

面向未来的 食品加工技术

● 唐春红 陈敏新 著

中国农业科学技术出版社

面向未来的 食品加工技术

唐春红 陈敏新 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

面向未来的食品加工技术 / 唐春红, 陈敏新著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2015. 1

ISBN 978 - 7 - 5116 - 1922 - 8

I. ①面… II. ①唐…②陈… III. ①食品加工 IV. ①TS205

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 275180 号

责任编辑 涂润林

责任校对 贾晓红

出版者 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)82106638 (编辑室) (010)82109703 (发行部)
(010)82109709 (读者服务部)

传 真 (010)82106650

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850mm × 1168mm 1/32

印 张 7.625

字 数 205 千字

版 次 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

定 价 28.00 元

版权所有 · 翻印必究

前 言

中国引进西方食品加工技术并发展了几十年，目前已经进入了一个瓶颈期。20 世纪 90 年代笔者在西南大学读硕士研究生期间，一位全国食品界的资深学者跟笔者谈到，现在的食品加工技术比较落后，能耗大污染也大，在食品加工的杀菌环节尤其突出。加工技术的落后导致原料利用率低，农业资源浪费严重。如何改变现有的食品加工研究思路，打破现有的食品加工和研究框架，建立全新的食品加工体系，是一个亟待解决的问题。同行学者在进行学术交流时，大家都有一个共识，目前的食品加工技术比较陈旧，加工模式固化，所谓的新产品开发，也只是针对原料的不同进行配方和工艺参数的优化，在现有的食品加工体系下，各种食品的加工工艺很难找到方法上的突破口。

本书合著者陈敏新先生具有丰富的国外食品研发经验，非常熟悉国际食品技术发展动态，坚定秉承绿色、天然的食品加工理念，精于将其他学科的技术应用于食品加工领域，善于将中医药传统理论用于食品防腐保鲜，致力于传统食品加工工艺过程的简洁化，一直努力追求着让中国百姓吃上既安全美味又价格便宜的放心食品的理想。陈先生带给了笔者一种全新的食品加工理念，我们总结为“步步减菌、生物防腐”。利用该加工理念研发的所有食品加工工艺过程中都没有高温高压杀菌、辐照杀菌或巴氏杀菌过程，采用具有杀菌作用的食物机械、果蔬提取物或生物防腐剂来保证食品的商业无菌。陈先生配合笔者一起完成了本书中使用超声波技术加工食品的所有案例。

在笔者身边有一批非食品科班出身的专家，他们转入食品行业

后结合原来的专业技术和研究理念，采用突破传统食品加工模式的方法，解决了很多食品加工中的难题。有一位有军工技术研究背景先生，将物理能、机械能和生物能运用到了炉火纯青的地步，将谷物、果蔬、皮骨等原料在几分钟到几十分钟内做成 Whole Food 或酶解产物，生产过程不排放任何污染物。有一位粉体专家，将一台粉碎设备做成了一般科研人员很难理解的反应系统，实现了书本上最理想的无介质无污染的化学反应和酶促反应。在其他领域也有这种情况，有一位非化学专业出身的专家，用非常简单的以污治污的方法，解决了化工领域很多专家学者们多年努力都没有解决的污染治理难题。还有一位专家用哲学思维研究出了利用杂草“快速生长因子”促进农作物快速生长的肥料。

笔者本是食品专业科班出身，对传统食品加工技术有着较为深刻的理解，再加上笔者对新鲜事物较为敏感，执着于探究理念及对食品工业的热爱，一直以来希望自己能够在理论的高度上，归纳总结这些非食品专业科班出身，又在食品领域取得成绩的学者们的经验与成果。尽管现在功力还不够，但笔者会不懈地努力下去，希望能够为我国的食品工业发展起到“抛砖引玉”的作用。

本书第一章“绪论”归纳了人们对食品 and 食品工业的期待，以及食品工业为了满足这些期待需要努力的方向。第二章“现代食品加工技术中的瓶颈”，从目前高校食品专业《食品技术原理》和《食品加工工艺学》的角度，分析了几大类食品加工过程中存在的技术瓶颈，主要是从能源消耗、资源利用率和工艺的复杂程度上进行分析。第三章“食品加工新技术”。对文献报导的食品加工新技术和新设备进行了梳理，对它们各自的优缺点进行了评析，提出了尚需解决的问题。第四章“超声波技术在食品加工中的应用”，本章是核心章节，介绍了超声波技术的发展历程，在食品加工中的应用及应用前景和提升空间，论述了利用超声波技术加工不同种类食品的具体工艺过程。第五章“高压高剪切技术在食品加工中的应用”，这两种技术的成熟是保证全食物（Whole Food）

