



普通高等教育“十一·五”精品课程建设教材

LIANGYOUJIAGONGSHIYANJISHU
LIANGYOUJIAGONGSHIYANJISHU
LIANGYOUJIAGONGSHIYANJISHU

粮油加工实验技术

曾 洁 ◎主编

李新华 郭顺堂 ◎主审



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”精品课程建设教材

粮油加工实验技术

曾 洁 主编

李新华 郭顺堂 主审

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

粮油加工实验技术/曾洁主编. —北京:中国农业大学出版社,2009.7

ISBN 978-7-81117-813-5

I. 粮… II. 曾… III. ①粮食加工 ②油料加工 IV. TS210.4 TS224

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 110576 号

书 名 粮油加工实验技术

作 者 曾 洁 主 编 李新华 郭顺堂 主审

策划编辑 宋俊果 刘 军

责任编辑 陈巧莲 董 维

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

规 格 787×980 16 开本 15 印张 287 千字

印 数 1~4 000

定 价 21.50 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

编 审 人 员

主 编 曾 洁(河南科技学院)

副主编 胡新中(西北农林科技大学)
刘本国(河南科技学院)
高海燕(河南科技学院)

编 者 (按姓氏笔画排序)

师玉忠(河南科技学院)
朱旻鹏(沈阳师范大学)
朱科学(江南大学)
李光磊(河南科技学院)
杨继国(华南理工大学)
罗勤贵(西北农林科技大学)
郑建梅(西北农林科技大学)
郑煜焱(沈阳农业大学)
赵秀红(沈阳师范大学)
郭雪松(辽宁医学院)
谢 宏(沈阳农业大学)

主 审 李新华(沈阳农业大学)
郭顺堂(中国农业大学)

全国高等学校食品类专业系列教材

编审指导委员会委员

(按姓氏拼音排序)

曹小红	天津科技大学	教授	博士生导师
陈绍军	福建农林大学	教授	博士生导师
陈宗道	西南大学	教授	博士生导师
董海洲	山东农业大学	教授	博士生导师
郝利平	山西农业大学	教授	博士生导师
何国庆	浙江大学	教授	博士生导师
贾英民	河北科技大学	教授	博士生导师
江连洲	东北农业大学	教授	博士生导师
李洪军	西南大学	教授	博士生导师
李里特	中国农业大学	教授	博士生导师
李士靖	中国食品科学技术学会	教授	副秘书长
李新华	沈阳农业大学	教授	博士生导师
李云飞	上海交通大学	教授	博士生导师
林家栋	中国农业大学	教授	中国农业大学出版社顾问
罗云波	中国农业大学	教授	博士生导师
南庆贤	中国农业大学	教授	博士生导师
蒲彪	四川农业大学	教授	博士生导师
钱建亚	扬州大学	教授	博士生导师
石阶平	国家食品药品监督管理局	教授	博士生导师
史贤明	上海交通大学	教授	博士生导师
孙远明	华南农业大学	教授	博士生导师
夏延斌	湖南农业大学	教授	博士生导师
谢笔钧	华中农业大学	教授	博士生导师
谢明勇	南昌大学	教授	博士生导师
杨公明	华南农业大学	教授	博士生导师
岳田利	西北农林科技大学	教授	博士生导师
赵丽芹	内蒙古农业大学	教授	博士生导师
周光宏	南京农业大学	教授	博士生导师

出版说明并代序

承蒙广大读者厚爱,食品科学与工程系列教材出版 6 年来,业已成为目前全国高等学校本科食品类专业教育使用最为广泛的主要教科书。出版之初,这套教材便被整体列为教育部“面向 21 世纪课程教材”,至今已累计发行 33 万册,其中《食品生物技术导论》、《食品营养学》、《食品工程原理》、《粮油加工学》、《食品试验设计与统计分析》等书已成为“十五”、“十一五”国家级规划教材。实践证明,这套教材的设计、编写是成功的,它满足了这一时期我国食品生产发展和学科建设的需要,为我国食品专业人才培养做出了积极的贡献。

