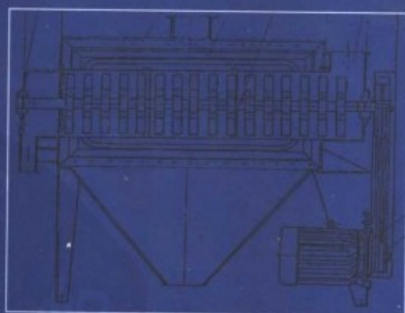
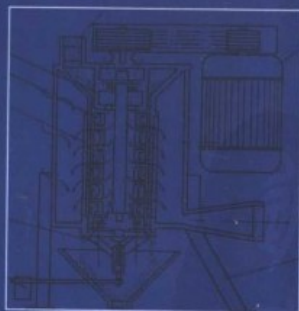


谷物加工 工艺与设备

朱永义 主编

郭祯祥 田建珍 李东森 副主编



科学出版社
www.sciencep.com

(S-0306.0102)

策划编辑：才 磊

文案编辑：孙克玮

责任印制：钱玉芬

封面设计：张 放

ISBN 7-03-010758-6



9 787030 107589 >

PDG

ISBN 7-03-010758-6
定 价：56.00 元

谷物加工工艺与设备

朱永义 主 编

郭祯祥 田建珍 李东森 副主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书在详细分析谷物的营养品质、食用品质、物理特性以及加工品质的基础上,结合国外最新进展,对稻谷、小麦、玉米等主要谷物的加工工艺、设备选择及新产品开发等作了较为全面的阐述。对粟、高粱、大麦、荞麦及燕麦的营养价值和加工工艺亦作了相应叙述;对谷物加工产生的副产品的综合利用也有较为详细的介绍。

本书可作为食品科学及谷物加工专业本科生的教材,也可作为相关专业的研究生、科技人员及管理人士的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

谷物加工工艺与设备/朱永义主编. —北京:科学出版社,2002

ISBN 7-03-010758-6

I. 谷… II. 朱… III. ①谷物—粮食加工—生产工艺②谷物—粮食加工—设备 IV. TS210

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 063233 号

策划编辑:才 磊 / 文案编辑:孙克玮 / 责任校对:钟 洋
责任印制:钱玉芬 / 封面设计:张 放

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2003年5月第二次印刷 印张:39 3/4

印数:2 501—4 500 字数:919 000

定价:56.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)



序

随着我国人民生活水平的逐年提高,人们对谷物制品的要求也越来越高了。消费者要求谷物制品品种多样、口感好、营养丰富及安全卫生,因此,对谷物加工业提出更高的要求。

当前,我国出版的有关谷物加工方面的书籍较少,而且一般是介绍单一谷物品种的,综合性的书很少见到。朱永义教授主编的《谷物加工工艺与设备》主要是作为高等院校食品科学与工程专业的教材。本书具有体系新、范围广、内容多等特点。编者将分散在几门课程中的内容综合在一起,加强了理论基础和关键技术,避免了重复的内容。本书不仅较详细地介绍了稻谷、小麦和玉米的加工,而且还有高粱、粟、大麦、燕麦、荞麦等谷物的加工及谷物加工副产品综合利用的内容。编者收集了国内外大量科技成果和资料文献,并结合自己的教学和科研实践,内容丰富,反映了当前谷物加工业的最新成果。因此,本书不仅可以作为高校的专业教材,对于从事谷物科学研究与生产的单位和企业,也是一本很好的参考书。

郑州工程学院

陈永义

2002年8月30日



前 言

《谷物加工工艺与设备》是根据当前谷物加工业的发展与当前教学和科研的需要,在同类教材基础上,收集近几年国内外相关领域的大量科技成果与文献资料,并结合多年来教学科研经验与生产实践编写的。

本书在详尽论述各单元操作的基本原理、典型设备与具体应用基础上,全面介绍稻谷、小麦、玉米等主要谷物的加工过程及关键技术,较为系统、全面地叙述了谷物品质的内涵,为谷物新产品的开发及增值利用,提供必要的理论基础。结合西部大开发,本书对粟、高粱、燕麦、大麦、荞麦等小宗谷物的加工与利用作了具体介绍。为了增加农民收入,提高企业经济效益,书中还详细叙述了谷物加工副产品的增值利用途径。

