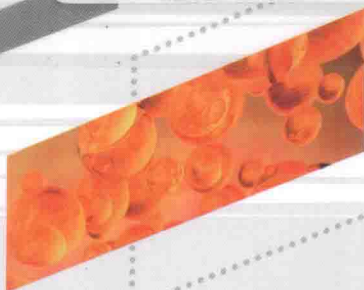
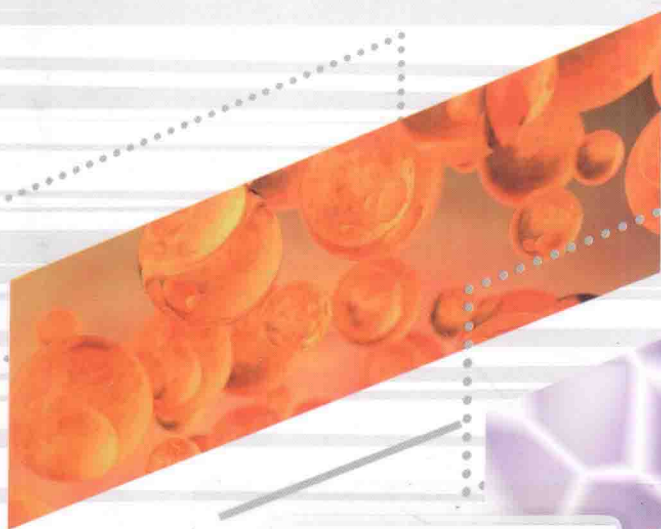




普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等院校食品质量与安全专业系列教材

食品工艺学

蒲彪 张坤生 主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

全国高等院校食品质量与安全专业系列教材

食品工艺学

蒲 彪 张坤生 主编
胡小松 主审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是经教育部高等学校食品与营养科学教学指导委员会批准立项编写的全国高等院校食品质量与安全专业系列教材之一。

本书分为8章。主要包括食品的腐败变质及其控制、食品的低温保藏、食品罐藏与杀菌、食品的干制保藏、食品的腌制和烟熏、食品发酵、食品的辐照保藏和食品的化学保藏等内容。本书在兼顾高等学校教材理论性系统性较强的前提下,尽可能从实用出发,既有最新理论和技术,又涉及食品加工中的生产实际问题,努力做到理论和实践有机融合为一体。

本书既可作为高等院校食品类专业的教材,也可供从事食品加工、农产品储藏加工的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品工艺学/蒲彪,张坤生主编. —北京:科学出版社,2013
(普通高等教育“十二五”规划教材·全国高等院校食品质量与安全专业系列教材)

ISBN 978-7-03-038577-2

I. ①食… II. ①蒲… ②张… III. ①食品工艺学-高等学校-教材
IV. ①TS201.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第151111号

责任编辑:张斌 责任校对:马英菊
责任印制:吕春斌/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

百善印刷厂印刷

*

2014年2月第一版 开本:787×1092 1/16

2014年2月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:414 000

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈百善〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (HP04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

本书是经教育部高等学校食品与营养科学教学指导委员会批准立项编写的“全国高等院校食品质量与安全专业系列教材”。本书以食品保藏原理为基础，在系统阐述食品加工保藏基本原理的基础上，增加了国内外该领域内的最新应用技术和研究成果，充实了更加贴近我国食品工业实际的新内容。

本书在兼顾高等学校教材理论性系统性较强的前提下，尽可能从实用出发，既有最新理论和技术，又涉及食品加工中的生产实际问题，努力做到理论和实践有机融合为一体。本书实际上是食品工艺学总论部分，作为食品工艺学导论、食品工艺学、食品保藏原理或食品保藏学等课程的配套教材，是学生学习粮油加工、园艺产品加工、畜产品加工、水产品加工等其他后续课程的基础。学习本书要求学生具有食品化学、食品微生物学、食品工程原理等先修课程的基础。

全书分为8章，主要包括食品的腐败变质及其控制、食品的低温保藏、食品罐藏与杀菌、食品的干制保藏、食品的腌制和烟熏、食品发酵、食品的辐照保藏、食品的化学保藏等。其中，蒲彪、刘兴艳编写绪论和第一章，黄忠民编写第二章，郑宝东编写第三章，孙庆杰编写第四章，张坤生编写第五章，张锦丽编写第六章，张中义编写第七章，陈安均编写第八章。由蒲彪负责全书统稿。

本书由全国多所院校从事该课程教学的骨干教师共同参与编写，汇集了东南西北中各方力量，是集体智慧的结晶。由于涉及知识面广，内容丰富，科技发展日新月异，尽管作者尽了最大努力，但书中疏漏和不妥之处在所难免，衷心期待广大同仁和读者批评指正。