全营养食品生产的基础，超高压技术可以起到物理灭菌的作用。第六章“保证食品加工环境安全的新技术”，对现有空气净化技术进行了梳理，食品工业的特点决定了食品工业需要前期设备投入低、运行成本低、维护成本低的被动式空气净化技术。第七章“新的食品加工技术与传统加工技术的对比”也是本书的核心章节，着重从能源消耗、资源利用率、工艺复杂程度、技术优缺点、设备占地面积，用工人数，生产排污等方面进行综合分析，比较了新技术在各方面的综合优势。第八章“影响食品安全的因素”是从农田到餐桌的各个环节进行综合分析，阐述了“食品安全不是监管出来的，与食品原料、生产技术、食品包装、食品机械和设备等都相关”的观点；对守法企业来说，急需的是工艺流程短，操作简单，资源利用率高，节能微排，同时又能够保证食品的美味、营养和安全的食品加工技术。为了让读者能够尽快了解本书的主要内容和想要表达的观点，每章后面都有小结。

笔者并不想将这本书写成一本专业性很强的书，希望这本书的读者来自各行各业，甚至于是各个阶层，更希望有一定思想的企业投资人能从这本书中找到共鸣，为其企业决策提供一份参考。本书的附录是国家的一些相关法律法规，列出了企业采用节能减排新技术可以享受到的国家优惠政策。也希望引起政府部门相关机构的重视，在碳排放指标一定的情况下，只有增加节能微排高新技术企业数量，才能增加当地的国内生产总值（GDP）；只有食品加工企业数量增加，才能带动当地农民致富奔小康。所以，为雅俗共赏，本书文字通俗，并且尽量用表格不用文字，以使本书所表达的内容简洁明了。

感谢所有为笔者提供思路和素材的专家，感谢参考文献中的作者，感谢笔者的研究生们的努力和支持，感谢一直以来陪笔者共同奋斗的合作者们。很多思想的火花就是在一次次的交流过程中碰撞而出。在这条布满荆棘和鲜花的科研道路上，我们奋斗并快乐着。

由于时间紧迫，个人能力有限，书中难免有错漏之处。现在本

书即将出版，书中不太满意的地方只能期待再版时进一步完善。欢迎广大读者批评指正，当然更渴望赞同的声音，愿同行在相互的沟通中能够引起更大的共鸣，将本书中提出的食品加工新体系不断更新和完善。期待与您的沟通交流，笔者的邮箱 023tch@163.com，笔者的 QQ 号码：2593486621。

唐春红

2014 年 12 月于重庆市沙坪坝

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 食品工业发展现状与趋势	(1)
第二节 食品添加剂行业面临挑战	(7)
第三节 食品及食品行业发展趋势	(15)
第四节 新的食品加工体系	(19)
小 结	(24)
第二章 现代食品加工技术中的瓶颈	(26)
第一节 罐头加工	(27)
第二节 饮料加工	(29)
第三节 肉制品加工	(32)
第四节 果脯蜜饯的加工	(35)
第五节 发酵类食品的加工	(37)
第六节 冷饮类食品加工	(41)
小 结	(42)
第三章 食品加工新技术概述	(44)
第一节 食品干燥技术	(44)
第二节 食品成分提取与分离技术	(57)
第三节 食品冷冻加工技术	(63)
第四节 食品膨化技术	(65)
第五节 食品杀菌技术	(67)
第六节 食品包装技术	(71)
第七节 食品粉碎与造粒技术	(73)
第八节 其他食品加工设备	(75)

小 结	(76)
第四章 超声波技术在食品加工中的应用	(79)
第一节 超声波技术的学术研究沿革	(79)
第二节 超声波技术作用的基本原理与应用	(83)
第三节 超声波技术在食品工业中的应用	(96)
小 结	(108)
第五章 高压高剪切技术在食品加工中的应用	(111)
第一节 超高压技术及其对食品的影响	(111)
第二节 高剪切技术及其在食品中的应用	(121)
小 结	(130)
第六章 保证食品加工环境安全的新技术	(132)
第一节 空气净化基础知识	(133)
第二节 良好操作规范 (GMP) 与食品生产车间空气 净化	(136)
第三节 传统空气净化技术	(137)
第四节 现有空气净化技术	(140)
第五节 空气清洁新技术——分子击断技术	(150)
小 结	(154)
第七章 新的食品加工技术与传统加工技术的比较	(157)
第一节 罐头加工	(157)
第二节 饮料加工	(167)
第三节 肉制品加工	(175)
第四节 果脯蜜饯的加工	(181)
第五节 发酵类食品的加工	(187)
第六节 冷饮类加工	(192)
第七节 重庆泡凤爪个案分析	(195)
小 结	(197)
第八章 影响食品安全的因素	(200)
第一节 食品机械与设备带来的食品安全问题	(205)