本书由朱永义主编,郭祯祥、田建珍、李东森副主编,参加编写工作的有(按姓氏笔画为序):王晓曦、田建珍、阮少兰、朱永义、李东森、李利民、林江涛、周显青、赵仁勇、郭祯祥、温纪平。具体分工见各章(节)末尾的署名。需要说明的是,本书所介绍的设备以工作原理、结构特点、技术参数及操作特点为主,有关设备的结构设计、运动参数的理论及公式推导等可参阅有关专著。

本书编写中,承蒙诸多专家、学者提供宝贵资料,同意引用、借鉴许多有价值的文献,编者深表谢意。

本书编写工作中,郑州工程学院院长陈肇铤教授百忙之中为本书作序,副院长王录民教授及卞科、娄源功、田少君等有关专家给予指导与帮助,在此一并致谢。

如果本书能对教学、科研与生产起到一定作用,则是编者所衷心希望的。由于水平有限,书中缺陷与错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者
2002.8



目 录

序	
前言	
绪论	1
第一章 谷物及其品质	5
第一节 概述	5
一、谷物的种类	5
二、谷物品质的内容	7
第二节 谷物籽粒的形态结构	7
一、谷物籽粒的形态特征	8
二、谷物籽粒的结构	12
三、谷物籽粒各组成部分的重量比例	14
四、谷物分类与质量标准	15
第三节 谷物的物理特性与加工品质	20
一、谷物的色泽、气味与表面状态	20
二、谷物的粒形、粒度与均匀度	21
三、谷物的密度、容重与千粒重	22
四、谷物的散落性与自动分级	24
五、谷物的吸附性与导热性	25
六、谷物透明度	27
七、谷物硬度	27
第四节 谷物化学成分与营养品质	32
一、谷物蛋白质	32
二、谷物淀粉	42
三、谷物其他化学组分	48
第五节 谷物食用品质	58
一、大米食用品质	59
二、小麦粉食用品质	64
第二章 谷物加工前处理	84
第一节 概述	84
一、谷物加工前处理的目的	84
二、谷物加工前处理的基本方法	85
三、谷物加工前处理工艺效果的评定	86
第二节 风选	87
一、风选的基本原理	87

二、风选的应用	90
三、典型风选设备	90
四、影响风选设备工艺效果的因素	94
第三节 筛选	95
一、筛选的基本原理	95
二、筛选的应用	101
三、筛选设备主要工作参数的确定	101
四、典型筛选设备	107
五、影响筛选设备工艺效果的因素	117
第四节 比重分选	118
一、比重分选的基本原理	118
二、比重分选的应用	120
三、比重分选设备主要工作参数的确定	120
四、典型比重分选设备	123
五、影响比重分选设备工艺效果的因素	131
第五节 精选	132
一、长度分离	132
二、形状分离	144
第六节 磁选	147
一、磁选的基本原理	147
二、磁选的应用	148
三、典型磁选设备	149
四、影响磁选设备工艺效果的因素	151
第七节 表面处理	152
一、打击与撞击	152
二、表面清洗	156
三、碾削清理	158
四、擦刷	162
第八节 调质处理	164
一、调质的基本原理	164
二、调质的应用	165
三、典型调质设备	170
第九节 搭配	181
一、搭配目的与搭配方案制定	181
二、搭配的应用	183
三、典型搭配设备	184
第三章 稻谷加工	188
第一节 概述	188
一、清理的目的与要求	188