蒲 彪

2013年5月

于雨城雅安

目 录

前言

绪论	1
一、食品的概念与分类	1
二、食品工艺学课程简介	2
三、食品工业的现状与发展前景	3
四、本课程学习要求	9
第一章 食品的腐败变质及其控制	10
第一节 引起食品腐败变质的主要因素及其特性	10
一、生物学因素	11
二、化学因素	15
三、物理因素	19
四、其他因素	20
第二节 食品保藏的基本原理	20
一、微生物的控制	20
二、酶和其他因素的控制	25
第三节 栅栏技术	28
一、栅栏技术的发展历史与现状	28
二、栅栏效应	29
三、栅栏技术的应用	29
第四节 食品保存期限与食品标签	35
一、食品保存期限	35
二、食品标签	37
第二章 食品的低温保藏	42
第一节 食品低温保藏原理	42
一、低温对微生物的影响	43
二、低温对酶活性的影响	44
三、低温对其他变质因素的影响	45
第二节 食品的冷却与冷藏	45
一、食品的冷却	46
二、食品的冷藏	49
三、食品在冷藏过程中的质量变化	52
第三节 食品的冻结	55
一、冻结前对原料的预处理	56
二、食品的冻结过程	56
三、冻结速度与冻品质量	58

四、食品常用的冻结方法	61
第四节 食品的冻藏	65
一、冻结食品的包装	65
二、冻结食品的储藏	65
三、食品在冻藏过程中的质量变化	66
四、冻结食品的 TTT	67
第五节 食品的解冻	69
一、食品的解冻过程	69
二、食品常用的解冻方法	70
三、食品在解冻过程中的质量变化	71
第三章 食品罐藏与杀菌	73
第一节 概述	74
一、罐藏食品的概念及发展	74
二、罐藏食品的分类	75
第二节 食品罐藏的原理	76
一、高温对微生物的影响	77
二、高温对酶活性的影响	83
第三节 食品罐藏的基本工艺过程	87
一、罐藏原料的预处理	87
二、装罐和预封	89
三、罐头的排气	90
四、罐头的密封	92
五、罐头的杀菌和冷却	93
六、罐头的检验、包装和储藏	94
第四节 罐藏食品的变质	96
一、罐内食品的变质	96
二、罐头容器的损坏和腐蚀	100
第五节 食品杀菌新技术	102
一、微波杀菌	102
二、欧姆杀菌	104
三、脉冲电场杀菌	106
四、磁场杀菌	108
五、超高压杀菌	109
第四章 食品的干制保藏	112
第一节 食品干藏的原理	113
一、水分活度与微生物的关系	113
二、水分活度与酶的关系	115
三、水分活度与其他变质因素的关系	115
第二节 食品的干制过程	117
一、干制过程中的湿热传递	117
二、食品干制时间的计算	120

第三节 食品常用的干燥方法	122
一、热空气对流干燥	122
二、接触式干燥	126
三、升华干燥	127
四、辐射干燥	129
第四节 食品在干制过程中的变化	132
一、物理变化	132
二、化学变化	134
三、组织学变化	136
第五节 干制品的包装和储藏	136
一、包装前干制品的处理	136
二、干制品的包装	138
三、干制品的储藏	139
第六节 干制品的干燥比和复水性	140
一、干制品的干燥比	140
二、干制品的复水性和复原性	140
第七节 中间水分食品	141
一、中间水分食品的技术原理	141
二、中间水分技术的工艺和产品	142
三、中间水分食品存在的问题	143
第五章 食品的腌制和烟熏	144
第一节 食品腌制的基本原理	144
一、溶液的扩散和渗透	145
二、腌制剂的作用	146
三、腌制过程中微生物的发酵作用	149
四、腌制过程中酶的作用	151
第二节 食品腌制材料及其作用	152
一、咸味料	152
二、甜味料	153
三、酸味料	153
四、肉类发色剂	154
五、肉类发色助剂	154
六、品质改良剂	155
第三节 食品常用腌制方法	155
一、食品盐腌方法	155
二、食品糖制方法	158
三、食品酸制方法	158
四、腌制过程中有关因素的控制	159
第四节 腌制品的食用品质	161
一、腌制品色泽的形成	161
二、腌制品风味的形成	163