第二节	食品生产配料带来的食品安全问题	(208)
第三节	天然食品添加剂带来的食品安全问题	(210)
第四节	农产品原料带来的食品安全问题	(211)
第五节	包装材料及容器带来的食品安全问题	(213)
第六节	食品物流带来的食品安全问题	(217)
第七节	食品的价格安全带来的食品安全问题	(221)
小 结		(225)
附 录		(228)
附录 1	国家及地方关于节能减排的相关政策	(228)
附录 2	部分节能减排政策节选	(233)

第一章 绪 论

第一节 食品工业发展现状与趋势

食品工业是关系国计民生的工业，也是一个国家经济发展水平和人民生活质量的重要标志^[1]。改革开放以来，我国食品工业快速增长，现已初步形成门类比较齐全、技术不断进步、产品日益丰富、运销网络较为通畅的生产经营体系。但就目前状况来看，食品工业现状与国民经济增长的要求，与人民生活文化水平提高的要求还有很大差距。

一、食品工业的发展现状

1. 我国食品工业化程度相对较低

我国食品工业与农业总产值之比还不到1:1，而发达国家是(2~3):1，我国台湾也达(1~3):1。我国现有食品资源工业化程度低，每年收获的农产品在加工前因为霉变造成的经济损失达2 000亿元人民币。中餐工业化是一个尚未攻克的技术难题，如果可以实现，将会使我国加工食品的比例大大提高。

2. 食品企业的发展不够平衡

市场竞争能力的高低是决定企业存亡的根本问题。我国食品企业两极分化严重，竞争力强和知名度高的产品不多。食品企业大部分属中小型企业，管理水平参差不齐。通常都是靠大量人力、财力和物力投入，而不是靠科技进步来提高生产力，因而产

品趋于同质化，竞争激烈，造成恶性循环，产品销售不畅、企业效益低下。

3. 食品工业技术含量不高，可持续发展后劲不足

我国食品加工业基本停留在粗加工水平上，食品行业总体上仍属于原料综合利用和资源化利用率低，能耗和水耗高、排污量大的劳动密集型传统工业。企业舍不得在技术上加大投入，缺乏可持续发展的动力。

4. 食品工业缺乏加工理论和方法变革的理念

传统的食品加工方法和技术已经进入一个研究和应用的瓶颈期，人们更多的是研究如何优化现有加工工艺的参数，缺乏对目前食品加工理论和方法进行变革的理念和勇气。其他行业的新技术、新成果如何应用到食品行业，对食品加工方法进行创新是非常必要的。例如将超微粉碎与生物技术结合，充分利用超声波技术加工食品，而不仅仅是一种辅助技术，高压高剪切技术加工食品等。

5. 与食品相关的行业与食品工艺研究缺少交集

与食品相关的行业如食品机械、食品包装和食品添加剂与配料等技术的发展与食品工艺研究缺少交集，这种状况严重制约了食品行业的发展，比如食品机械很多都是仿制品，原创产品比较少，满足特殊工艺要求的设备就更难找。如果食品配方中需要增稠剂，也只能从现有的增稠剂中筛选复配，很少有人专门为某类产品研发专用的增稠剂。

6. 中国加强和统一了食品安全的监督管理

2013年3月我国成立了“国家食品药品监督管理总局”，主要职责是对生产、流通、消费环节的食品安全和药品的安全性、有效性实施统一监督管理，结束了我国食品行业分工不够明确，经贸委、农业部、科技部等部门都直接或间接地进入食品行业，形成的重复投资较多，归口不清的局面。重庆的公安部门介入了食品安全管理中，严厉打击食品安全的违法行为。

7. 《中华人民共和国食品安全法》为中国食品安全提供了法律保障

2009年2月28日中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过了《中华人民共和国食品安全法》，自2009年6月1日起施行。2014年7月2日第十二届全国人大常委会第九次会议初次审议了《中华人民共和国食品安全法（修订草案）》，草案目前正在中国人大网面向社会公开征集意见。《中华人民共和国食品安全法》使处置食品加工企业的违法行为有法可依。