教材建设是学科建设的重要内容,是人才培养的重要支柱,也是社会和经济发展的反映。近年来,随着我国加入世界贸易组织,食品工业在机遇和挑战并存的形势下得以持续快速的发展,食品工业进入到了一个产业升级、调整提高的关键时期。食品产业出现了许多新情况和新问题,原有的教材无论在内容的广度上,还是在深度上,都已经难以满足时代的需要。教材建设无疑应该顺应时代发展,与时俱进,及时反映本学科科学技术发展的最新内容以及产业和社会经济发展的最新需求。正是在这样的思想指导下,我们重新修订和补充了这套教材。

在中国农业大学出版社的支持下,我们组织了全国 40 多所大专院校、科研院所的 300 多位一线专家教授,参与教材的编写工作,专家涉及生物、工程、医学、农学等领域。在认真总结原有教材编写经验的基础上,综合一线任课教师和学生的使用意见,对新增教材进行了科学论证和整体策划,以保证本套教材的系统性、完整性和实用性。新版系列教材在原有 15 本的基础上新增了 20 本,主要涉及食品营养、食品质量与安全、市场与企业管理等相关内容,几乎覆盖所有食品学科专业的骨干课程和主要选修课程。教材既考虑到对食品科学与工程最新理论发展的介绍,又强调了食品科学的具体实践。该系列教材力求做到每本既相对独立又相互衔接,互为补充,成为一个完整的课程体系。本套教材除可作为大专院校的教科书外,也可作为食品企业技术人员的参考材料和技术手册。

感谢参与策划、编写这套教材的所有专家学者,他们为这套教材贡献了经验、智慧、心血和时间,同时还要感谢各参与院校和单位所给予的支持。

由于本系列教材的编写工程浩大,加之时间紧、任务重,不足之处在所难免,希望广大读者、专家在使用过程中提出宝贵意见,以使这套教材得以不断完善和提高。

罗云波

2008年8月16日

于马连洼

内 容 提 要

本书是与“十一五”国家级规划教材《粮油加工学》(李新华等主编)配套的实验教材。全书分为概述,谷物加工实验,粮食食品加工实验,淀粉生产与转化实验,植物油脂提取与加工实验,以及植物蛋白质提取、加工与利用实验等6个部分。书中涉及的都是精选的典型实验,对于学生巩固和深入理解《粮油加工学》教材的内容、切实提高分析和解决实际问题的能力,是十分有益的。

本书覆盖面广,可作为食品专业本、专科(高职)粮油加工学课程的实验教材,也可作为粮油食品领域广大技术人员的参考用书。

前 言

粮油加工学是食品科学与工程专业、食品安全专业、烹饪专业、食品营养专业及其他食品类专业的主要专业课程,也是一门理论与实践性都很强的课程,实验作为课程学习的重要环节,在专业课教学中越来越得到重视。

本书是“十一五”国家级规划教材《粮油加工学》(李新华等主编)的配套实验教材,共包括6章内容:第一章概述部分主要介绍粮油加工实验的操作环境 and 安全、实验目的和内容、实验要求等,为进一步顺利完成粮油加工实验打好基础。其他5章根据各个高校的实践教学大纲要求精选了典型的谷物加工实验,粮食食品加工实验,淀粉生产与转化实验,植物油脂提取与加工实验,植物蛋白质提取、加工与利用实验。该实验设计尽量结合当前生产和科研工作的需要,侧重了应用性、综合性和前沿性的内容,注重学生动手能力、思维能力和创造能力的培养,符合“培养既有扎实基础知识又有创新思维能力”的教改方向,有利于增强学生独立工作、解决问题的能力,对提高课程教学质量和教学实验水平很有益处。

本教材由河南科技学院曾洁主编并统稿,参加编写人员都是有多年从事粮油方面教学和科研工作经验的教师。具体人员及分工为:曾洁负责第一章、第四章、第六章的编写以及参与第二章的编写工作,西北农林科技大学胡新中、郑建梅、罗勤贵负责第二章并参与第三章的编写工作,河南科技学院高海燕负责第三章的编写并协助统稿工作。河南科技学院刘本国负责第五章的编写工作,沈阳师范大学朱旻鹏和赵秀红、河南科技学院师玉忠、辽宁医学院郭雪松参与第三章的编写工作,沈阳农业大学郑煜焱参与第二章的编写工作,沈阳农业大学谢宏和河南科技学院李光磊参与第四章的编写工作,华南理工大学杨继国参与第五章的编写工作,江南大学朱科学参与第六章的编写工作。本实验教材由沈阳农业大学李新华教授和中国农业大学郭顺堂教授主审。