二、砻谷、砻下物分离的目的与要求	188
三、糙米碾白的目的与要求	189
四、成品米的分类与质量	189
第二节 砻谷及砻下物分离	189
一、砻谷	189
二、稻壳分离与收集	203
三、谷糙分离	206
第三节 碾米	218
一、碾米的基本方法与原理	219
二、碾米设备主要构成部件	224
三、典型碾米设备	232
四、碾米工艺效果的评定	241
五、影响碾米工艺效果的因素	244
第四节 成品处理及副产品整理	250
一、成品处理	250
二、副产品整理	262
第五节 稻谷加工工艺流程设计	266
一、工艺流程设计的重要性	266
二、工艺流程设计的要求与依据	266
三、工艺流程设计的步骤与方法	267
四、工艺流程举例	282
第六节 特种米生产工艺	285
一、蒸谷米生产工艺	286
二、不淘洗米生产工艺	289
三、强化米生产工艺	293
四、留胚米生产工艺	297
五、配米生产工艺	300
第四章 小麦加工	301
第一节 小麦制粉概述	301
一、制粉理论简述	301
二、在制品的分类	303
三、制粉流程图	310
四、小麦粉的质量指标及其评价	312
第二节 研磨	312
一、研磨的基本方法和原理	312
二、辊式磨粉机	313
三、研磨工艺效果的评定	326
四、影响研磨工艺效果的因素	330
五、辅助研磨设备	350

第三节 筛理	356
一、筛理物料特性与筛理工作要求	356
二、筛理的基本原理	358
三、平筛主要构成部件	360
四、平筛筛路	371
五、典型筛理设备	380
六、平筛筛理工艺效果的评定	385
七、影响平筛筛理工艺效果的主要因素	386
第四节 清粉	387
一、清粉的基本原理	387
二、清粉机主要构成部件	389
三、典型清粉设备	393
四、清粉工艺效果的评定	394
五、影响清粉工艺效果的因素	395
第五节 小麦制粉流程	397
一、概述	397
二、皮磨系统	399
三、渣磨系统	404
四、清粉系统	408
五、心磨系统	410
六、粉路分析	413
七、粉路举例	414
第六节 小麦清理与制粉工艺流程设计	434
一、小麦清理流程(麦路)的设计	434
二、制粉工艺流程(粉路)的设计	439
第七节 面粉后处理	447
一、面粉后处理设备	447
二、面粉的收集与配制	450
三、面粉的修饰与强化	451
四、面粉后处理工艺	456
第八节 面粉厂的生产管理与技术测定	456
一、面粉厂的生产工艺效果	456
二、清理设备的操作检查	459
三、制粉生产的监测	460
四、最佳制粉效果的技术管理	462
第五章 玉米干法加工	466
第一节 概述	466
一、玉米干法加工现状	466
二、玉米干法加工的意义	467

第二节 玉米的清理	470
一、清理设备	470
二、玉米清理流程	470
第三节 玉米水汽调质	471
一、简易水汽调节机	472
二、玉米水汽调节机	472
三、SQT ₃ -3 ^T 水汽调节机	473
第四节 玉米脱皮、脱胚与破糝	474
一、脱皮设备	474
二、脱胚与破糝设备	477
第五节 分级选胚与提糝	481
一、分级	481
二、选胚与提糝	482
第六节 研磨、筛分与精选	485
一、研磨	486
二、筛分	487
三、精选	487
第七节 玉米干法加工工艺流程	487
一、国内玉米干法加工	487
二、国外玉米干法加工	492
第八节 玉米干法加工制品	499
一、玉米干法制品质量标准	499
二、玉米制品的食品工业用途	502
三、玉米制品的非食品工业用途	504
第六章 小宗谷物加工	505
第一节 高粱加工	505
一、高粱的基本特性	505
二、高粱的清理	506
三、高粱碾米	507
四、高粱制粉	511
第二节 粟加工	513
一、粟的基本特性	513
二、粟的清理	513
三、砻谷及砻下物分离	514
四、碾米及成品处理	515
五、粟加工工艺流程	516
第三节 大麦加工	516
一、大麦的基本特性	516
二、大麦的清理	520