第五节 食品的烟熏	163
一、烟熏的目的	163
二、熏烟的主要成分及其作用	164
三、熏烟的产生	166
四、熏烟在制品上的沉积	166
五、烟熏材料的选择与预处理	167
六、食品的烟熏方法	168
第六章 食品发酵	171
第一节 发酵的概念及一般工艺过程	172
一、发酵的概念	172
二、发酵的一般工艺过程	177
第二节 菌种选育	183
一、生产菌种的要求	183
二、菌种选育的方法	184
第三节 发酵类型	190
一、固态发酵与液态发酵	190
二、分批发酵、连续发酵、补料分批发酵	192
三、固定化酶和固定化细胞发酵	195
四、混合培养物发酵	199
第四节 发酵工艺过程控制	199
一、温度的影响及其控制	199
二、pH 的影响及其控制	200
三、溶氧的影响及其控制	200
四、泡沫的影响及其控制	200
五、补料的控制	201
第五节 发酵产物提取与精制	202
一、发酵液的预处理	202
二、发酵产物的提取	204
三、发酵产物的精制	205
第六节 污染防治与挽救	206
一、工业发酵染菌的危害	206
二、染菌的检查、原因分析和防止措施	207
第七章 食品的辐照保藏	211
第一节 概述	211
一、食品辐照的特点与意义	211
二、国内外食品辐照技术的发展历史与应用现状	213
第二节 食品辐照的基本原理	215
一、放射线的产生	215
二、放射线的种类及其特性	216
三、放射线与物质的相互作用	217
四、辐射或照射的计量单位	219

五、食品辐照的化学效应	220
六、食品辐照的生物学效应	220
七、电离辐照杀菌作用的影响因素	223
第三节 辐照在食品保藏中的应用	224
一、应用于食品的辐照类型	224
二、辐照在食品工业中的应用	225
三、辐照食品的包装	227
第四节 辐射食品的安全性	229
一、有关残留放射性和感生放射性问题	229
二、辐射对食品品质的影响	230
三、辐照食品的毒理学研究	232
第八章 食品的化学保藏	235
第一节 概述	235
一、化学保藏的历史沿革	235
二、食品防腐剂和抗氧化剂的使用问题	237
第二节 食品防腐剂	238
一、食品防腐剂应具备的条件	238
二、常用化学防腐剂及其作用机理	238
三、天然防腐剂及其应用	249
第三节 食品抗氧化剂	255
一、防止食品酸败用的抗氧化剂	255
二、防止食品褐变用的抗氧化剂	261
参考文献	264

绪 论

食物最初都是直接从大自然采集或狩猎而来，之后随着耕种技术、饲养技术和捕捞技术的进步，人们获得的食物种类更加丰富。然而，食物富含各种营养成分，是微生物的天然培养基，很容易被微生物污染，导致食品腐败变质。此外，食物自身所带酶类及外界光照、氧气等也会导致食物腐败变质。因此为了更好地保藏食物，人们开始对食物原料进行各种加工处理，食品应运而生，出现了干制、糖制、罐藏、冷藏冷冻、腌制、发酵等各种形式的加工食品。

随着社会的发展，食品形式不断丰富，各种新技术也不断应用于食品加工中，如超高压技术、超微粉碎技术、微胶囊技术等。食品加工的目的早已不再局限于提高食品保藏性，还包括丰富食品的种类和品种，促进食品吸收，增加经济效益等。除满足人们对食品的基本需求外，安全、营养、科学、健康成为人们食品消费的更高追求。如今，食品工业承担着为我国 13 亿人提供安全放心、营养健康食品的重任，是国民经济的支柱产业和保障民生的基础性产业。

一、食品的概念与分类

（一）概念

食物是人类生存最基本的物质需要，是人体生长发育、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。而食品按我国国家标准《食品工业基本术语》(GB/T 15091—1994)的解释，是指“可供人类食用或饮用的物质，包括加工食品、半成品和未加工食品，不包括烟草或只作药品用的物质”。这一概念明确了食品与药品的重要区别，是广义上的食品概念。而从食品工业角度来讲，食品是指经加工处理作为商品销售流通的食物。

（二）分类

食品种类繁多，由于不同的人群对食品关心的侧重不同，不同地区有不同的喜好习惯，食品名称多种多样，目前尚无统一、规范的分类方法，常采用不同的分类法进行分类，如可按照食品的物理状态、原料来源、产品特点、消费对象、加工方式、包装方法、储藏方式、方便性、消费方式、污染程度、能量多少、颜色、食用用途等对食品进行分类。

根据食品的物理状态可将食品分为液态食品、固态食品、半固体食品。

根据原料来源可将食品分为动物性食品、植物性食品。还可进一步分为肉制品、乳制品、水产制品、谷物制品、果蔬制品、豆制品、蛋制品、糖果、巧克力等。这种分类方法反映了原料的加工特点与要求，食品工厂一般采用这种分类。