本书不仅适合作为普通高等院校、高职、高专实验教材,而且也可作为中等职业技术学校以及企事业单位技术人员的学习参考书。

在编写过程中,得到了中国农业大学出版社的大力帮助和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间短促,编者水平所限,书中可能有一些不足甚至不当之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

第一章 概述	1
一、粮油加工实验的特点	1
二、实验教学目标	1
三、实验教学要求	1
四、实验室安全	2
五、实验报告要求、格式,实验数据处理、表达	4
第二章 谷物加工实验	10
第一节 谷物碳水化合物化合物的检验	10
实验一 谷物膳食纤维含量测定	10
实验二 谷物淀粉含量的测定(旋光法)	15
第二节 粮食的感官品质及主要物理指标分析	18
实验一 粮食的感官品质分析	18
实验二 粮食主要物理指标检验	22
第三节 成品粮的加工品质分析	34
实验一 大米的物理品质及加工精度检验	34
实验二 大米的胶稠度和碱消度检验	44
实验三 大米蒸煮品质及米饭的质构检验	47
实验四 成品粮的糊化性质测定(黏度仪)	51
实验五 小麦面粉面筋含量的测定	53
实验六 小麦粉吸水量和面团揉合性能测定(粉质仪)	58
实验七 小麦粉的降落值及沉降值测定	63
实验八 面团拉伸性测定	68
实验九 全麦粉发酵时间及酵母发酵力测定	72
实验十 小麦谷蛋白溶胀指数(SIG)	75
实验十一 小麦蛋白质电泳检测	78
第三章 粮食食品加工实验	86
第一节 传统面制品的加工	86
实验一 小麦面条的制作及质量检测	86

实验二 馒头的制作及质量检验	90
第二节 面包的加工	94
实验一 主食面包的制作与质量检验	94
实验二 甜面包的制作与质量检验	101
第三节 饼干的加工	105
实验一 酥性饼干的制作与质量检验	105
实验二 韧性饼干的制作与质量检验	109
实验三 发酵饼干(苏打饼干)的制作与质量检验	112
实验四 曲奇饼干的制作与质量检验	115
第四节 糕点的加工	118
实验一 桃酥的制作及质量检验	118
实验二 蛋糕的制作及质量检验	122
实验三 月饼的制作及质量检验	128
第五节 膨化食品的制作	135
实验一 膨化小食品的制作	135
实验二 小米锅巴的制作	137
第四章 淀粉生产与转化实验	140
第一节 淀粉的物理化学性质	140
实验一 淀粉粒形态的观察	140
实验二 淀粉酸度、溶解度与膨润力的测定	143
实验三 淀粉糊化、老化性质的测定	145
实验四 淀粉的热力学性质测定	149
第二节 淀粉的提取及改性	153
实验一 玉米、马铃薯及小麦淀粉的提取	153
实验二 变性淀粉的制备	156
实验三 变性淀粉取代度的测定	159
第三节 淀粉的液化与糖化	162
实验一 淀粉的酶液化和酶糖化	162
实验二 淀粉糖化液 DE 值测定	165
第五章 植物油脂提取与加工实验	169
第一节 植物油脂的提取与精炼	169
实验一 油料的感官品质分析	169
实验二 大豆油脂的提取与含量测定	174

实验三 大豆油的脱胶·····	178
第二节 植物油脂制品的加工·····	180
实验一 蛋黄酱的制作·····	180
第三节 植物油脂的品质·····	181
实验一 食用大豆油脂品质检验·····	181
实验二 油脂脂肪酸组成的测定·····	187
实验三 油脂中抗氧化剂含量的测定·····	189
实验四 油脂中反式脂肪酸含量的测定·····	192
实验五 Rancimat 法测定油脂的稳定性·····	196
第六章 植物蛋白提取、加工与利用实验·····	201
第一节 植物蛋白质提取与加工·····	201
实验一 大豆蛋白质的提取·····	201
实验二 豆乳饮料的加工·····	203
实验三 豆腐的制作·····	205
第二节 植物蛋白质的性质·····	208
实验一 大豆蛋白质的功能性质·····	208
实验二 大豆蛋白质的酶法改性·····	211
第三节 大豆功能性成分的提取·····	213
实验一 大豆异黄酮的提取·····	213
实验二 大豆低聚糖的提取·····	216
参考文献·····	220

