



胡林子 编著 ■■■■■

谷物加工技术

GUWUJIAGONGJISHU

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书分别就谷物及其加工特性、谷物清理、谷物调质、稻谷加工、小麦制粉、玉米加工、杂粮加工、谷物蛋白质、谷物加工副产品的利用、HACCP 在谷物加工过程中的应用等内容进行了系统阐述,融理论、方法与应用于一体,侧重于实践及生产技术。书中重点介绍了谷物加工特性、加工工艺、常见设备及操作要点,尤其对谷物的综合利用及加工处理相关技术进行了综合而翔实的阐述,具有较强的实用性。

本书适于谷物加工厂及相关食品企业的技术人员和食品质量安全管理等参考,也可供粮油加工与贮运领域的专业技术人员或大中专院校相关专业师生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

谷物加工技术/于新,胡林子编著. —北京:中国纺织出版社,2011.4

ISBN 978-7-5064-7236-4

I. ①谷… II. ①于… ②胡… III. ①谷物—粮食加工

IV. ①TS210.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 013671 号

策划编辑:于伟 责任编辑:王军锋 特约编辑:朱喜玲
责任校对:楼旭红 责任设计:李然 责任印制:何艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街6号 邮政编码:100027

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

http://www.c-textilep.com

E-mail:faxing@c-textilep.com

三河市华丰印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2011年4月第1版第1次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:15

字数:323千字 定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

❀ 前 言 ❀

谷物是人类赖以生存的主要生活资料,是人类社会发展的重要物质基础。谷类食物一直是人类膳食最重要的组成部分。谷物作为人类主要的能量、蛋白质、B族维生素与矿物质来源,提供人类约2/3的能量与蛋白质。由此可见,谷物是全社会膳食结构中不可或缺的一部分。

除了提供能量与蛋白质以外,还能提供膳食纤维、多种微量营养素与植物化学素等保健功能成分。发达国家在20世纪80年代开始对全谷物的营养与健康进行了深入的研究。近年来,美国与英国等欧美国家对全谷物食品的保健作用进行了大量的报道。大量的流行病学与群组研究表明,增加全谷物的消费可以降低心脑血管疾病、II型糖尿病、肥胖及某些癌症等许多非传染性疾病的发病率。近年来的研究也表明全谷物中的其他组分如维生素、矿物质与植物化学素等具有重要的保健作用。一些发达国家采取了许多措施以促进全谷物食品的消费,全谷物食品作为一个独特的“营养素包”的营养保健作用逐渐得到大众重新认识。研究表明,荞麦、燕麦、小米等多种谷物杂粮中富含蛋白质、膳食纤维、不饱和脂肪酸、维生素、矿物质、芦丁等营养和保健成分,不仅营养丰富,而且具有良好的保健功效,对现代社会的“富贵病”有很好的预防和治疗作用。

谷物是我国大宗农产品。我国民众的食物结构以植物蛋白为主,直接消费的谷物所占比重较大,由谷物转化为肉、蛋、奶的消费量较少。谷物加工工业是把谷物加工为成品粮的基础工业,是食品工业的

支柱产业。全球每年有 95% 左右的谷物被加工成米面制品,或作为米、面制品的原料。在我国,占粮食总消费 60% 以上的口粮消费是由谷物加工企业完成的。谷物加工技术、产品质量的高低,直接影响到我们民族的总体健康水平。随着科技的发展,改善谷物及其食品营养的方式越来越多,谷物精深加工的新技术也不断涌现,故有必要对相关知识、技术进行系统的归纳与总结。

作者经过长期努力,对我国多数谷物加工的技术及现状进行了收集与整理,并结合自己的工作实践,就谷物加工特性、加工工艺、常见设备、操作要点作了较为全面的介绍。本书由仲恺农业工程学院于新、沈阳农业大学胡林子主编,参编人员有黄雪莲、蒋雨、张晓毅、褚福红、杨鹏斌、马永全、吴少辉、叶伟娟、赵美美等。在编写过程中,参考了众多学者的著作与论文,在此一并表示深深的谢意。因限于时间和作者的写作水平,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

