



面向 21 世纪 课程 教材

Textbook Series for 21st Century

# 食品工艺学导论

马长伟 曾名勇 主编

中国农业大学出版社

面向21世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

# 食品工艺学导论

马长伟 曾名勇 主编

中国农业大学出版社

· 北 京 ·

**图书在版编目(CIP)数据**

食品工艺学导论/马长伟,曾名勇主编. —北京:中国农业大学出版社,2002.8

ISBN 7-81066-444-1/TS·7

面向 21 世纪课程教材

I. 食… II. ①马… ②曾… III. 食品工艺学 IV. TS201.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 062916 号

出 版 中国农业大学出版社  
发 行 新华书店  
经 销 新华书店  
印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司  
版 次 2002 年 8 月第 1 版  
印 次 2002 年 8 月第 1 次印刷  
开 本 16 印张 20.25 千字 368  
规 格 787×980  
印 数 1~4 050  
定 价 23.50 元

---

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电话 010-62892633,62893089 网址 [www.cau.edu.cn](http://www.cau.edu.cn)

## 《食品工艺学导论》编委会

- 主 编** 马长伟(中国农业大学)  
曾名勇(青岛海洋大学)
- 副主编** 曾繁坤(西南农业大学)  
乔旭光(山东农业大学)  
胡卓炎(华南农业大学)  
孟宪军(沈阳农业大学)  
刘兴华(西北农林科技大学)
- 编 者** (按姓名拼音顺序排名)  
陈 伟(山东农业大学)  
郭顺堂(中国农业大学)  
胡卓炎(华南农业大学)  
廖晓军(中国农业大学)  
刘成国(湖南农业大学)  
刘兴华(西北农林科技大学)  
马长伟(中国农业大学)  
孟宪军(沈阳农业大学)  
蒲 彪(四川农业大学)  
乔发东(中国农业大学)  
乔旭光(山东农业大学)  
秦波涛(河南农业大学)  
王如福(山西农业大学)  
薛文通(中国农业大学)  
曾繁坤(西南农业大学)  
曾名勇(青岛海洋大学)
- 审 稿** 李里特(中国农业大学)

全国高等农业院校食品  
专业“面向21世纪课程”系列教材  
编审指导委员会委员

- 罗云波 中国农业大学教授博士生导师 (生物技术)  
孙远明 华南农业大学教授博士生导师 (食品营养)  
陈宗道 西南农业大学教授博士生导师 (食品化学)  
李里特 中国农业大学教授博士生导师 (食品工程)  
李新华 沈阳农业大学教授博士生导师 (粮油加工)  
李士靖 中国食品科学技术学会副秘书长教授  
李云飞 上海交通大学教授博士生导师 (食品工程)  
何国庆 浙江大学教授博士生导师 (食品微生物)  
杨公明 西北农林科技大学教授博士生导师 (食品工程)  
周光宏 南京农业大学教授博士生导师 (畜产品加工)  
林家栋 中国农业大学教授全国高等学校教学研究中心特聘专家  
南庆贤 中国农业大学教授博士生导师 (畜产品加工)  
谢笔钧 华中农业大学教授博士生导师 (食品化学)

## 出版说明并代序

我国农业结构的调整，解决农村、农业、农民的发展出路，已将农产品的贮藏加工及食品科学推到了举足轻重的位置，成为拉动农业产业化、提高农产品附加值以及实现国家现代化的牵引力。而大专院校食品科学各专业的教学工作为这种牵引力提供了人才保障。

全国高等农业院校的食品学科大多建立于 20 世纪 80 年代改革开放的初期，经过近 20 年的发展，现已成为我国食品科学人才培养的最为重要的人才基地。农业院校的食品学科之所以能快速发展，后来居上，成为我国食品科学的主要力量，其主要原因是：食品科学与生物学科广泛地联系在一起。农业院校的食品学科得益于它植根于生物科学学科群之中，借助于生物科学飞速发展的翅膀而不断地深化自己的研究内容，提高自己的学科水平。

在学科发展的起步阶段，教学工作一直沿用过去轻工院校所编写的食品工程专业教材。然而，经过 20 年的发展，这些教材已经远远不能适应今天的教学需要。虽然各院校针对这种情况也曾先后编写过一些教材，但终因不成体系，很难系统地将食品学科内容广泛的课程体系和教学内容很好地衔接起来。要培养面向 21 世纪的高素质食品科学人才，迫切地需要将现代生物学理论与食品科学紧密地结合在一起，编写一套理论性和实践性俱强的完整教材。