三、大麦制米	520
四、大麦制粉	520
第四节 燕麦加工	521
一、燕麦的基本特性	521
二、生产燕麦片	522
三、生产膳食燕麦粉	525
四、生产燕麦麸皮	525
第五节 荞麦加工	528
一、荞麦的基本特性	528
二、荞麦的清理、脱壳与分离	531
三、生产荞麦米	533
四、生产荞麦粉	534
第七章 谷物加工副产品的综合利用	535
第一节 概述	535
一、稻谷加工副产品	535
二、小麦加工副产品	536
三、玉米加工副产品	536
第二节 稻壳的综合利用	538
一、稻壳的理化特性	538
二、稻壳的综合利用	540
第三节 米糠的综合利用	552
一、米糠的理化特性	552
二、米糠的稳定化	556
三、米糠蛋白和纤维的分离方法	559
四、米糠的综合利用	560
第四节 麸皮及麦胚的综合利用	574
一、麸皮的综合利用	574
二、小麦胚的综合利用	578
第五节 玉米胚与玉米皮的综合利用	582
一、玉米胚的综合利用	582
二、玉米皮的综合利用	584
附录一 优质稻谷质量标准 GB/T17891-1999	589
附录二 优质小麦 强筋小麦 GB/T17892-1999	594
附录三 优质小麦 弱筋小麦 GB/T17893-1999	596
附录四 大米的分类与质量标准 GB1354-86	598
附录五 蒸谷米(出口)质量标准	602
附录六 不淘洗米(晚粳)试行质量标准	603
附录七 小麦粉质量标准 GB1355-86	604
附录八 专用小麦粉的质量标准	605

附录九 谷物加工设备图形符号.....	606
索引.....	612
参考文献.....	622



绪 论

一、谷物加工业在国民经济中的作用

谷物加工就是将原料谷物经除杂、调质、脱壳、碾制或研磨,最后加工成可以食用的、符合不同质量标准的粒状或粉状成品。世界上主要谷物作物有稻谷、小麦、玉米、大麦、高粱等。稻谷主要是碾成白米或少量磨成米粉;小麦绝大多数是研磨成小麦粉;玉米可加工成玉米糝、玉米粉;大麦的加工成品是大麦米或大麦粉;高粱加工成的成品就是高粱米、高粱粉。

我国是一个农业大国和粮食生产、消费大国。1998年全国粮食产量创下历史最高记录,达到 $5.122\ 95 \times 10^8$ t,几种主要谷物的产量分别为:稻谷 $1.987\ 13 \times 10^8$ t、小麦 $1.097\ 26 \times 10^8$ t、玉米 $1.329\ 54 \times 10^8$ t,分别占粮食总产量的 38.79%、21.41%、25.95%。

“民以食为天,国以粮为本”,谷物是人类最宝贵的生命资源。古人云:“安民之本,必资于食,安谷则昌,绝谷则危”。谷物是一个民族能够生存和发展的必要条件,谷物加工业是与人类一同永存的,无论未来的科学技术如何先进,都不可能取消谷物加工业,而只能促进其提高和发展。近年来,我国人民生活正在向富裕小康型过渡,国民对谷物产品的消费已向优质化、功能化、绿色化方向发展。生产、开发适应市场要求和人民消费变化的谷物制品,是谷物加工业在新世纪内肩负着的一项重要使命。

农业是国民经济的基础,当前,世界上所有农业发达国家,都把现代农业划分为产前、产中、产后三个重要范围。三者有机结合、协调发展,相互制约和促进。在三者的比例关系上,产中部分的比重逐步缩小,产后部门的比重相应扩大。谷物加工业是推进农业向商品化、专业化、现代化转变,走农工贸一体化道路中的重要环节。谷物加工业在发展高效农业中起着举足轻重的作用。

随着时代的进步、科技的发展,谷物加工业不仅与农业,而且与机械工业尤其是粮食机械制造业、包装业、零售业、餐饮业、食品工业等行业之间的联系也越来越密切。谷物产品的加工、销售及增值开发利用,都离不开上述诸多行业的支撑。与此同时,谷物加工业的兴旺发达,也刺激相关工业的发展与进步,推动电子、生物、环保等高新技术的应用与前进,谷物加工业是一个关联度很大的综合产业。

综上所述,谷物加工业在国民经济中有着很重要的地位。

二、谷物加工业的发展简史

根据文献记载,我国谷物加工已有 4000 多年的悠久历史。早在新石器时代,我国就出现了杵、石臼等加工工具,用于舂米,以后又有碾子和石磨。我国晋代就开始使用水力驱动卧式水轮机带动石磨制粉,唐代是我国水力磨坊发展的昌盛时期,明代宋应星撰写的《天工开物》中,就详细记载了稻谷加工的工艺过程,说明当时的谷物加工技术已发展到相