2010 年 11 月于广州

目 录

第一章 绪论	1
第一节 谷物加工概述	1
第二节 我国谷物加工现状	3
一、稻谷加工	3
二、小麦加工	4
三、大麦加工	5
四、玉米加工	5
第二章 谷物及加工特性	6
第一节 谷物的种类及其形态结构	6
一、小麦	6
二、玉米	9
三、稻谷	10
四、大麦	10
五、黑麦	11
六、燕麦	11
七、高粱	12
八、珍珠粟	12
九、黑小麦	12
第二节 谷物的加工特性	13
一、谷物单颗籽粒的性质	13
二、谷物籽粒群体的性质	20

三、谷物粉体的性质	24
第三节 谷物籽粒的化学组成	27
一、谷物籽粒的一般化学成分	27
二、稻谷籽粒化学成分及其在加工工程中的变化	28
三、小麦籽粒化学成分及其加工特性	32
四、玉米籽粒化学成分及其加工特性	35
第三章 谷物清理	38
第一节 概述	38
一、谷物中杂质的种类	38
二、清理的目的与要求	39
三、清理设备及工艺效果的评定	40
第二节 谷物清理方法	42
一、风选	42
二、筛选	51
三、相对密度分选	64
四、精选	74
五、表面清理	83
六、磁选	90
第三节 清理工艺流程设计要求	95
一、工艺流程设计的要求和依据	96
二、工艺流程设计的步骤和方法	97
三、工艺流程举例	98
第四章 谷物调质	103
第一节 谷物调质的机理与应用	103
一、调质的机理	103
二、调质的应用	104

第二节 谷物调质的方法	106
一、小麦水分调节	106
二、糙米调质	119
三、玉米调质	127
第五章 稻谷加工	130
第一节 概述	130
一、砻谷及砻下物分离的目的和要求	130
二、糙米碾白的目的和要求	131
第二节 砻谷及砻下物分离	131
一、砻谷	131
二、谷糙分离	133
第三节 碾米	137
一、糙米的工艺特性	137
二、碾米的基本方法和原理	137
三、影响碾米机工艺效果的因素	139
第四节 大米再处理	148
一、免淘洗米加工工艺	148
二、留胚米生产工艺	157
三、配制米生产工艺	160
四、强化米生产工艺	162
第五节 蒸谷米生产工艺	167
一、蒸谷米的特点	167
二、蒸谷米生产对稻谷品种和除杂的要求	169
三、蒸谷米的生产工艺	169
第六章 小麦加工	186
第一节 概述	186

一、小麦制粉的方法	186
二、小麦制粉的原理	187
三、在制品的分类	191
四、小麦制粉的流程图	193
五、小麦粉的质量指标	196
第二节 研磨	197
一、研磨的基本方法	197
二、磨粉机的主要结构	198
三、研磨效果的评定	206
四、影响研磨效果的因素	208
第三节 筛理	212
一、各种物料的筛理特性	213
二、筛网的型号和规格	214
三、筛理设备	216
四、高方平筛的筛路	221
五、影响高方平筛筛理效率的因素	226
第四节 清粉	229
一、清粉的目的及工作原理	230
二、清粉设备	232
三、清粉效率的评定	234
四、影响清粉机效率的因素	235
第五节 打(刷)麸和松粉	238
一、打(刷)麸	238
二、松粉	241
第六节 小麦制粉流程	244
一、概述	244
二、皮磨系统	247
三、渣磨系统	249