按照产品特点可将食品分为方便食品、快餐食品、休闲食品、保健食品、工程模拟食品、微波食品等。这种分类方法反映了食品的消费属性，商业超市一般采用这种分类。

按照消费对象可将食品分为老年食品、儿童食品、婴儿食品、妇女食品、运动员食品、航空食品、军用食品等。这种分类方法反映了食品消费的适用性，商业营销部门一般采用这种分类。

按加工方式可将食品分为罐藏食品（或罐头食品）、冷冻食品、干制食品、腌制食品、烟熏食品、辐照食品、发酵食品、焙烤食品、挤压膨化食品等。从这些名称就可知道这类食品所用的加工工艺或保藏方法，一般食品工厂采用这种分类。

按包装方法可将食品分为罐头食品、袋装食品、散装食品等；包装食品根据包装材料的不同又分为纸包装食品、塑料包装食品、金属包装食品、玻璃包装食品、陶瓷包装食品等。也可以根据包装原理的不同分为保鲜包装食品、气调包装食品、真空包装食品、防潮包装食品、缓冲包装食品、防氧化包装食品、无菌包装食品等。

根据储藏方式可将食品分为常温食品、冷藏食品、冷冻食品。

根据方便性可将食品分为方便食品、一般食品等。

根据消费方式可将食品分为休闲食品、主食食品等。

根据污染程度可将食品分为一般食品、绿色食品、生态食品等。其中对于绿色食品，允许生产中在规定范围内使用一定量化肥、农药、激素等；对于生态食品，生产中禁用化肥、农药、激素等。

根据食品能量多少可将食品分为高能食品、低热量食品。

根据食品颜色的不同可将食品分为红色食品、紫色食品、黄色食品、绿色食品、黑色食品、白色食品等，这种分类比较符合营养学的概念，因为颜色的不同往往预示其营养成分的不同。

根据食用用途的不同可将食品分为休闲食品、运动食品、减肥食品等。

根据《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》（GB 2760—2011）中提出的食品分类系统，将食品分为 16 大类、300 多个小类。该分类系统是我国目前制定企业标准，进行食品安全认证主要的依据性文件。该标准中 16 大类食品分类包括：乳与乳制品，脂肪、油和乳化脂肪制品，冷冻饮品，水果、蔬菜（包括块根类）、豆类、食用菌、藻类、坚果以及籽类等，可可制品、巧克力和巧克力制品（包括类巧克力和代巧克力）以及糖果，粮食和粮食制品，焙烤食品，肉及肉制品，水产品及其制品，蛋及蛋制品，甜味料，调味品，特殊膳食用食品，饮料类，酒类，其他食品。

二、食品工艺学课程简介

食品工艺学即研究食品加工工艺的学科。食品加工是指“改变食品原料或半成品的形状、大小、性质或纯度，使之符合食品标准的各种操作”。利用这些操作“将食品原料或半成品加工制成可供人类食用或饮用的物质的全部过程”被称为食品制造。由此可见，要完整地介绍某种食品的加工工艺，既要包括其主要加工单元操作的基本原理，又要包括针对具体产品原辅料、产品特点的工艺条件和生产过程。因此，食品工艺学可以

定义为：应用化学、物理学、生物学、微生物学和食品工程原理等各方面的基础知识，研究食品资源利用、原辅材料选择、保藏加工、包装、运输以及上述因素对食品质量、货架寿命、营养价值、安全性等方面的影响的一门学科。可以简单概述为：采用先进的加工技术和设备，并根据经济合理的原则，系统地研究食品的原材料、半成品和成品的加工工艺、原理及保藏的一门应用性学科。

所以，食品工艺学的研究内容主要包括以下 4 个方面：①研究原材料特性以及充分利用现有食品资源和开辟新食品资源的途径；②研究食品保藏原理，探索在生产、储运和分配过程中食品腐败变质的原因及其控制途径；③研究影响食品质量、包装和污染的加工因素，研究良好的生产方法、工艺设备和生产组织；④研究先进的食品生产的方法以及科学的生产工艺，提高食品的质量的同时提高食品的生产效率和企业的生产效益。

该课程具有 3 个显著特点：综合性、系统性和实践性。

(1) 食品工艺学需要综合运用食品生物化学、食品原料学、食品化学、食品工程学、食品机械学等学科知识，分析解决食品生产中的工艺问题。同时也是有关基础理论知识在食品生产实践中的应用，将相关知识与生产及社会经济发展相结合。

