

农产品现代加工技术丛书

小麦加工技术

郭祯祥 主编



化学工业出版社

知识经济
PDG

农产品现代加工技术丛书

小麦加工技术

玉米淀粉生产及转化技术

大豆加工与利用

花生加工技术

食用豆类加工与利用

薯类精深加工利用技术

果品深加工新技术

蔬菜深加工新技术

食用菌贮藏保鲜与加工新技术

肉制品加工原理与技术

水产品加工与利用

调味料加工技术

蛋白质加工技术

油脂加工技术

碳水化合物加工技术

ISBN 7-5025-3458-X



9 787502 534585 >

ISBN 7-5025-3458-X/TS·42 定价：30.00元

农产品现代加工技术丛书

小麦加工技术

郭祯祥 主编

化学工业出版社

·北京·



(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦加工技术/郭祯祥主编. —北京: 化学工业出版社,
2003. 4

(农产品现代加工技术丛书)

ISBN 7-5025-3458-X

I. 小… II. 郭… III. 小麦-粮食加工 IV. TS211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014410 号

农产品现代加工技术丛书

小麦加工技术

郭祯祥 主编

责任编辑: 侯玉周

文字编辑: 温建斌

责任校对: 凌亚男

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12½ 字数 335 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7 5025-3458-X/TS·42

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

农产品现代加工技术丛书

《小麦加工技术》编写人员

主 编 郭 祯 祥

副主编 王 晓 曦 毛 广 卿

赵 仁 勇 温 纪 平



前 言

小麦是全球性谷物，也是人类赖以生存的最宝贵资源之一。我国小麦年总产量 1.15 亿吨左右，占世界年总产量大约 20%。为了迎接我国加入 WTO 后，小麦加工业所面临的机遇与挑战，生产企业必须以科技为先导，进一步合理利用小麦资源、努力降低生产成本、提高参与市场竞争力。

《小麦加工技术》是编者根据多年来教学、科研与生产实践经验，结合近几年国内外制粉工业大量科技成果与文献资料编写而成的。本书在简要介绍小麦及其产品、副产品理化特性的基础上，全面阐述小麦加工全过程。为了增强本书的实用性，书中还详尽叙述各主机设备的操作、维护及常见故障的排除方法。

全书共分十章，分工如下：王晓曦编写第九章、第十章，毛广卿编写第二章、第四章，赵仁勇编写第一章、第七章，郭祯祥编写第八章，温纪平编写第三章、第五章、第六章。全书由朱永义教授主审。

本书编写工作中，得到郑州工程学院诸多领导与专家教授的指导与帮助，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在此深表谢意。

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 年 11 月

内 容 提 要

本书在简要介绍小麦及其产品、副产品理化特性的基础上，全面阐述小麦加工全过程。为了增强本书的实用性，书中还详尽叙述影响制粉工艺效果的主要因素和各主机设备的操纵、维护及常见故障的排除方法。

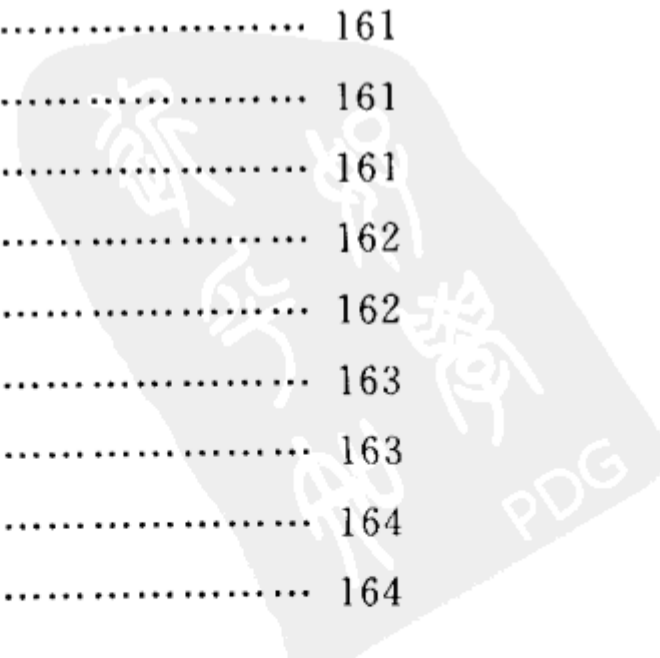
本书可作为广大谷物科学与工程科技工作者的参考书，更是面粉厂工程技术与管理良师的益友。本书也可供相关院校师生参考。



目 录

第一章 小麦、小麦粉及副产品	1
第一节 小麦的分类及子粒结构	1
一、小麦的分类	1
二、小麦的质量标准	2
三、小麦的子粒结构	3
第二节 小麦的理化特性	5
一、小麦的物理特性	5
二、小麦的化学特性	14
第三节 小麦粉的分类	37
一、通用小麦粉	37
二、专用小麦粉	38
第四节 小麦加工副产品	43
一、麸皮的化学成分及应用	43
二、小麦胚的化学成分及应用	43
第二章 小麦的清理	46
第一节 除杂与分级	46
一、概述	46
二、筛选	48
三、风选	72
四、比重分选	79
五、精选	91
六、磁选	105
第二节 表面清理	110
一、打击与撞击	111
二、表面清洗	115
三、碾削清理	121
四、擦刷	126