四、清粉系统	251
五、心磨及尾磨系统	253
第七节 小麦粉后处理	256
一、小麦粉后处理设备	257
二、小麦粉后处理的方法	259
三、小麦粉后处理工艺	263
第七章 玉米加工	264
第一节 概述	264
一、玉米消费概况和变化趋势	264
二、中国玉米加工业现状	265
三、玉米产业前景广阔	267
四、玉米加工的一般方法	268
第二节 玉米干法制粉	269
一、清理	269
二、水汽调质	271
三、脱皮	275
四、破胚与破糝	278
五、提胚提糝与在制品分级	281
六、研磨、筛分与清粉	286
七、成品降水	289
第三节 玉米湿法制粉	291
一、技术与工艺要点	291
二、玉米湿法(淀粉)加工工艺	291
三、主要生产设备	295
第四节 玉米深加工技术	297
一、玉米淀粉	297
二、淀粉糖	304

三、玉米油	311
第八章 杂粮加工	321
第一节 燕麦加工	321
一、燕麦概述	321
二、燕麦焙烤食品	325
三、燕麦蒸煮食品	330
四、燕麦饮料和发酵食品	333
五、其他燕麦食品	336
第二节 荞麦加工	340
一、荞麦概述	340
二、荞麦焙烤食品	343
三、荞麦蒸煮食品	346
四、荞麦饮料和发酵食品	349
第三节 大麦加工	352
一、大麦概述	352
二、大麦焙烤食品	357
三、大麦饮料和发酵食品	359
四、其他大麦食品	366
第九章 谷物蛋白质	370
第一节 谷物蛋白的种类及性质	370
一、清蛋白类	370
二、球蛋白类	370
三、醇溶性谷蛋白类	371
四、谷蛋白类	371
第二节 谷物蛋白质应用	373
一、小麦蛋白质	373

二、大米蛋白质	378
三、玉米蛋白质	379
四、大豆蛋白质	379
第十章 谷物加工副产品的利用	391
第一节 植物营养素	391
一、类胡萝卜素	391
二、生物黄酮	392
三、酚酸类物质	393
四、木酚素	393
五、纤维素	394
六、 β -葡聚糖	395
七、三磷酸肌醇	396
第二节 稻谷加工副产品的利用	397
一、概述	397
二、米糠的利用	398
三、米胚的利用	414
四、碎米的利用	414
五、发芽糙米	416
第三节 小麦加工副产品的利用	418
一、小麦加工副产品	418
二、小麦胚的利用	418
三、麦麸和次粉的利用	422
第四节 玉米加工副产品的利用	427
一、玉米加工的副产品	427
二、玉米胚的利用	428
三、玉米皮的利用	429
四、玉米浆的利用	431

五、玉米蛋白粉的利用	433
第十一章 HACCP 在谷物加工过程中的应用	437
第一节 HACCP 概述	437
一、HACCP 的定义	437
二、HACCP 的起源和发展	438
三、HACCP 体系运行的优势	439
四、HACCP 的认证范围	441
第二节 HACCP 的实施	441
一、组建 HACCP 小组	442
二、产品描述	444
三、明确产品用途	445
四、绘制工艺流程图	445
五、现场验证工艺流程图	447
六、进行危害分析	447
七、确定关键控制点	449
八、建立关键控制限值	449
九、关键控制点的监控措施	451
十、确定纠偏措施	452
十一、建立审核程序	453
第三节 HACCP 在谷物加工中的实际应用	454
一、HACCP 在大米加工中的应用	454
二、HACCP 体系在面粉加工中的应用	460
参考文献	465

第一章 绪 论

第一节 谷物加工概述

谷物加工是粮油加工的重要组成部分。长期以来,人们在谷物的基本物理、化学和生物化学性质以及谷物加工原理与工艺技术、相关设备的研究方面取得了长足的进步。我国是农业大国,谷物是我国最大宗的农产品。水稻、小麦、玉米是我国三大谷物,其中小麦和玉米分别占世界总产量的第一和第二,三者是我国保障食物供给和国民经济持续快速发展的重要战略物资。谷物加工业是农产品加工的基础产业、食品工业的支柱产业和人类的生命产业。谷物加工业以大宗谷物、杂粮、薯豆类及其加工副产品为基本原料,应用谷物加工科学技术,生产各种米、面、主食及主餐食品、方便食品、焙烤食品、营养保健食品和婴儿食品,旨在提高饮食的营养效价,改善膳食结构,提高大众的健康水平和身体素质。