当的水平。

欧洲于 12 世纪开始使用风力带动石磨制粉,18 世纪采用粗筛。钢辊磨于 18 世纪发源于匈牙利,1870 年才被大规模采用,并发展了长达 20~30 道工序的制粉流程。1860 年德国发明了立式砂臼碾米机,1888 年美国发明了横式辊筒碾米机。

我国谷物粉状产品的加工一直沿用碾子和石磨,谷物粒状产品的加工一直使用杵和石臼,直到 20 世纪初才从西方引进钢辊磨和多道制粉技术,并引进砂盘磨谷机、广式碾米机和铁辊筒碾米机。当时的谷物加工业,规模小,技术落后,设备简陋,成品质量低劣。

中华人民共和国成立后,谷物加工业发生了巨大变化。20 世纪 50~60 年代,为了保证全国人民的口粮供应,国家有关部门制订了我国粮食原料及其加工产品的标准。在确保产品质量和出品率前提下,在谷物加工业中开展了技术革新和技术革命运动,主要成就有前路出粉、小麦剥皮制粉、多机碾白缩短为一机碾白等。1957 年原粮食部工业局制订了“碾米工厂操作规程”和“制粉工厂操作规程”,于 1963 年正式颁布,并于 1981 年做了局部补充。规程中各种指标不仅指导着当时谷物加工厂的实际生产,也被作为科研工作为生产服务应该达到的目标。与此同时,国家也十分重视谷物加工专业技术人才的培养。1954 年起,成立了一批与谷物加工业紧密相关的高等院校及中等专业学校,有关科学研究院、所也相继成立。广大科技人员为谷物加工的进步与发展,为节约粮食资源、保障粮食供给,作出了积极的贡献。

20 年来,是我国谷物加工科技飞速发展的时期。在“科学技术是第一生产力”思想的指导下,从“六五”到“九五”的四个五年计划中,我国谷物加工业广大科技人员通过承担国家科技攻关及行业重大科技项目的研究开发,取得了诸多科研成果,极大地推进了我国谷物加工业的科技进步。尤其是近几年,随着经济体制的转变,进一步明确了粮食流通技术是粮食工业科技研究的重点。科技的改革及对经济的渗透和参与,加大了科技对传统谷物加工业的改造力度,使我国谷物加工业向规模化、集约化、现代化发展,向精加工、深加工、食品加工方向延伸,谷物加工业由此又登上一个新台阶。

预计在不久的将来,我国的主要谷物包括稻谷、小麦、玉米的加工技术与设备将很快达到国际水平,特别是大米、面粉和玉米制品的品种和质量会得到迅速增加和提高。我国谷物加工业的技术水平将进入世界技术先进国家行列。

三、我国谷物加工业的发展方向

长期以来,我国谷物加工业受计划经济体制的影响,积累了诸多矛盾和弊端,集中表现在以下几个方面:多年的重复建设使生产能力严重过剩,产品供过于求;国有加工企业机制很不适应市场经济,包袱重、成本高、效率低,技术进步力度不大,产品结构单一。乡镇、民营谷物加工业虽然机制灵活,又具有原料优势,但设备大都陈旧、落后,技术水平较低,中高档产品出率偏低,粮食资源浪费现象较为严重。

我国加入 WTO 后,随着贸易自由化进程的加速,农产品贸易列入了乌拉圭回合谈判的管辖范围,因 WTO 成员国都要遵守市场准则,各种配额的限制会逐步取消,因此农产品的国际贸易份额会迅速增加。大米是所有粮食中惟一在贸易自由化过程中受益的产品,预计到 2005 年,大米价格将上升 3.5% 左右,而小麦、玉米的价格将下降 20%~30%。

