



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

粮油加工学

李新华 董海洲 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

粮 油 加 工 学

李新华 董海洲 主编

中国农业大学出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

粮油加工学/李新华,董海洲主编. —北京:中国农业大学出版社,2002.8

ISBN 7-81066-439-5/TS·4

面向 21 世纪课程教材

I. 粮… II. ①李… ②董… III. ①粮食加工-生产工艺②食用油-油料
加工-生产工艺 N. TS210.4②TS224

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 036050 号

出版 中国农业大学出版社
发行 中国农业大学出版社
经销 新华书店
印刷 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司
版次 2002 年 8 月第 1 版
印次 2002 年 8 月第 1 次印刷
开本 18 印张 25.5 千字 466
规格 787×980
印数 1~4 050
定价 29.00 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 网址 www.cau.edu.cn

主 编 李新华(沈阳农业大学)
董海洲(山东农业大学)

副主编 李志西(西北农林科技大学)
钱建亚(扬州大学)
郭顺堂(中国农业大学)

编 者 (按拼音顺序排列)
顾 林(扬州大学)
侯汉学(山东农业大学)
姜连芳(莱阳农学院)
刘恩歧(山西农业大学)
李梦琴(河南农业大学)
秦 文(四川农业大学)
吴雪辉(华南农业大学)
钟 耕(西南农业大学)
张 莉(西北农林科技大学)

主 审 赵增煜(沈阳农业大学)

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威望的老专家、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和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

于马连庄

前 言

粮食和油料是主要的农产品,粮油加工产品是我国人民膳食结构的主体,粮油工业是我国食品工业的重要组成部分。特别是在我国主要农产品产量不断提高、供应充足的情况下,粮油加工与转化对促进农业发展,提高农产品的附加值,振兴农村经济,繁荣市场和提高人民生活水平具有重要意义。全国高等农业院校食品科学与工程专业自20世纪80年代中期以来,陆续开设粮油加工学或农产品加工学课程。虽然有关粮油加工方面的书籍很多,但完整系统地反映我国粮油加工领域研究理论和生产实践并适合高等农业院校食品专业本科生教学的教材却很少。各院校选用的教材和参考书不同,教学内容差别很大,不少学校只讲授粮油加工的部分内容,学生不能全面了解和掌握粮油加工的全貌。为了加强高等农业院校粮油加工的教学和科研,进一步规范粮油加工学的教学内容,我们首先拟定了粮油加工学教材编写大纲,经全国高等农业院校食品专业系列教材编写大纲审定会审定,组织全国部分农业院校多年主讲粮油加工学课程的专业教师共同编写了这本《粮油加工学》教材。本书是教育部面向21世纪课程体系改革(04-18)项目成果。本教材内容力求全面系统地反映我国粮油加工的现状,在传统粮油加工的基础上,扩展了粮油加工的研究范畴,更加适合我国粮油加工的发展方向。

全书内容包括三大部分。一是粮油原料的初加工,如稻谷制米,小麦制粉,植物油脂提取,传统豆制品的生产,玉米和谷物早餐食品生产等。二是应用现代科学技术对粮油原料进行深加工与转化,如淀粉和变性淀粉的生产,淀粉制糖,大米的营养强化和米面食品的加工制作,植物蛋白食品的生产,植物油脂的精炼和加工等。三是粮油加工副产品的综合利用,如谷物皮壳、糠麸、胚芽、油脚、皂脚、废液等的加工和利用等。各部分内容都包括工艺原理、工艺方法、主要工艺参数和操作要点。为方便学生学习和进一步研究探讨,每章都列出学习重点、思考题和参考文献。

本书共分12章,由李新华、董海洲任主编,李志西、钱建亚、郭顺堂任副主编,赵增煜教授任主审。参加编写人员分工如下:第1章、第6章的1,2,3,6,7节由李新华、姜连芳编写;第2章由钱建亚编写;第3章由钟耕编写;第4章由李志西、张莉编写;第5章由董海洲、侯汉学编写;第6章的4,5节、第7章由吴雪辉编写;第8章由顾林编写;第9章由秦文编写;第10章由郭顺堂编写;第11章由李梦琴编写;第12章由刘恩歧编写。李新华负责全书的统编定稿。

本书编写过程中,赵增煜教授审阅了编写大纲和教材内容,陈宗道、罗云波、周光宏等教授对编写大纲提出了修改意见,对此表示衷心的感谢!