这套教材正是在这样的背景和需要的前提下，在教育部、农业部有关领导部门的指导下，通过全国 40 多所院校在第一线的教师的共同努力下，由中国农业大学出版社组织编写而成的。教材力求反映最新的食品科学的理论与实践，同时针对食品科学是多学科集成的优点，特别注重了教材的系统性，避免课程教学内容的重复；针对食品科学实践性强的特点，教材中使用了较多的案例分析。在写作方式上，力求教材能启发学生的主动思考能力，培养学生的创新思维能力。

这套教材还得到了食品学界一批有声望的老专家、老教授的关怀和指导。由于时间紧、任务重，加之该教材体系初次建立，使用效果怎样，还要在实践中去检验。随着学科的不断发展，其内容也需要不断地修改补充，编者真诚地期待着使用这套教材的教师和同学们能够提出宝贵意见，以使这套教材充实和得以完善。

罗云波  
2002 年 7 月  
于马连洼

## 序

饮食文明一直伴随人类文明走过了数千年。但直到近代随着工业化的出现,食品工艺学才成为支持食品工业技术的一门科学。长期以来我国由于食物供应紧张,工业化水平低,多数人的饮食加工还停留在传统的厨房烹调阶段,食品专业教育规模不大,教材较少。20世纪80年代,我国的改革开放大大促进了食品工业的进步,为此,食品学科的教育和科研也得到迅猛发展。许多大学相继设立食品专业,编写了大量教材。但由于食品专业的特殊性,要求教材应不断进步,与时俱进。

有人总结和预测食品科学技术的过去、现在和明天:20年前人们的饮食梦想是吃饱;10年前人们开始追求口味、食感;当人们吃腻了精米、白面、鱼、肉、酪、蛋之后,21世纪追求的食品是品位高雅、安全方便、美味多样、营养保健。总之,人以食为命,“民以食为天”,在进入知识和信息时代的今天,人们对食品的要求可以概括为“高”、“严”、“快”、“变”,即:科技含量高,品质保证严,发展进步快,市场要求多变。各国科学家在食品科学和工程学科方面的研究成果因此也可以说是日新月异。为此,全国高等农业院校食品专业“面向21世纪课程”系列教材编写计划把《食品工艺学导论》作为食品学科教材建设的重要内容。

早期的食品工艺学教材基本由两部分组成:基础部分和各类食品加工工艺部分。基础部分主要讲述食品保藏原理和技术。工业化生产的食品与餐饮店烹调食品的一个主要区别就是保藏性、流通性不同,因此,食品保藏原理和技术实际上是食品加工工艺学的核心内容之一。由于人们对食品安全问题的日益关注,对食品品位要求的日益提高,有关食品保藏原理和技术的研究发展很快,教材的更新尤显必要。

可喜的是,由马长伟、曾名勇等教授组成的编写组,集该领域研究之大成,精心及时地完成了以食品保藏原理和技术为主要内容的“面向21世纪课程教材”《食品工艺学导论》一书。编写人员来自全国11所高校,大多是学术造诣深的教授和年轻的优秀学者,其中有的是在国外留学多年并获得博士学位的学术骨干,这些都保证了该教材的先进性、严谨性和系统性。例如,教材中的“栅栏技术”、“新含气调理加工”等都是比较新的内容。相信这本教材的出版对食品学科的教

学改革会起到积极的推动作用,同时也对改善该专业学生的知识结构、提高教学质量有重要作用。

与以往的同类教材相比,《食品工艺学导论》一书不仅更加科学系统,而且信息量大为扩展,因此对于其他食品科技人员也不失为一本很好的技术参考书,相信它会受到广大师生和食品技术工作者的欢迎。

中国农业大学 李里特

2002年8月于北京



# 前 言

近年来,为了适应国内高等教育教学改革形势的发展需要,全国许多高等院校的食品类专业都对其课程体系进行了部分调整,其主导思想是:摒弃原来的注重知识传授型培养方式,选择加强基础、淡化专业、注重学生综合素质和实践动手能力的素质型培养方式。正由于此,原来各院校普遍开设的食品工艺学课程因内容繁杂、课程庞大而被分解为多门课程,如食品保藏原理(与技术)或食品保藏学,畜产品工艺学或肉/乳/蛋品工艺学,农产品工艺学,园产品工艺学等。相应地,师生们迫切需要一批专门的教材。