加入 WTO 后,我国谷物加工业既面临着良好的机遇,又面临着严峻的挑战。

当前,我国国民经济与社会发展已经进入社会主义市场经济的完善期、经济结构调整的关键期、加入世界贸易组织后的过渡期、西部大开发和农业生产结构调整的起步期,为了适应农业和粮食生产结构的战略性调整和加入世贸组织后全球性的大流通、大市场、大粮食的新格局,使人认识到谷物加工业没有科技优势就没有竞争优势,我们必须使谷物加工业赶上世界先进水平,才能迅速提高我国谷物的国际竞争能力。

1. 完善与建立谷物质量标准及检测手段

早在 20 世纪 50 年代,国家就颁布了主要谷物及其产品的质量标准,在过去一段时期内,它在谷物加工业中发挥着很大的作用。随着时代的进步、经济体制的转轨,旧标准及检测手段极不适应谷物加工业发展的需求,必须对优质谷物及其加工产品、深加工产品、专用产品、功能性产品等标准及检测方法进行修订和制订,使新标准与国际标准接轨,以指导合理利用谷物资源、保证产品质量。与此同时,还需加快研制谷物快速检测设备及在线检测设备,特别是适用于流通领域的价格低廉、易于推广使用的检测仪器和辅助设备。

2. 提高创新意识,采用现代高新技术发展谷物深加工,开发优质名牌产品

为了加快传统谷物加工业的重组和改造,在加强应用基础研究(主要指谷物品种资源分布与加工品质的研究)同时,必须应用生物工程、微胶囊、超微粉碎、计算机等现代高新技术,开发高附加值产品,研究与推广谷物资源的增值技术,如米饭、营养米粉、米线、中式冷冻面团、烘焙食品等工业化生产技术,功能性低聚糖和膳食纤维等食品基础原料的开发,米糠、碎米、麦麸、麦胚等谷物加工副产品综合利用等方面技术的研究与应用。

3. 研制、开发新型高效的机电一体化谷物加工设备

谷物加工业的工艺要求必须通过相应的设备才能实现。1978 年以来,我国粮机制造业有了很大发展,1995 年末,年粮机生产能力达 12.1×10^4 t,如平均每台设备重量按 1t 计,则每年生产谷物加工设备 12 万台。但是,粮机产品品种及质量与发达国家尚有一定差距,主要表现在零部件加工的精度与材质,电气元件的灵敏性、稳定性与可靠性,整机装备的精确性,设备运行的可靠性、稳定性及耐用性等方面。今后,必须千方百计地提高我国粮机制造质量,使其更好地为谷物加工业服务。

4. 利用信息资源,提高谷物加工业管理的现代化、科学化水平

21 世纪是经济快速增长的时期,是信息时代。随着时代的发展,企业管理的重要性也越来越被人们所重视,企业经济效益的优劣很大程度上取决于管理。通过决策法规、技术标准、商品代码、流通设施、检验仪器、加工设备及科研项目、科研成果等谷物加工业信息资源数据库的建立,提高现有谷物加工业信息资源利用率,促进已有科技成果及其相关信息资源的转化,为实现宏观管理提供快速、高效、可靠的政策支持,提高谷物加工业的现代化的管理水平。

四、学习本课程的目的与方法

《谷物加工工艺与设备》一书适用于食品科学与工程专业,谷物科学与工程专业的本科生,系必修课程。该课程主要内容有:谷物及其品质、谷物加工前处理、稻谷加工、小麦加工、玉米加工、小宗谷物加工及副产品综合利用。其中后两项内容以自学为主,辅以适

当举办课外讲座。通过本课程学习,学生应掌握谷物加工基本原理和技能,熟悉关键设备的结构、工作原理及影响工艺效果的主要因素,具有对现有加工企业的生产工艺及设备进行分析研究和技术改造的能力,了解谷物加工副产品综合利用的主要途径及谷物深加工新技术。通过学习,培养学生分析问题、解决问题的能力,使其具有一定的创新精神,成为谷物加工的高级工程技术和管理人才。

《谷物加工工艺与设备》是一门应用型技术科学课程,学习本课程必须理论联系实际,注重实验环节、实习环节,克服死记硬背的不良学习方法,深刻理解各单元操作的原理及应用,形成深入剖析、反复思考、灵活应用、举一反三的学习方法,为今后工作与深造打下坚实的理论基础。

朱永义

2002年8月