二、食品行业发展呈现四大特点

1. 市场刚性需求不变，食品产量稳步增长

在食品市场刚性需求拉动下，食品工业生产将继续保持平稳增长。预计国内食品生产和消费总量将继续增加，消费更加多样化，企业效益将稳步提高。

2. 内需拉动国内市场，进口量进一步加大

在中央各项宏观政策支持和调控下，国内市场消费需求进一步上升，食品市场需求持续增加，市场规模继续扩大。除一部分食品工业所需原料仍需大量进口外，国内市场的发展对高端食品的需求将进一步增加，使得终端消费品中食品的进口还将进一步扩大。

3. 食品消费价格上涨，通胀压力继续增加

由于农产品生产价格将继续上涨，受其影响，食品消费价格涨幅将随之扩大。预计食品消费价格将继续上涨，通胀压力会进一步加大。

4. 食品安全广受关注，未来形势稳定向好

随着中国经济的快速发展，中国居民食品消费升级、农产品产业升级、食品安全形势受到了国际社会的广泛关注和全体民众的高度关注，一系列的食品安全政策法规相继出台并得到有效实施，我国食品安全形势将呈现出更加稳定向好的发展态势。

三、中国食品工业发展趋势及问题

近 20 年来,中国国内生产总值年均增幅为 9.3%;而食品工业则以年均 13.1% 的增速持续发展。据中国轻工业信息网预测分析系统显示,2014 年全年,食品制造行业主营业务收入将超过 2.02 万亿元,预计达到 12.52% 的增长速度。就目前的形势来看,中国食品工业的发展趋势及遇到的问题是^[2]:

1. 食品加工技术将面临一场技术革命

传统的食品加工技术有干制技术、罐藏技术、低温冷藏和冷冻技术、化学防腐技术、辐照技术、(半)发酵技术等。这些传统的食品加工业是一种原料利用率低,生产周期长,人员多,能耗高,污染大的行业。而将机械能(动能、势能)、物理能(指声、光、电、磁等)和生物能用于食品加工技术,研发生产工艺简单、生产周期短,操作容易,原料利用率高,能耗低,节水微排且生产出来的食品营养、美味、安全、价廉,这样的新食品加工技术将是未来食品加工技术的发展方向。在传统食品科学体系下培养出来的学者很难在这方面有所突破,因此,这就需要大量的从事其他行业的科研人员转入食品行业,以他们不同的视角拓展出研究食品的新思路,为食品行业的发展注入新的生命力。

2. 方便食品发展和产品多样化是未来食品的一个重要特征

我国食品工业仍以农副食品原料初加工为主,原料利用率低,食品制成品水平低。除了营养早餐奶外,市场上缺乏符合营养平衡要求的早、中、晚餐方便食品和满足特殊人群的营养食品。随着居民收入水平的提高和生活方式的改变,使得简便、营养、卫生、经济、即开即食的方便食品市场潜力巨大。但是我们要对广大消费者进行食育教育,不能过分追求食品的这些特征,因为这会诱使食品生产企业为了满足消费者的需求而过度使用食品添加剂,超标超范围使用食品添加剂和添加非食用物质,会给食品安全和人类健康带来隐患。

3. 重视保健食品的开发是食品工业的重要任务

我国居民的膳食结构正处于温饱到小康的转型期，对营养合理、符合健康要求的食品需求十分迫切。食品生产要注重开发营养搭配科学合理的新产品，开发营养强化食品和保健食品，既要为预防营养缺乏症服务，又要为防止因营养失衡造成的慢性非传染性疾病服务。中国人民一直有“防患于未然”的理念，这也是中国保健品行业问题很多却一直长盛不衰的原因。目前中国保健品的生产和营销问题很多，应该加强相应的法律法规建设并能够落到实处，给功能性保健食品的发展提供一个安全的空间。

4. 绿色食品、有机食品将成为食品消费的主旋律

中国食品安全事件频发，不少具有一定经济能力的消费者开始选择绿色食品和有机食品，因此，绿色食品和有机食品已成为一项大宗贸易，并且随着人们健康意识、环保意识的增强，绿色食品和有机食品将成为 21 世纪最有发展潜力和前景的产业之一。由于无可信的溯源系统，消费者对绿色、有机食品并不敢完全相信，“怕吃亏”、“不相信”、“值不值”的心态将是限制绿色食品和有机食品发展的重要原因。