水稻是我国种植面积最大、单产最高、总产最多、稳定性最好的粮食作物,稻米是全球一半以上人口的主食,仅在亚洲就有 20 亿居民从稻米中摄取其 60% ~ 70% 的热量。稻米在我国粮食生产中具有举足轻重的地位。近 5 年,我国稻谷的产量在 1.75 ~ 1.99 亿吨之间,占我国粮食总产量的 30% 以上。稻谷加工业是谷物加工业的重要产业。稻谷加工的大米,是我国最重要的口粮,全国约三分之二的人口以大米为主要食粮。

小麦产业几乎是所有发达国家农业的支柱,小麦食品也是这些国

家的主食。小麦提供了人类消费蛋白质总量的 20.3%、热量的 18.6%、食物总量的 11.1%，超过其他任何作物。无论从营养价值还是加工性能看，小麦都是世界公认的最具有加工优势的谷类作物。由于具有特有的化学组成、独特的面筋蛋白和丰富的营养成分，其在人类的饮食文化中发挥着其他粮食不可代替的作用。从营养上看，小麦粉所含蛋白质是大米的 2~3 倍，是玉米粉的 2 倍，尤其是其含钙量约为大米的 4 倍，玉米粉的 8 倍以上，维生素 B₁、维生素 B₂、尼克酸等含量小麦粉都是大米的 3~4 倍。小麦也是谷物中最重要的贸易商品，它在世界总贸易量中的比重约为 46%。我国小麦平均年总产量为 1 亿吨，约占世界总产量的 18.5%，居于世界首位。

全世界玉米种植面积约 1.4 亿亩，总产量达 5.99 亿吨，超过了水稻和小麦，成为世界第一大谷类作物。玉米是我国主要的粮食作物，总产量已超过了小麦，仅次于稻谷，居第二位。我国玉米总产量达 1.2 亿吨/年以上，占世界总产量的 22% 左右，仅次于美国（占世界总产量的 34%），居世界第二位。目前玉米加工业已成为世界重点发展的农业产品加工业，特别是玉米生产大国的美国、中国和欧盟等国家和地区，更是把玉米加工业视为关系国计民生的支柱产业，发展玉米加工业是人类 21 世纪的一个重要战略。玉米营养价值高，可加工成种类多样的玉米食品。玉米的蛋白质含量高于大米，脂肪含量高于面粉、大米和小米。含热量高于面粉、大米及高粱。玉米籽粒中平均含有蛋白质 9.6%、脂肪 4.9%、淀粉 72.0%，以及较丰富的硫胺素、核黄素、尼克酸、胡萝卜素、矿物质等营养成分。玉米油中含有较高比例的不饱和脂肪酸和维生素 E，具有很高的营养价值，有“健康营养油”的美称。随着加工工艺和食品机械的进步，新的玉米食品如玉米片、玉米面、玉米渣、特制玉米粉、速食玉米等随之产生，并可进一步制成面条、面包、饼干等。玉米是重要的工业原料。玉米籽粒中的淀粉含量达 70% 以

上,在淀粉生产中占有重要位置。世界上大部分淀粉是用玉米生产的,而淀粉是食品、医药、化工等行业必不可少的原料。玉米及其产品已广泛应用于工农业的各个生产领域。

在我国,除了有稻米、小麦、玉米和大豆等大宗粮食以外,还有大量小品种谷物,如荞麦、黍子、高粱、燕麦、谷子、大麦、黑麦、青稞等。我国谷物品种资源丰富,可以加工种类繁多的特色食品,具有相对低廉的成本优势和独特的保健功能。

世界上发达国家把现代农业划分为产前、产中、产后三个部分。谷物加工作为现代农业的产后部分,其加工技术、资源综合利用水平会向农业生产表现明确的生产原料数量和品种的需求,给农业生产带来产业结构调整 and 品种优化信息,对于实现粮食增值、农业增效、农民增收,促进农村经济和国民经济持续快速健康发展,都有十分重要的意义。