(2) 食品工艺学是一门系统的应用学科，系统学习掌握其基础知识和基本研究方法是重要的。

(3) 食品工艺学的本质特征是生产实践，是以原料制造产品为核心，探讨生产方法和工艺过程。因此食品工艺学具有很强的实践性。

三、食品工业的现状与发展前景

食品工业是世界上产品种类最多、规模最大和从业人数最多的产业，是全球第一大产业。我国自从改革开放以来，随着农业的不断增产和快速发展，一些大宗农产品（除乳制品外）的产量和人均占有量位于世界前列，食品工业总产值持续增长，在 20 多年中增长速度平均每年达 20% 左右。食品种类逐渐丰富、产量增大，一定程度上满足了消费者的生活需求。食品工业已成为我国国民经济的支柱产业之一，也是国民经济新的增长点，是我国第一大产业，但目前仍存在很多问题。

（一）食品工业现状

1. 发展与成就

改革开放以来，我国食品工业取得了一系列的成就，主要表现在以下几个方面。

1) 工业生产快速增长，支柱地位得到强化

2010 年，全国食品工业规模以上企业达 41286 家，比 2005 年增长 73.2%，年均增长 11.6%；实现工业总产值 6.1 万亿元，增长 201.5%，年均增长 24.7%，年均增幅比“十五”时期提高 5.3 个百分点；实现利税 10659.6 亿元，增长 214.0%，年均增长 25.7%；从业人员 696 万人，比 2005 年增长 53.9%，年均增长 9.0%。食品工业总产值占工业总产值的比例由 2005 年的 8.1% 提高到 2010 年的 8.8%，与农业总产值之比由 2005 年的 0.52 : 1 提高到 2010 年的 0.88 : 1，食品工业在国民经济中的支柱产业地

位进一步增强。

2) 产品结构不断优化, 市场供应更加丰富

主要产品产量稳步增长, 保证了 13 亿人口的食品供应。产品结构向多元化、优质化、功能化方向发展, 产品细分程度加深, 深加工产品比例上升, 新产品不断涌现, 基本满足了国民对食品营养、健康、方便的需求。市场供应品种丰富多彩, 规格档次齐全, 形成了 4 大类、22 个中类、57 个小类共计数万种食品, 满足了不同人群多层次的消费要求。

3) 产品质量总体稳定, 食品安全水平提高

2009 年以来, 我国先后颁布了《中华人民共和国食品安全法》及其实施条例, 成立了国务院食品安全委员会及其办公室, 建立了食品工业企业诚信体系建设部门联席会议制度, 加大了食品安全监管力度, 全国食品安全形势总体稳定并保持向好趋势, 产品质量稳步改善, 产品总体合格率不断提高。目前, 23 大类 3800 多种加工食品质量国家监督抽查批次抽样合格率由 2005 年的 80.1% 提高到 2010 年的 94.6%, 提高了 14.5%, 出口食品合格率一直保持在 99% 以上。2010 年, 食品投诉案件 34 789 件, 较 2006 年下降 17.4%。截至 2010 年底, 已完善了 1800 余项国家标准、2500 余项行业标准和 7000 余项地方标准及企业标准, 公布新的食品安全国家标准 176 项, 为保障食品安全奠定了良好基础。

4) 技术装备水平提升, 科技支撑能力增强

我国食品工业加大投入, 各行业技术装备水平都有不同程度的提升, 科技支撑能力增强, 对推进食品工业快速发展起到了积极作用。行业装备水平进步显著, 通过引进技术和设备, 谷物磨制、食用植物油、乳制品、肉类及肉制品、水产品、啤酒、葡萄酒、饮料、方便面、速冻食品等行业的大中型企业, 装备水平基本与世界先进水平同步。在此期间, 我国攻克了一批关键技术, 在食品物性修饰、非热加工、高效分离、风味控制、大罐群无菌储藏、可降解食品包装材料等关键技术研究上取得了重大突破。自主装备水平与国际差距有所缩小, 研制开发了 200m² 冷冻干燥、200t/d 油菜子冷榨、800MPa 高压杀菌、60000 瓶/h 高速贴标和中小型螺杆挤压膨化等一批具有自主知识产权的食品加工关键装备。苹果浓缩汁、马铃薯淀粉和全粉、生猪自动化屠宰、中小型乳制品生产以及饮料热灌装等成套技术与装备实现了从长期依赖进口到基本实现自主化并成套出口的跨越。

5) 骨干企业发展壮大, 产业集中程度提高

食品工业规模化、集约化深入推进, 通过兼并重组、淘汰落后, 涌现了一批市场占有率高、带动能力强的骨干企业和企业集团。2010 年, 产品销售收入超过百亿元的食品工业企业有 27 家, 比 2005 年增加了 15 家, 其中超过千亿元的企业 2 家, 1 家企业进入了世界 500 强。产业集中度稳步提升, 乳制品行业 10 强企业销售收入占全行业的 73.5%, 制糖行业 10 强企业产量占全行业的 64.3%, 啤酒行业年产 100 万千升以上的 15 家企业集团产量占全行业总产量的 89.6%; 饮料行业 10 强企业产量占全行业的 53.9%。