第一章 概 述

一、粮油加工实验的特点

粮油加工实验不同于基础课程的实验,基础课程面对的是基础科学,采用的方法是理论的、严密的,处理的对象通常是简单的、基本的甚至是理想的,而粮油加工实验不仅包含基础科学,而且还面对复杂的实际问题和工程问题。对象不同,实验研究方法也必然不同,加工实验的困难在于变量多,涉及的物料千变万化,设备大小悬殊,实验工作量之大之难是可想而知的。因此不能把处理一般实验的方法简单地套用于粮油加工实验。

二、实验教学目的

(1)培养学生从事实验研究的能力。

①对实验现象有敏锐的观察能力;

②运用各种实验手段正确地攫取实验数据和实验现象,实事求是地得出结论,并能提出自己见解的能力;

③对所研究的问题具有旺盛的探索和创造力。

(2)使学生初步掌握一些有关粮油加工学的实验研究方法和粮油食品加工技术。为此,实验中也应力求接触一些新的技术和手段,以便能适应不断发展着的科学技术。

(3)培养学生运用所学的理论进行分析和解决问题的能力。在理论与实验相结合的过程中,必将有助于巩固和加深对某些基本原理的理解,进而在某些方面得到适当的充实和提高。

三、实验教学要求

“粮油加工实验技术”侧重粮油理化检测数据及粮油食品加工工艺,而重点在于准确性、可靠性和技术实用性,这就要求实验者具有良好的实验习惯和操作技能。

(1)预习。进入实验室前应认真阅读实验指导书和有关参考资料,了解实验目的和要求并预习实验内容,掌握实验的原理和方法。

(2)进行现场预习,了解实验装置,摸清实验流程、测试点、操作控制点,此外还须了解所使用的仪器和设备。

(3)严格规范的实验操作。要求认真细致地记录实验原始数据。操作中应能进行理论联系实际的思考。严格规范的实验操作并不会抑制学生的创造能力,学生可在实验方案上进行创新,但必须按照实验条件进行(可以微调),基本实验操作必须按照规范执行,这样才能保证完成实验,保证数据的可靠性。

(4)对实验过程的仔细观察。课程实验不可能大量重复,因此实验结果并不重要,关键是观察实验过程各个因素对实验结果的影响。评估自己实验技能不足并能提出改进,是对这些方法和原理的灵活应用。

(5)全面严谨的实验记录。在实验报告上,要反映实验条件、实验材料、实验原始数据记录、实验中间现象。

(6)保持实验场所的整洁卫生。学生养成保持实验室、实验台面整洁卫生的实验习惯,仪器试剂摆放有序,使用得心应手,可使实验内容一目了然,不易出错。实验结束要安排小组打扫卫生。

(7)发扬团队合作精神,培养科学实验态度。粮油加工实验以个人动手为主,但也涉及共用仪器设备,因为许多实验与时间因素有关,这就需要团队配合有序、合作完成。实验人员首先要具有最基本的态度——实事求是的态度。

四、实验室安全

粮油加工实验室是粮油加工课程实践教学中的重要场所。实验室安全是非常重要的。

(一)实验室的分布

按照教学需要和学生人数、学校条件的具体要求,配备专职实验人员负责实验室的日常管理。粮油加工实验室分为理化分析室、精密仪器室、加工实验室、药品室、预备室。

1. 理化分析室

理化分析室应具备良好的采光、通风条件,上下水通畅,电路齐全、安全,具有能容纳 30 人左右同时进行实验的场地面积。内放实验台桌(可单边或双边放置),每个学生拥有实验台桌的宽度不小于 600 mm,长度不小于 1 000 mm,两实验台桌之间的距离不小于 1 300 mm。每个学生有一套独立的实验基本仪器。应具备充足的洗涤池和水龙头,每个实验室配置 1~2 个洗眼器。另有公共场地放置公共仪器如烘箱、冰箱等。并具有通风橱、排气扇、电源插座、灭火器。