5. 加工精细化、食品标准化已成为食品行业提高自身竞争力的有效途径

食品加工程度既反映了产业科技水平的高低，也体现着经济效益的大小。加工越精细，综合利用程度越高，产品附加值就越高。从作为基础原料的粮油加工来看，目前，我国专用面粉只有 9 种，而美国有上百种，日本和英国有数十种；专用油脂，我国台湾有上百种，日本有几百种，我国大陆只有几种；玉米深加工品种美国有两三千种，我国只有 20 余种。一种原料只能加工出寥寥几种产品，许多物质的潜在价值就无法得以实现，也不利于可持续发展。

6. 全食物充分利用将成为一种新的食品加工方式

全食物充分利用是与精细化加工相反的另一类食品加工方式，是将全果蔬或者谷物经过低温超微粉碎后全部利用，是一种健康的

食品 and 食品配料。如“全果粉”是将清洗干净的整个水果切片低温烘干后，利用生物技术和分子包埋技术及超微粉碎技术得到粒径在 $10\mu\text{m}$ 的全营养果粉，比直接吃水果营养利用得还要彻底。这种果粉可以直接食用，也可以作为天然营养添加剂加入到其他食品中使用。

7. 食品生产的专业化和集成化是提高企业国内、国际市场竞争力 的必然选择

过去总是说提高食品生产机械化和自动化程度，是实现食品加工企业规模化生产和发挥规模效益的必要条件，但是，往往生产成本太高使得这类生产线的开机率并不高。专业化的设备和集成高效的食品机械可能才是将来的发展方向，在这方面需要加强原创产品的研发力度，需要与食品工艺研究人员合作，了解食品加工工艺的需求，有针对性地研发一些专门产品是一种发展的必然。解决食品机械中的有害成分迁入问题，如润滑油和不锈钢中金属离子向食品中的迁入问题，将超声波、电磁波等技术用于食品生产机械的研发，开发与国际接轨的新的设备种类也是食品机械的一个发展方向。

8. 食品生物技术是现代食品工业未来发展的趋势

现代生物技术主要是指基因工程技术、酶工程技术和发酵技术。基因工程技术用在食品行业还是一个敏感的技术和政治问题，大多持不赞同的态度，但是酶工程技术和现代发酵技术的发展为开发新食品、提升食品质量和综合利用程度提供了技术可能性。研究耐高温耐剪切的酶对于提高酶的效率至关重要，中国酶制剂的研发和生产与国际上的大企业相比，还有很长的路要走，将机械能与物理能用于强化酶解的研究在国内还很少，这是一个需要开发的新领域。

9. 食品防腐剂和抗氧化剂（脱氧剂）与包装材料相结合是一种新的防腐保鲜技术

“本品不含防腐剂”和“本品不含抗氧化剂”等企业包装上的

宣传，强化了普通百姓对食品防腐剂和抗氧化剂的恐惧，而食品不防腐不抗氧化对人们身体健康的危害更大。在这种形势下，将防腐剂和抗氧化剂（脱氧剂）与包装材料完美融合研发出具有抑菌和抗氧化特性的包装材料，让防腐剂或抗氧化剂慢慢渗入食品表面而起到防腐和抗氧化作用将是食品包装行业发展的必然。

10. 方便商店（Convenience Store, CVS）調理家常菜是一个发展方向

现如今，年轻人和单身老人经常光顾 CVS 超市购买盒饭和调配家常菜。今后随着老龄化社会的到来，和年轻人生活节奏的加快，人们到方便实用的超市购买调配好的家常菜的机会将越来越多，发达地区的“办公室午餐”已经开始按月或按年定制合口实惠的午餐，而不是以前简单的盒饭，因此，如何建立企业自己的种植基地和适当的保鲜贮存方法，如何调配技术含量高、使用方便的调料包，生产美味可口的午餐且能够保证优惠的价格，是保证方便食品顺利赢利的重要基础。

第二节 食品添加剂行业面临挑战

一、食品添加剂的定义

食品添加剂的定义各个国家都不同，按照《中华人民共和国食品卫生法》第五十四条和《食品添加剂卫生管理办法》第二十八条，以及《食品营养强化剂卫生管理办法》第二条和《中华人民共和国食品安全法》第九十九条，中国对食品添加剂定义为：食品添加剂，指为改善食品品质和色、香、味以及为防腐、保鲜和加工工艺的需要而加入食品中的人工合成或者天然物质。目前我国食品添加剂有 23 个类别，2 000 多个品种，包括酸度调节剂、抗结剂、消泡剂、抗氧化剂、漂白剂、膨松剂、着色剂、护色剂、酶制