2001年春,由中国农业大学食品学院和中国农业大学出版社共同组织召开了全国高等农业院校食品专业“面向21世纪课程”系列教材的编写会议,会上确定了《食品工艺学导论》的编写计划和主要编写人员,目的是尽快出版一本专门介绍食品加工和保藏基本原理方面的教材,以适应国内课程教学的需要。同时随着国内外食品加工与保藏技术的发展,近些年相继涌现出了一些新的食品加工和保藏技术,而介绍这些内容的食品专业教材目前又很少,急需有一本教材能够将这些新成果、新材料包容进去。

本教材是以近年来在部分高等院校食品类专业试用的《食品保藏原理与技术》为基础,吸收国内外最新资料结合我国食品加工与保藏技术的实际编写而成的,是高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革项目(04-18)研究成果,同时被北京市教委纳入“北京市高等教育精品教材建设立项项目”。

本教材共分7章,分别阐述了食品腐败变质及其控制、食品低温保藏、食品罐藏、食品干制保藏、食品腌制与烟熏保藏、食品化学保藏和食品辐照保藏等。根据“面向21世纪课程系列教材”的编写要求,本教材在着重阐明食品加工保藏的基本原理的基础上,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。从编写体例上,本书更加符合教材的要求,有利于学生更好地掌握各章的重点内容和学习要求,采取积极主动的学习态度,同时也为教师压缩课堂教学内容提供了可能。

本教材作为食品保藏原理(与技术)或者食品保藏学或者食品工艺学导论等课程的配套教材,是学生学习其他食品工艺学课程的基础,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。本教材既可作为高等院校食品类专业的教材,也可供从事食品储藏加工实际工作的专业技术人员参考。

本教材绪论由马长伟、曾名勇编写,第1章由胡卓炎、乔旭光、刘兴华编写,第2章由曾繁坤、胡卓炎、秦波涛编写,第3章由孟宪军、蒲彪、廖晓军编写,第4章由曾名勇、曾繁坤、薛文通编写,第5章由刘成国、蒲彪编写,第6章由王如福、陈伟、刘兴华编写,第7章由郭顺堂、王如福编写。全书由马长伟、乔发东负责统稿。

本教材由全国多所院校的教师参与编写,在编写过程中,不仅得到了各位编委的大力支持和积极配合,而且也得到了各参编单位有关领导的高度重视。中国农业大学李里特教授对本教材的编写给予了悉心指导并拨冗审阅。在此,谨向所有为本书的编写和出版付出辛劳的人们表示衷心的感谢!

由于本书内容涉及面广,编写时间仓促,限于编者水平,不足之处恳请同仁和读者批评指正。

马长伟

2002年7月于北京

# 目 录

绪论	( 1 )
1 引言	( 2 )
2 食品工艺学的内容和任务	( 5 )
3 食品储藏加工的目的和类型	( 6 )
4 食品保藏的历史和发展	( 7 )
<b>第 1 章 食品的腐败变质及其控制</b>	( 9 )
1 引起食品腐败变质的主要因素及其特性	( 10 )
1.1 生物学因素	( 10 )
1.2 化学因素	( 14 )
1.3 物理因素	( 18 )
1.4 其他因素	( 20 )
2 食品保藏的基本原理	( 20 )
2.1 微生物的控制	( 21 )
2.2 酶和其他因素的控制	( 31 )
3 栅栏技术	( 34 )
3.1 栅栏技术的提出	( 34 )
3.2 栅栏效应	( 35 )
3.3 栅栏技术的应用	( 37 )
4 食品保存期限和食品标签	( 38 )
4.1 食品保存期限	( 38 )
4.2 食品标签	( 40 )
<b>第 2 章 食品的低温保藏</b>	( 44 )
1 食品低温保藏原理	( 45 )
1.1 低温对微生物的影响	( 45 )
1.2 低温对酶活性的影响	( 46 )
1.3 低温对其他变质因素的影响	( 48 )
2 食品的冷却和冷藏	( 48 )
2.1 食品的冷却	( 48 )