本书涉及的学科多,内容范围广,加之编者水平和能力有限,难免有不足、错误和不妥之处,敬请同行专家和广大读者批评指正,以便使本书在使用中不断完善和提高。

编者

2002年4月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1 粮油加工学的范畴	(2)
2 粮油加工的历史和现状	(2)
3 粮油加工学的主要内容	(4)
4 开创粮油加工业的新局面	(5)
第 2 章 稻谷制米	(7)
1 稻谷的工艺品质	(8)
1.1 稻谷的分类、子粒结构和化学组成	(8)
1.2 稻谷子粒的物理性质及结构力学性质	(10)
2 稻谷的清理	(13)
2.1 清理的目的与要求	(13)
2.2 清理的方法及机理	(14)
2.3 常规稻谷加工清理流程	(18)
3 砻谷及砻下物分离	(20)
3.1 砻谷	(20)
3.2 谷壳分离	(21)
3.3 谷糙分离	(21)
4 碾米	(22)
4.1 碾米的基本原理	(22)
4.2 碾米机	(23)
5 成品及副产品的整理	(25)
5.1 成品整理	(25)
5.2 副产品的整理	(26)
6 稻谷加工副产品的综合利用	(27)
6.1 稻壳综合利用	(27)
6.2 米糠综合利用	(30)
思考题	(35)
参考文献	(35)

第3章 稻谷精深加工	(36)
1 蒸谷米的加工	(37)
1.1 蒸谷米的特点	(37)
1.2 蒸谷米的生产	(38)
2 免淘洗米加工	(41)
2.1 免淘米生产工艺	(42)
2.2 免淘米生产工艺要点	(42)
2.3 水磨米加工	(43)
2.4 营养强化米加工	(45)
2.5 留胚米加工	(49)
2.6 米粉和米制品的加工	(50)
思考题.....	(55)
参考文献.....	(55)
第4章 小麦制粉	(56)
1 小麦工艺品质	(57)
1.1 小麦分类	(57)
1.2 小麦的加工品质	(59)
1.3 小麦子粒结构	(65)
2 小麦清理流程	(67)
2.1 小麦搭配	(67)
2.2 小麦清理	(69)
2.3 小麦水分调节	(72)
3 小麦制粉工艺	(73)
3.1 制粉基本原理	(73)
3.2 研磨及磨辊的技术特征	(74)
3.3 小麦品质对面粉要求与研磨效率的关系	(78)
3.4 筛理及筛的种类	(78)
3.5 清粉	(83)
3.6 刷麸或打麸	(84)
3.7 粉路的设计	(84)
3.8 配粉及面粉整理	(86)
3.9 剥皮制粉的工艺	(86)
4 面粉产品处理	(88)

5 等级粉和专用粉生产工艺特点	(89)
思考题	(90)
参考文献	(90)
第 5 章 面制食品的加工	(91)
1 面制食品的分类及特征	(92)
1.1 焙烤食品	(92)
1.2 蒸煮食品	(94)
2 面制食品的原辅料及其加工特性	(96)
2.1 面粉	(96)
2.2 油脂	(104)
2.3 糖与糖制品	(105)
2.4 蛋与蛋制品	(106)
2.5 乳与乳制品	(107)
2.6 水	(108)
2.7 酵母	(108)
2.8 食盐	(108)
2.9 其他辅助料及添加剂	(109)
3 面包的生产	(109)
3.1 面包的配方设计与表示方法	(109)
3.2 面包的生产工艺流程	(110)
3.3 面团的搅拌	(111)
3.4 面团的发酵	(112)
3.5 面包的整形与醒发	(114)
3.6 面包的焙烤与冷却	(114)
3.7 各式面包的制作实例	(115)
4 饼干的生产	(117)
4.1 饼干的配方	(117)
4.2 饼干的生产工艺流程	(119)
4.3 面团调制	(121)
4.4 饼干成型	(124)
4.5 饼干的焙烤、冷却与包装	(127)
5 挂面和方便面的生产	(128)
5.1 挂面的生产	(128)