6) 区域发展差距缩小, 产业布局渐趋合理

在西部大开发、振兴东北老工业基地、促进中部崛起等一系列区域发展战略指导

下,食品工业布局渐趋合理,逐步向中西部地区转移,中西部地区农业资源优势正逐步转化为食品产业优势。东中西部食品工业产值的比值由2005年的58.3:23.1:18.6,转变为2010年的51.6:29.3:19.1。食品企业持续向主要原料产区、重点销区和重要交通物流节点集中,形成了黄淮海平原小麦加工产业带,东北和长江中下游大米加工产业带,东北和黄淮海玉米加工产业带,东北和长江中下游、东部沿海食用植物油加工产业带,冀鲁豫、川湘粤猪肉加工产业带,东北、西北、中原牛羊肉加工产业带,环渤海、西北黄土高原苹果加工产业带等。

2. 问题与不足

尽管取得了很大的进步,但我国食品工业也存在不少问题,这体现在以下几个方面。

1) 食品工业结构不合理,对国民经济的贡献率有待进一步提高

(1) 从行业结构上看,食物资源粗加工多,深加工和精加工少。在发达国家,一日三餐中加工食品的消费总量已达70%~90%,通过工业化生产的主食品大多占70%以上。而我国为一日三餐服务的餐桌食品基本没有实现工厂化生产,中国特色的方便主食缺乏,工业化的各种副食加工品和半成品使用率低,特殊人群食用的食品发展不够。

(2) 从产品结构看,产品品种花色少、档次低、包装差,产品更新换代慢,产品结构不能完全适应市场的需求变化。

(3) 从地区结构看,西部地区食品工业仍较落后。2007年西部12省区食品工业产值仅占全国食品工业总产值的13.5%,而东部的山东、广东、江苏及中部的河南4省食品工业产值占全国食品工业总产值的比例高达38.6%。

2) 食品安全保障体系不够完善

食品安全事件时有发生,如三聚氰胺事件、地沟油事件、塑化剂风波等,消费者对食品安全普遍持怀疑态度,这固然与消费者安全意识增强有关,但也与我国目前食品安全保障体系不完善有关,表现在不同行业间制定的标准在技术内容上存在交叉矛盾,食品卫生标准、食品质量标准、农产品质量安全标准和农药残留标准等标准体系有待进一步整合;检测技术相对落后,仪器设备配置不足,部分检验设备严重老化,故技术保障能力不足;基层检验机构和人员数量偏少,检测能力亟须加强;食品安全监管机制还不够健全,食品安全责任追溯制度尚不完善;一些企业主体责任不落实,自律意识不强,唯利是图。

3) 食品科研水平落后、自主创新能力仍较薄弱,食品装备问题突出

目前,食品工业仍属比较落后的传统产业,先进科技应用不足,严重依赖引进技术,我国食品科技研发投入不足,2010年我国食品科技投入强度约为销售收入的0.4%,不仅低于发达国家2%以上的水平,也低于新兴工业化国家1.5%的水平。我国企业研究开发经费人均支出仅为美国的1.2%、日本的1.1%;科技进步贡献率仅为35%(且包含占较大比例的外资企业),明显低于发达国家60%~70%的平均水平。食品科技创新基础薄弱,产学研用结合不紧密,缺乏工程技术中心、工程实验室等创新平台,国家重点实验室建设有待加强,缺少具有自主知识产权和国际先进水平的重大成

果,创新能力不强。食品装备问题突出:一是自主知识产权核心技术缺乏,产品竞争能力弱,大型无菌冷灌装、肉制品加工关键装备、柑橘汁加工关键装备、高效分离装备、大型乳品生产线、食品品质在线监测以及食品分析与检测装备等长期依赖进口;二是国产装备普遍存在能耗较高、可靠性和安全性不足、卫生保障性差、自动化程度低、关键零部件使用寿命短、成套性差等问题;三是标准化程度低、覆盖面小、标准类型不配套,标准覆盖率仅为20%。

4) 食品产业链建设尚需加强

食物资源精深加工少,产业链条短,对相关产业带动力不强。目前,我国加工食品占消费食品的比例仅为30%,远低于发达国家60%~80%。2005年,我国食品工业总产值与农业总产值的比值仅为0.5:1,而发达国家为(2.0~3.7):1。由于转化程度低,未形成有效的产业链条,直接影响食品工业对农业等相关产业的带动。食品工业与上下游产业链衔接不够紧密,食品产业链的有效衔接不足,原料保障、食品加工、产品营销存在一定程度的脱节。绝大多数食品加工企业缺乏配套的原料生产基地,原料生产与加工需求不适应,价格和质量不稳定。我国小麦产量居世界首位,但优质专用品种数量不足,每年仍需进口部分优质专用小麦;我国柑橘产量的95%适宜鲜食,适合加工橙汁的柑橘品种和产量少,95%的橙汁依靠进口。多数食品加工企业缺乏必要的仓储和物流设施,原料供应保障程度低,资源浪费严重,抗风险能力弱。