2.2	食品的冷藏	(57)
3	食品的冻结	(67)
3.1	食品的冻结过程	(68)
3.2	冻结速度与冻结时间	(71)
3.3	食品常用的冻结方法	(76)
4	食品的冻藏	(80)
4.1	冻结食品的包装	(80)
4.2	冻结食品的储藏	(80)
4.3	食品在冻藏过程中的质量变化	(81)
4.4	冻结食品的 TTT 概念	(84)
5	食品的解冻	(88)
5.1	解冻过程	(88)
5.2	常用的解冻方法	(89)
5.3	食品在解冻过程中的质量变化	(90)
<b>第3章</b>	<b>食品罐藏</b>	<b>(95)</b>
1	食品罐藏的原理	(96)
1.1	高温对微生物的影响	(97)
1.2	高温对酶活性的钝化作用及酶的热变性	(106)
2	食品罐藏的基本工艺过程	(107)
2.1	罐藏原料的预处理	(108)
2.2	装罐和预封	(108)
2.3	罐头的排气	(110)
2.4	罐头的密封	(116)
2.5	罐头的杀菌和冷却	(118)
2.6	罐头的检验、包装和储藏	(134)
3	罐藏食品的变质	(135)
3.1	罐头食品的变质	(135)
3.2	罐头容器的损坏和腐蚀	(139)
4	罐藏新技术	(143)
4.1	新含气调理加工	(143)
4.2	欧姆加热	(145)
4.3	高压加工	(145)
4.4	脉冲电场技术	(146)

<b>第4章 食品的干制保藏</b> .....	(148)
1 食品干藏的原理 .....	(149)
1.1 水分活度与微生物的关系 .....	(149)
1.2 水分活度与酶的关系 .....	(151)
1.3 水分活度与其他变质因素的关系 .....	(152)
2 食品的干制过程 .....	(154)
2.1 干制过程的湿热传递 .....	(154)
2.2 食品干制时间的计算 .....	(162)
3 食品常用的干燥方法 .....	(164)
3.1 常压空气对流干燥法 .....	(164)
3.2 接触式干燥法 .....	(171)
3.3 升华干燥法 .....	(173)
3.4 辐射干燥法 .....	(175)
4 食品在干制过程中的变化 .....	(179)
4.1 物理变化 .....	(179)
4.2 化学变化 .....	(180)
4.3 组织学变化 .....	(184)
5 干制品的包装和储藏 .....	(186)
5.1 包装前干制品的处理 .....	(186)
5.2 干制品的包装 .....	(189)
5.3 干制品的储藏 .....	(192)
6 干制品的干燥比和复水性 .....	(193)
6.1 干制品的干燥比 .....	(193)
6.2 干制品的复水性和复原性 .....	(194)
7 中间水分食品 .....	(195)
7.1 中间水分技术的构成原理 .....	(196)
7.2 产品和工艺 .....	(198)
7.3 存在的问题 .....	(201)
<b>第5章 食品的腌制与烟熏</b> .....	(204)
1 食品腌制的基本原理 .....	(205)
1.1 溶液的扩散和渗透 .....	(206)
1.2 腌制剂的防腐作用 .....	(208)
2 食品腌制剂及作用 .....	(210)

2.1	咸味料	(210)
2.2	甜味料	(211)
2.3	酸味料	(212)
2.4	肉类发色剂	(212)
2.5	肉类发色助剂	(213)
2.6	品质改良剂	(214)
2.7	防腐剂	(215)
2.8	抗氧化剂	(217)
3	食品常用腌渍方法	(217)
3.1	食品盐腌方法	(217)
3.2	食品糖渍方法	(220)
3.3	食品酸渍方法	(222)
3.4	腌渍过程中有关因素的控制	(222)
4	腌制品的食用品质	(225)
4.1	腌制品色泽的形成	(225)
4.2	腌制品风味的形成	(229)
5	食品的烟熏	(231)
5.1	烟熏的目的	(231)
5.2	熏烟的主要成分及其作用	(232)
5.3	熏烟的产生	(234)
5.4	熏烟在制品上的沉积	(236)
5.5	烟熏材料的选择与预处理	(236)
5.6	烟熏方法	(237)
<b>第6章 食品的化学保藏</b>		(240)
1	概述	(241)
1.1	历史沿革	(241)
1.2	食品防腐剂和抗氧化剂的使用问题	(243)
2	食品防腐剂	(246)
2.1	食品防腐剂应具备的条件	(246)
2.2	常用化学防腐剂及其作用机理	(247)
2.3	天然防腐剂及其应用	(252)
3	食品抗氧化剂	(253)
3.1	防止食品酸败用的抗氧化剂	(254)