5.2	方便面的生产	(132)
5.3	调味汤料	(135)
6	传统面制食品的生产	(136)
6.1	糕点制作	(136)
6.2	馒头制作	(139)
	思考题	(140)
	参考文献	(141)
第6章	淀粉生产	(142)
1	玉米子粒的结构及化学组成	(143)
1.1	玉米子粒的结构特征	(144)
1.2	玉米子粒的化学组成	(144)
1.3	玉米子粒的特征与淀粉生产工艺的关系	(145)
2	玉米淀粉提取工艺	(146)
2.1	玉米淀粉生产的工艺流程	(146)
2.2	玉米淀粉提取的工艺原理及工艺操作要点	(147)
3	马铃薯淀粉的提取	(156)
3.1	马铃薯的原料特征	(156)
3.2	马铃薯淀粉提取工艺	(156)
3.3	马铃薯淀粉生产工艺要点	(157)
4	甘薯淀粉的生产	(159)
5	绿豆淀粉的生产	(161)
6	野生植物淀粉的生产	(162)
7	淀粉厂副产品的综合利用	(162)
7.1	玉米淀粉厂副产品的综合利用	(162)
7.2	马铃薯淀粉厂副产品的利用	(166)
8	变性淀粉生产	(167)
8.1	变性淀粉的基本概念	(167)
8.2	变性淀粉的分类	(168)
8.3	变性条件	(169)
8.4	变性程度的衡量	(169)
8.5	变性淀粉的生产方法	(170)
8.6	主要变性淀粉的制备及应用	(173)
	思考题	(177)

参考文献	(178)
第7章 淀粉制糖	(179)
1 淀粉的种类及特性	(180)
1.1 淀粉糖的种类	(180)
1.2 淀粉糖的性质	(181)
2 淀粉糖的酸糖化工艺	(183)
2.1 酸糖化机理	(184)
2.2 影响酸糖化的因素	(184)
2.3 酸糖化工艺	(185)
3 淀粉的酶液化和酶糖化工艺	(186)
3.1 淀粉酶	(186)
3.2 液化	(189)
3.3 糖化	(192)
4 精制和浓缩	(193)
4.1 中和	(194)
4.2 过滤	(194)
4.3 脱色	(194)
4.4 离子交换树脂处理	(195)
4.5 浓缩	(196)
5 主要淀粉糖品的生产工艺流程	(196)
5.1 液体葡萄糖	(196)
5.2 结晶葡萄糖、全糖	(199)
5.3 麦芽糖浆(饴糖、高麦芽糖浆、超高麦芽糖浆)	(201)
5.4 麦芽低聚糖浆	(208)
5.5 麦芽糊精	(210)
6 果葡糖浆的生产	(212)
6.1 果葡糖浆的起源与型号	(212)
6.2 果葡糖浆的性质与应用	(212)
6.3 异构化机理	(213)
6.4 生产工艺	(214)
7 木薯淀粉的生产	(216)
7.1 木薯中与淀粉生产有关的成分	(216)
7.2 木薯淀粉生产工艺流程	(217)

7.3 操作规程	(217)
思考题	(218)
参考文献	(219)
第8章 植物油脂制取	(220)
1 植物油料的种类及工艺性质	(221)
1.1 植物油料的分类	(221)
1.2 植物油料的子实结构与化学组成	(221)
1.3 油料种子的物理性质	(225)
2 植物油料的预处理	(226)
2.1 油料的清理	(226)
2.2 油料的剥壳及仁壳分离	(227)
2.3 油料的破碎与软化	(228)
2.4 油料的轧坯	(229)
2.5 油料生坯的挤压膨化	(229)
2.6 油料的蒸炒	(230)
3 机械压榨法制油	(231)
3.1 压榨法制油的基本原理	(231)
3.2 影响压榨制油效果的因素	(233)
3.3 榨油设备	(235)
4 溶剂浸出法制油	(236)
4.1 浸出法制油的原理	(236)
4.2 浸出溶剂	(237)
5 超临界流体萃取法制油	(243)
5.1 超临界流体萃取法制油的原理	(243)
5.2 超临界流体萃取工艺	(245)
6 水溶剂法制油	(246)
6.1 水代法制油	(246)
6.2 水剂法制油	(249)
7 植物油脂加工副产物的综合利用途径	(251)
7.1 饼粕的利用	(251)
7.2 油脚的综合利用	(252)
思考题	(256)
参考文献	(256)

