烃类的能力。但是, 早期超临界流体的研究主要集中在相行为变化和超临界流体的性质上。直到1943年, Messmore首次利用压缩气体的溶解力作为分离过程的基础, Francis在1954年完成了在25℃及5.5MPa下, 有液态二氧化碳和其他两种化合物组成的共464个三元系的平衡相图的实验研究, 为人们提供了高压下的溶解度信息, 增加了采用超临界流体来进行萃取分离的可能性, 从此才发展出一种新的分离方法——SFE法。

1962年, Zosel通过实验得出一个重要的见解, 超临界流体可以用来分离混合物, 是一种分离剂。这一见解奠定了以后超临界流体萃取过程开发的基础, SFE作为新型分离技术也受到世人的瞩目。超临界流体萃取分离技术在解决许多复杂分离问题, 尤其是从天然动植物中提取一些有价值的生物活性物质, 如 β -胡萝卜素、甘油酯、生物碱、不饱和脂肪酸等, 已显示出了巨大的优势。随着人们对超临界流体性质和萃取理论的深入了解, SFE的研究工作在食品工业迅速发展, 20世纪70年代就已建立了从天然产品中提取有效成分或脱除有害物质的工艺流程, 其中包括对咖啡中的咖啡因、天然色素、啤酒中