5) 产业发展方式仍然较为粗放

以数量扩张为主的粗放型发展方式仍然未得到改变。不少企业特别是部分中小企业生产粗放,初级产品多,资源加工转化效率低,综合利用水平不高。部分企业工艺技术水平低,能耗物耗高,污染比较严重。我国玉米淀粉行业原料利用率仅为95%,低于国际先进水平约4%。我国干制食品吨产品耗电量是发达国家的2~3倍,甜菜糖吨耗水量是发达国家5~10倍,罐头食品吨耗水量为日本的3倍;发酵工业的废水排放量占全国总量的2.3%,是轻工业重点污染行业之一。

6) 企业组织结构亟须优化

企业组织结构不合理,兼并重组力度不够,大中型企业偏少,规模化、集约化水平低,“小、散、低”的格局没有得到根本改变,微型企业和小作坊仍然占全行业的93%。部分行业生产能力过快增长,导致产能严重过剩,稻谷、小麦、大豆油脂、肉类屠宰及加工、乳制品等企业产能利用率分别仅为44%、63%、42%、33%和50%左右。与此同时,落后产能仍然占有较大比例,日处理稻谷100t以下、小麦200t以下、大豆400t以下、生鲜乳100t以下规模不合理的小型企业在行业中的占比分别为25%、24%、15%和25%。

(二) 食品工业的发展前景

食品工业是人类的生命工业,被称为永不衰落的朝阳工业。食品数量的多寡和质量的优劣,直接影响到人们身体和智力的发育,也关系到国家经济的发展和子孙后代的健康。我国在食品工业方面存在的问题决定了我国的食品工业还有许多需要发展、改进的地方,同时也说明了我国食品工业还有很大的发展空间,未来的食品工业将具有如下一

些发展特点。

1. 方便、营养、健康、天然食品将占主导地位

随着人类生活方式的演变和社会分工的细化,人们对食品的方便性和快捷性的追求也越来越高,曾经在国际市场上花样繁多的方便主食、副食、休闲食品等越来越受到欢迎。目前,全世界方便食品的品种已超过 1.5 万种,有向主流食品发展的趋势。包装多样化、品种丰富化、风味特色化、调理简单化、食用家庭化是这类食品的发展趋势。

我国在方便食品的研究方面具有良好的发展势头。其一,在主食上,我国方便面产量已列世界首位,我国人均方便面占有量居世界第 9 位,而且消费主要集中于城市,农村居民消费水平不及城市的 1/3。随着城市化步伐加快,城乡居民收入提高,方便面市场前景乐观。其二,我国居民消费各种肉、蛋、菜的熟食制品和半成品很少。在发达国家,熟肉制品占肉类总产量一半以上,据测算,如果我国达到这个水平,仅肉类一项就可增值 2500 亿元。其三,速冻食品制造业是发展最快的新兴行业。今后,方便消费的主食类、肉食等菜肴食品将成为速冻食品发展的重点。除现有的速冻饺子外,速冻面条、速冻炒饭发展前景较好。油炸后速冻的牛排、炸鸡腿以及肉饼、土豆饼等也将受到欢迎。此外,微波系列套餐、速冻烘焙食品和冷冻面团、速冻蔬菜等都是开发的重要领域。

随着人类基因图谱的破译和功能基因组学的创立与发展,人们越来越注意到饮食与健康及营养与基因之间的关系。因此各类健康食品及各种具有预防、治疗疾病或有助于病后康复等调节人体功能的功能性食品,将得到快速发展并占据越来越大的市场份额。我国营养产业的发展方向应该是:①“全”营养食品。根据中国居民的营养标准和膳食平衡的原则,开发满足一日三餐营养需要的制成食品,实现餐桌食品工厂化和方便化。②营养专用食品。根据不同年龄、不同职业、不同性别人群的营养需要,合理组配宏量与微量营养素和食物原料类别的配比,研制具有不同营养特性的系列专用化食品,以适应多样化、专一化和个性化需求的发展趋势。如孕妇食品、婴幼儿食品、军用食品、临床专用食品等。③营养强化食品。任何一种食品都不可能提供人体所必需的全部营养素。为了达到合理膳食、均衡营养的目的,在提倡食物种类合理搭配的同时,通过对食品进行微量营养素强化,人们在不改变现有饮食方式的情况下,就可以提高食品的整体营养供给,从而以较低的成本,即可方便、安全地摄取每日身体所需的微量元素,如营养素强化面粉、大米、食用油、碘盐等。我国碘盐推广是一个成功的范例。④富营养素食品。富营养素食品是指充分利用各种先进的加工制造手段,对营养素食品资源的深度开发利用,生产富含某些营养素的特色食品,如富纤维食品、高蛋白食品、富硒食品等。⑤营养补充剂。开发蛋白质、维生素、多糖、脂肪酸、矿物质等营养素类的单体和复配的补充剂食品。⑥牛奶和大豆制品。牛奶和大豆都是营养丰富的食品,2009 年世界奶产量约 6.95 亿 t,而我国人均占有量只有世界人均水平的 1/4。