第9章 油脂的精炼与深加工	(258)
1 油脂的精炼	(259)
1.1 毛油中的杂质种类	(259)
1.2 毛油中机械杂质的去除	(260)
1.3 脱胶	(261)
1.4 脱酸	(263)
1.5 油脂的脱色	(266)
1.6 脱臭	(268)
1.7 脱蜡	(269)
1.8 菜子油的精炼(工艺实例)	(269)
2 油脂氢化	(270)
2.1 油脂氢化的基本原理	(270)
2.2 影响氢化反应的因素	(272)
2.3 氢化工艺与设备	(274)
3 人造奶油	(276)
3.1 人造奶油的定义	(276)
3.2 人造奶油的种类	(277)
3.3 人造奶油的原料、辅料及配方	(278)
3.4 人造奶油生产工艺	(280)
4 起酥油	(281)
4.1 起酥油的种类	(282)
4.2 起酥油的加工特性	(283)
4.3 起酥油的原料及辅料	(285)
4.4 起酥油的生产	(286)
5 蛋黄酱	(287)
5.1 制作原理	(287)
5.2 原辅材料及其配比	(288)
5.3 生产工艺	(288)
6 调和油	(289)
6.1 调和油的品种	(289)
6.2 调和油的加工	(290)
思考题	(291)
参考文献	(291)

第 10 章 植物蛋白质的提取和加工	(292)
1 植物蛋白质的基本特征	(293)
2 植物蛋白的种类及性质	(294)
2.1 油料种子蛋白质	(294)
2.2 豆类蛋白质	(297)
2.3 谷类蛋白质	(298)
2.4 螺旋藻蛋白	(301)
3 大豆蛋白质	(301)
3.1 大豆蛋白质的特点	(301)
3.2 大豆蛋白质的结构和性质	(303)
3.3 大豆蛋白质的制取和应用	(305)
3.4 大豆蛋白质的应用	(310)
4 油料蛋白质的提取和应用	(311)
4.1 花生蛋白质的制取和应用	(311)
4.2 油菜子蛋白质的制取和应用	(313)
4.3 葵花子蛋白质的制取和应用	(315)
5 谷物蛋白质的提取和应用	(316)
5.1 小麦蛋白质的提取和应用	(317)
5.2 玉米蛋白质的提取和利用	(321)
思考题	(322)
参考文献	(323)
第 11 章 大豆制品的加工	(324)
1 大豆的结构与成分	(325)
1.1 大豆子粒的形态结构及组成	(325)
1.2 大豆的主要化学成分	(326)
1.3 大豆蛋白质的性质	(331)
1.4 大豆蛋白质的变性	(332)
1.5 大豆蛋白质的功能特性	(334)
2 传统豆制品的生产	(338)
2.1 传统豆制品生产的基本原理	(338)
2.2 传统豆制品生产的原辅料	(339)
2.3 传统豆制品生产工艺	(341)

2.4 主要豆制品生产	(342)
3 豆乳生产	(344)
3.1 豆乳生产的基本原理	(344)
3.2 豆乳生产工艺和操作要点	(344)
3.3 豆乳品质的改进	(347)
4 豆乳粉及豆浆晶的生产	(349)
4.1 基料制备	(349)
4.2 豆浆晶的生产	(350)
4.3 豆乳粉的生产	(351)
5 大豆低聚糖的制取及应用	(352)
5.1 大豆低聚糖的制取	(352)
5.2 大豆低聚糖的应用	(353)
6 大豆中生物活性成分的提取及应用	(354)
6.1 大豆异黄酮的提取与应用	(354)
6.2 大豆皂苷的提取与特性	(356)
7 大豆加工副产品的综合利用	(357)
7.1 大豆皮渣的利用	(357)
7.2 利用豆渣发酵生产核黄素	(358)
7.3 浆水的利用	(358)
思考题	(359)
参考文献	(359)
第 12 章 玉米与早餐谷物食品的加工	(361)
1 玉米食品加工	(362)
1.1 玉米渣和玉米粉的加工	(362)
1.2 玉米薄片方便粥的加工	(363)
1.3 挤压自熟玉米方便面的加工	(365)
1.4 玉米胚饮料的加工	(366)
1.5 甜玉米的加工	(367)
1.6 其他专用型玉米的加工利用	(371)
2 早餐谷物食品加工	(372)
2.1 早餐谷物食品的种类和原辅料	(372)
2.2 早餐谷物食品的加工原理	(374)