第三章 小麦的水分调节与搭配	128
第一节 小麦的水分调节	128
一、水分调节的基本原理	128
二、水分调节的作用	129
三、水分调节的方法	130
四、影响水分调节的因素	131
五、最佳入磨水分和实际润麦时间	134
六、水分调节设备	135
七、润麦仓	145
第二节 小麦的搭配	148
一、搭配目的与搭配方案制订	148
二、搭配的应用	151
三、典型搭配设备	152
第四章 小麦清理流程	157
第一节 概述	157
第二节 小麦清理流程设计的依据	158
一、入磨净麦的质量标准	158
二、小麦的品质和含杂情况	159
三、工厂规模	159
四、设备条件	159
五、其他条件	159
第三节 小麦清理流程的组合原则	159
一、筛选	160
二、打麦与刷麦	160
三、磁选	161
四、风选	161
五、精选	161
六、洗麦和润麦	162
七、去石与分级	162
八、麦仓、麦柜的设置	163
九、称重	163
十、小麦搭配	164
第四节 小麦清理流程设计的内容和方法	164



一、小麦清理流程设计的步骤	164
二、设备的图形符号及清理流程图	165
三、流程设计举例	165
第五节 下脚整理	171
一、下脚整理的目的	171
二、下脚处理的方法	171
第五章 研磨	173
第一节 概述	173
一、在制品的分类	173
二、研磨过程中各系统的作用	181
三、研磨工艺效果的评定	182
四、研磨的基本方法和原理	184
第二节 辊式磨粉机	185
一、磨粉机的分类	186
二、磨粉机的主要构件	186
三、典型磨粉机的主要技术参数	198
四、辊式磨粉机的操作	199
第三节 影响研磨工艺效果的因素	200
一、小麦的工艺品质	200
二、磨辊表面技术特性	202
三、磨辊的圆周速度和速比	210
四、轧距	212
五、研磨区域长度	212
六、磨粉机的喂料方法	213
七、磨粉机的单位流量	214
八、磨辊的吸风与清理	215
第四节 辅助研磨设备	215
一、松粉机	215
二、撞击磨	219
第六章 筛理	223
第一节 概述	223
一、各系统物料的筛理特性	223
二、筛理工作的要求	224

三、平筛筛理工艺效果的评定	225
第二节 高方平筛	226
一、高方平筛的结构	226
二、高方平筛筛路	239
三、典型设备	244
四、高方平筛的操作维护与故障排除	249
第三节 双筛体平筛	250
第四节 影响平筛筛理效果的因素	252
一、物料的筛理特性	252
二、环境因素	252
三、筛路的组合及筛网配置	252
四、筛面的工作状态	253
五、平筛的工作参数	253
六、流量	253
第五节 辅助筛理设备	254
一、皮磨粗筛	254
二、振动圆筛	255
三、打麸机	256
第七章 清粉	259
第一节 概述	259
一、粗粒与粗粉的理化特性	259
二、清粉工艺效果的评定	260
第二节 清粉机	262
一、清粉机的工作原理	262
二、清粉机主要构成部件	263
三、典型清粉设备	267
第三节 影响清粉机工艺效果的因素	272
一、筛理物料的特性	272
二、清粉机的运动参数	272
三、筛面的工作状态	273
四、筛网配置	273
五、流量	273
六、风量	274

第八章 小麦制粉流程	275
第一节 概述	275
一、粉路设计的原则	275
二、常用制粉方法	276
第二节 皮磨系统	278
一、皮磨系统的作用	278
二、皮磨系统的道数和磨辊接触长度	278
三、皮磨系统的流程	278
四、皮磨系统磨辊的技术参数	280
五、皮磨系统的操作指标	280
六、粗粒、粗粉以及面粉的数量和质量	282
第三节 渣磨系统	284
一、渣磨系统的作用	284
二、渣磨系统的道数和磨辊接触长度	284
三、渣磨系统的流程	284
四、渣磨系统磨辊的技术参数	288
五、渣磨系统的操作指标	288
第四节 清粉系统	288
一、清粉的作用	288
二、清粉机筛号的配置	289
三、清粉系统的流程	289
四、清粉机的单位流量	290
第五节 心磨系统	290
一、心磨和松粉机的作用	290
二、心磨系统的道数和磨辊接触长度	291
三、心磨系统的流程	291
四、心磨系统磨辊的技术参数	293
五、心磨系统的操作指标	293
第六节 粉路举例与分析	294
一、简化物料分级的制粉工艺	294
二、物料分级适中的制粉工艺	307
三、强化粉路的制粉工艺	309
四、简化粉路的制粉工艺	326