第二节 我国谷物加工现状

谷物经过初加工和深加工,除可供人畜食用外,还可用于化学和纺织等工业部门。我国的谷物加工原料主要是稻米、软粒小麦、大麦和玉米。稻米可加工成酒精、白酒、味精、柠檬酸等;软粒小麦可制作面包等食品;大麦主要用来制作麦芽,与啤酒花一起构成啤酒制造业的两种基本原料;玉米可制作淀粉、糖和粗玉米粉等。

一、稻谷加工

(一) 酒精和白酒

过去有 55% 的酒精用于生产白酒,但近来由于白酒消费减少,其由过去最高年产 800 万吨降至 311 万吨,且酒精度从 50% 降至 40% 以

下,低度白酒占市场 50% 以上,用途逐渐以化工为主。

(二) 味精

自 20 世纪 80 年代以来,味精产量连年增长,成为我国第一大粮食生物加工大户。进入 21 世纪,由于新的增鲜剂及新型风味调料的出现,味精产量有下降趋势。

(三) 柠檬酸

我国以粗淀粉原料生产的柠檬酸在国际上具有较好的竞争力。过去以甘薯干为原料,近年来发展到利用玉米和木薯为原料。我国柠檬酸生产一直是以出口为主,基本上 80% ~ 85% 外销,但国际市场每年消费增长 3% ~ 4%,2004 年我国出口了 40 万吨,已占了世界贸易量的一半以上。当前,国内外竞争非常激烈,全国柠檬酸生产能力近 60 万吨,今后增产速度将下降。

(四) 淀粉糖

我国人均年食糖消费量由 20 世纪末的 7kg 增加到现在的 10kg,淀粉糖约占 22%。近年我国淀粉糖价格以干物质计,每吨为 2400 ~ 2700 元,而蔗糖为每吨 2900 ~ 3100 元,淀粉糖获得空前的发展速度。目前是淀粉糖工业发展最好的时机。

二、小麦加工

据不完全统计,我国每年的面粉市场总产值高达数千亿元。但由于小麦加工的技术含量需求低、面粉加工基础广泛,多年来我国的面粉加工技术一直没有得到明显提升,而国内高达数千亿元的面粉市场也仅仅只有白象、古船、银河等少数几个面粉品牌。2006 年 1 月,中华人民共和国科学技术部正式批准立项,由河南省白象食品集团、河南工业大学、江南大学、武汉工业学院以及古船面粉厂等七家单位共同承担“小麦专用粉和传统面制品工业化技术与装备开发”课题研究。

随着我国相关部门的扶持与管理,我国面粉行业沿用数十年的传统加工技术得到全面提升,我国的面粉加工技术已达到世界领先水平。

三、大麦加工

现在,除西亚、北非地区,特别是摩洛哥食用大麦较多外,皮大麦和裸大麦很少用作人类食品,原来食用较多的朝鲜现在亦已减少到人均2kg/年,在西方国家和日本的人均消费量小于1kg/年。大麦主要用作饲料,有三分之一用于酿造啤酒,还可用于生产大麦米、大麦片、大麦粉等风味食品。

四、玉米加工

我国玉米加工主要以淀粉、酒精、淀粉糖、柠檬酸、赖氨酸和味精等产品为主,也可直接加工成食品。

用玉米直接加工成食品的方法,是将玉米颗粒挤压成微小的透明颗粒,使之成为变性的玉米粗粉,这是一种新的加工工艺。玉米淀粉的食用用途:制作糖果和巧克力;制作啤酒,可增强啤酒度数;利用玉米淀粉凝胶配制甜食、甜点和儿童食品。玉米淀粉的工业用途也很广泛:用于造纸,能起到使纸成型的作用;制成涂胶,可为纸上光;作瓦楞纸板的原料,可使纸板更加柔韧;制作淀粉胶,可用于纺织业;制作化学药品和保健剂等。