有机食品、天然食品越来越受到青睐。人类生态环境日益恶化、环境污染通过生物链的传递造成食品污染的问题也越来越多。安全生产已日益引起人们的重视。近年来,天然食品在美国的销量以两位数字的速度增长,天然、新鲜将成为消费者选择食品的重

要标准。

2. 生物技术食品工业中将得到广泛应用

从 20 世纪 70 年代以来,随着以基因工程为核心,包括细胞工程、酶工程技术和发酵技术在内的现代生物技术被广泛应用于食品生产与开发,食品工业也有了飞速的发展。利用现代生物技术不仅能改造食品资源,同时还能改进传统工艺,改良食品品质,提高产品加工深度,增加食品包装功能并将其产业化。现代生物技术也将成为解决食品工业生产所带来的环保和健康等问题的有效途径。

基因工程运用于食品原料品种改良,可提高品质,提高产量,甚至创造食品新资料。如利用基因工程可以改变谷类蛋白质中氨基酸的比例,营养价值大大提高。利用反义 RNA 技术将乙烯合成相关基因构建到番茄植株上,可延缓番茄的后熟和老化,延长采后保鲜期,减缓加工压力。在畜产品生产中,可以利用生物技术改变乳的成分,如生产酪蛋白含量高、乳糖含量低的牛奶等。在发酵工业上,通过基因工程改良发酵用菌种的性能,使代谢产物产量增大,生长周期缩短,大大提高产品的获得率。应用于保健食品原料,通过基因表达而获得有利于人类健康的有效成分等。

细胞工程应用于食品领域是随着细胞培养和细胞融合技术的发展而发展起来的,可以利用植物细胞的大量培养,生产天然色素、天然香料、功能性食品和食品添加剂。日本已成功利用草莓细胞生产红色素。通过原生质体的细胞融合技术还可以对酶菌进行种类或中间的细胞融合,选育蛋白酶分解能力强、发育速度快的优良菌株应用于酱油的生产,以提高酱油的品质和生产效率。

酶工程在食品工业中应用较为广泛。目前已有几十种酶成功运用于食品工业,涉及淀粉的深度加工,果汁、蛋奶制品,乳制品的加工制造。酶工程的应用能有效的改造传统食品工业,应用酶法生产果葡糖浆是现代酶工程在食品工业中最成功的应用。酶工程在食品保鲜与储藏过程中也发挥着较大作用,比如利用溶菌酶对革兰氏阳性菌、枯草杆菌等的溶菌作用,现已广泛用于干酪、肉制品和乳制品等食品中起到防腐保鲜的作用。

现代发酵工程对食品工业的影响主要表现在利用现代发酵技术改造传统食品以及加速开发附加值高的现代发酵产品。如利用双酶法糖化工艺取代传统的酸法水解工艺,用于味精生产,可提高原料利用率 10% 左右。酵母、真菌等单细胞蛋白质含量高,被认为是最具应用前景的蛋白质新资源之一,并且可以通过发酵工程大量生产。此外,一些药用真菌,如灵芝、冬虫夏草等的多糖成分具有能提高人体免疫力、抗肿瘤、抗衰老等功效,通过发酵过程可实现其工业化连续生产。

3. 产品更加多样化,精深加工产品将大有可为

当前中国食品工业主要以农副食品原料的初加工为主,精深加工程度较低,食品制成品水平低,市场上缺乏符合营养平衡要求的早、中、晚餐方便食品,也缺乏满足特殊人群营养需求的食品。随着全面建设小康社会进程的不断加快,居民消费层次的变化以及年龄、文化、职业、民族、地区生活习惯的不同,食品消费个性化、多样化发展趋势越来越明显。所以,各种精深加工、高附加值食品,肉类、鱼类、蔬菜等制成品和半成