---

3.2 防止食品褐变用的抗氧化剂 .....	(259)
<b>第7章 食品的辐照保藏</b> .....	(261)
1 概述 .....	(262)
1.1 食品辐照杀菌的特点及意义 .....	(262)
1.2 国内外食品辐照技术的应用 .....	(263)
2 食品辐照杀菌的基本原理 .....	(264)
2.1 放射线的产生 .....	(264)
2.2 放射线的种类及其特性 .....	(265)
2.3 放射线与物质的相互作用 .....	(267)
2.4 辐射或照射的计量单位 .....	(270)
2.5 食品辐照的化学效应 .....	(271)
2.6 食品辐照的生物学效应 .....	(280)
3 电离辐照杀菌作用的影响因素 .....	(284)
3.1 放射线的种类 .....	(284)
3.2 照射剂量 .....	(285)
3.3 间歇照射 .....	(285)
3.4 微生物的状态 .....	(286)
3.5 照射时的温度 .....	(286)
3.6 氧效果 .....	(287)
3.7 水分含量 .....	(288)
3.8 pH 值 .....	(288)
3.9 化学物质 .....	(289)
4 辐照在食品保藏中的应用 .....	(290)
4.1 放射线应用概述 .....	(290)
4.2 放射线源 .....	(291)
4.3 辐照在食品上的应用 .....	(293)
4.4 辐照食品的包装 .....	(296)
4.5 辐照食品的安全性 .....	(298)
5 辐照对食品品质的影响 .....	(300)
5.1 营养成分的变化 .....	(300)
5.2 色香味形的变化 .....	(302)

### 本章学习目的与要求

1. 了解食品工艺学的内容和任务
2. 熟悉食品储藏加工的目的和类型
3. 了解食品保藏的历史和发展



# 1 引言

人类的饮食物,除水和盐外,几乎都来自动植物。最初,人们主要通过采集和狩猎来获取食物。随着人类文明的进步,人们学会了种植、饲养和捕捞等新的获取食物的方法。但是由于动植物组织都是易于腐败变质的原料,自其收获、采集或宰杀之后就开始发生一系列的变化,导致品质下降甚至不适于人类食用。因此,人们意识到需要对获取的食物原料进行各种及时的加工处理,这样才能便于其保藏和食用。

人类根据自己的饮食习惯和爱好及其他特殊需要,利用各种动植物原料,经过不同配制和各种加工处理,制成形态、风味、营养价值和功能性质等各不相同的花色品种繁多的加工品。这些经过加工制作的食物被统称为食品。

食品既可以按照其加工处理的方法进行分类,也可以根据原料种类的不同进行分类。按照食品加工处理的方法可将食品分为低温保藏(包括冷藏和冷冻)食品、罐藏食品、干藏食品、腌渍食品(盐或糖腌,酱、醋或酒渍等)、烟熏食品和辐照食品等。而果蔬制品、粮油制品、肉禽制品、乳制品等则是根据原料的不同进行分类的。焙烤制品、糖果制品和调味制品等不仅根据原料的不同进行分类,而且其加工处理方法也各有特点。随着科学技术的发展和人民生活水平的提高,又相继出现了许多新的食品类型,如方便食品、婴儿食品、模拟(或仿生)食品、功能食品和宇航食品等。

食品的种类虽然很多,但作为商品的食品必须符合下述 6 项要求。

(1)卫生 and 安全性 这是食品最重要的属性,是当今世界食品生产与消费中最受关注的问题。近年来,随着大众媒体对国外疯牛病和二噁英等事件的宣传报道以及国内大量食品安全事故的曝光,我国广大消费者的食品安全意识显著提高。即使在当今科学技术高度发达、被认为是世界上食品供给最安全的国家——美国,也不断面对食品安全的挑战,并将其列为美国 21 世纪食品领域 10 大研究方向之首。在我国,由于饮食卫生和安全问题造成的食物中毒事故时有发生,给人民生命财产与健康带来了很大危害。因此,加强食品生产、加工和流通环节的安全防护与监督控制,保证向消费者提供安全、卫生的食品是所有食品生产者首先必须牢记的原则。