2. 精密仪器室

要求具有防震、防潮、防尘、防腐蚀、防燃爆特点。温度应保持在 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，湿度在 $65\%\sim 75\%$ 。仪器台要稳固防震。仪器室具有独立的稳压电源。

3. 加工实验室

加工实验室是制作粮油食品的实验场所，应具有独立稳压电源。特别要注意实验室的环境卫生，防虫鼠侵害。因此，要定期消毒和打扫卫生。

4. 药品室

药品室应具备良好的自然通风条件，干燥，光线不直接入射，温度应保持在 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

5. 预备室

预备室是试剂配制的场所。

(二)实验室的安全

实验室危险包括：化学有毒气体、燃爆危险、机械伤害、电、水和其他放射性、微波、电磁辐射泄露导致的危害。理化检测时可能会使用有毒、有腐蚀性甚至是易燃易爆的化学试剂，此外，实验过程中会接触到许多仪器设备，实验中经常进行加热、灼烧等明火或高温操作，还常常用到多种电器设备，检验人员如果操作不当或粗心大意，很容易发生火灾、触电、外伤、中毒等危险事故，因此在使用时要注意人身安全。

为保证实验室的安全和人员健康，必需遵守以下实验室安全守则：

(1)进入实验室的所有人员必须有高度的安全意识，严格遵守实验室规章制度和操作规程。进入实验室要穿工作防护服，实验结束后要认真洗手、洗脸。要学习防护知识，发生意外必须立即报告老师，及时处理。

(2)了解各种试剂的性质，注意试剂的安全使用。有毒试剂应用专门的容器专门储放，有腐蚀性试剂的标签要注明，易燃易爆试剂要防止明火。取用和使用有毒、腐蚀性、刺激性药品时，尽可能带橡皮手套和防护眼镜。瓶口不直接对人。小心轻放，保证不泄出污染，防止意外事故发生。

(3)实验室人员必须熟悉仪器设备的性能和使用方法，按规定进行操作。有残余有机溶剂的容器，不能直接放入烘箱，必须水浴蒸干。

(4)进行危险性实验，实验人员必须预先检查防护措施。实验过程中操纵人员不得擅自离开，实验完成后立即做好清理工作，并做好记录。

(5)实验室配备消防器材，实验室人员必须掌握有关灭火知识和消防器材的使用方法。

(6)注意废旧试剂的回收和环保问题。

(7)在实验工作中,操作员应逐步培养遇到危险事故的应急处置能力。

五、实验报告要求、格式,实验数据处理、表达

(一)实验报告要求、格式

实验报告必须写得简单、明白、一目了然,数据完整、清楚,结论明确,有讨论、有分析,得出的公式或线图有明确的使用条件。一般应包括下列各项:

- (1)报告的题目;
- (2)实验目的、要求或原理;
- (3)实验仪器设备;
- (4)实验方法与步骤;
- (5)实验数据及数据处理;
- (6)实验结果及讨论。

通过实验,能够提出一个有实用意义或参考意义的实验报告。因此,在实验报告中能够把实验的任务、实验观测的结果用表、图、公式、文字描述和讨论简练明确地表达出来,使阅读者一目了然,除此以外还必须做到:

(1)数据可靠。要求实验人员对实验方案要认真考虑,认真做实验,认真记录数据。

(2)实验记录要有校核的可能,因此要清楚说明实验的时间、地点、条件和同时做实验的人员。

(二)从事实验的具体要求

为了保证能做出合格的报告,对实验过程中各个步骤、各个问题提出如下的说明和具体要求。

1. 怎样准备实验

- (1)认真阅读实验指导书,弄清本实验的目的与要求。
- (2)到现场观看设备流程、主要设备的构造、仪表种类、安装位置,审查这种设备是否合适,了解它们的启动和使用方法。
- (3)根据实验任务及现场设备情况,最后确定应该测取的数据。
- (4)拟定实验方案,决定先做什么,后做什么,操作条件如何?设备启动程序怎样?如何调整?

2. 怎样组织实验

本课程的实验一般都是由几人合作的,因此实验时必须做好组织工作,使得既有分工,又有合作,既能保证实验质量,又能获得全面训练。每个实验小组要有一