第九章 面粉后处理	334
第一节 面粉后处理设备	334
一、杀虫机	334
二、振动卸料器	335
三、面粉混合机	338
四、微量元素添加机	341
第二节 面粉的收集与配制	341
一、面粉的收集	341
二、面粉的配制	342
第三节 面粉的修饰与强化	342
一、面粉的修饰	342
二、面粉的营养强化	344
第四节 面粉后处理工艺	348
第十章 面粉厂的生产管理与技术测定	349
第一节 面粉厂的生产技术管理	349
一、面粉厂的生产工艺效果及影响因素	349
二、清理设备的操作检查	352
三、制粉生产的监测	354
四、最佳制粉效果的技术管理	356
第二节 制粉工艺技术测定	361
一、技术测定的内容	361
二、技术测定的准备工作	362
三、测定工作方法和注意事项	365
四、有关项目的测定操作方法和计算方法	366
五、整理测定资料和分析总结	373
主要参考文献	383



第一章 小麦、小麦粉及副产品

小麦是世界上主要粮食作物中最重要的一种，加工成小麦粉可以制成各种食品。虽然各国食用面粉的消费量不尽相同，但仍是人类生活中价廉而重要的食物。小麦在制粉时，除产生小麦粉外，还有副产品：麸皮、次粉和小麦胚。

第一节 小麦的分类及子粒结构

一、小麦的分类

普通栽培小麦一般按播种期、皮色和粒质进行分类。

按国家标准（GB 1351—1999）规定：我国小麦根据皮色、粒质和播种季节分为九类。

（1）白色硬质冬小麦 种皮为白色或黄白色的麦粒不低于90%，角质率不低于70%的冬小麦。

（2）白色硬质春小麦 种皮为白色或黄白色的麦粒不低于90%，角质率不低于70%的春小麦。

（3）白色软质冬小麦 种皮为白色或黄白色的麦粒不低于90%，粉质率不低于70%的冬小麦。

（4）白色软质春小麦 种皮为白色或黄白色的麦粒不低于90%，粉质率不低于70%的春小麦。

（5）红色硬质冬小麦 种皮为深红色或红褐色的麦粒不低于90%，角质率不低于70%的冬小麦。

（6）红色硬质春小麦 种皮为深红色或红褐色的麦粒不低于90%，角质率不低于70%的春小麦。

（7）红色软质冬小麦 种皮为深红色或红褐色的麦粒不低于90%，粉质率不低于70%的冬小麦。

（8）红色软质春小麦 种皮为深红色或红褐色的麦粒不低于

90%，粉质率不低于70%的冬小麦。

(9) 混合小麦 不符合(1)~(8)各条规定的小麦。

二、小麦的质量标准

GB 1351—1999 国家标准《小麦》规定，各类小麦按体积质量分为五个等级。体积质量相差 $20\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 降一个等级。小麦质量指标见表 1-1。

表 1-1 小麦质量指标

等级	容重/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	不完善粒/%	杂质/%		水分/%	色泽、气味
			总量	其中矿物质		
1	≥ 790	≤ 6.0				正常
2	≥ 770	≤ 6.0				
3	≥ 750	≤ 6.0	≤ 1.0	≤ 0.5	≤ 13.5	
4	≥ 730	≤ 8.0				
5	≥ 710	≤ 10.0				

注：水分含量大于表中规定的小麦的收购，按国家有关规定执行。

小麦赤霉病粒最大允许含量为 4.0%，单粒赤霉病项目，按不完善粒归属。

小麦赤霉病粒超过 4.0% 的，是否收购，由省、自治区、直辖市规定，收购超过规定的赤霉病麦，要就地妥善处理。

黑胚小麦，由省、自治区、直辖市规定是否收购或收购限量。收购的黑胚小麦就地处理。卫生检验和植物检疫按照国家有关标准和规定执行。

优质小麦中强筋小麦的分类与质量标准见 GB/T 17892—1999、优质小麦中弱筋小麦的分类与质量标准见 GB/T 17893—1999。

不完善粒是指受到损伤但尚有价值的颗粒。包括如下几种。

① 虫蚀粒 被虫蛀蚀，伤及胚或胚乳的颗粒。

② 病斑粒 粒面带有病斑，伤及胚或胚乳的颗粒。其中，赤霉病粒：子粒皱缩，呆白，有的粒面呈紫色，或有明显的粉红色霉状物，间有黑色子囊壳；黑胚粒：子粒胚部呈深褐色或黑色的颗粒。

③ 破损粒 压扁、破损，伤及胚或胚乳的颗粒。

④ 生芽粒 芽或幼根突破种皮不超过本颗粒长度的颗粒，芽或幼根虽未突破种皮但已有芽萌动的颗粒。

⑤ 霉变粒 粒面生霉或胚乳变色变质的颗粒。

三、小麦的子粒结构

(一) 小麦子粒的形态特征

小麦子粒的外形如图 1-1 所示，因为小麦的穗轴韧而不脆，脱粒时颖果很容易与颖分离，所以收获所得的小麦子粒是不带颖的裸粒。

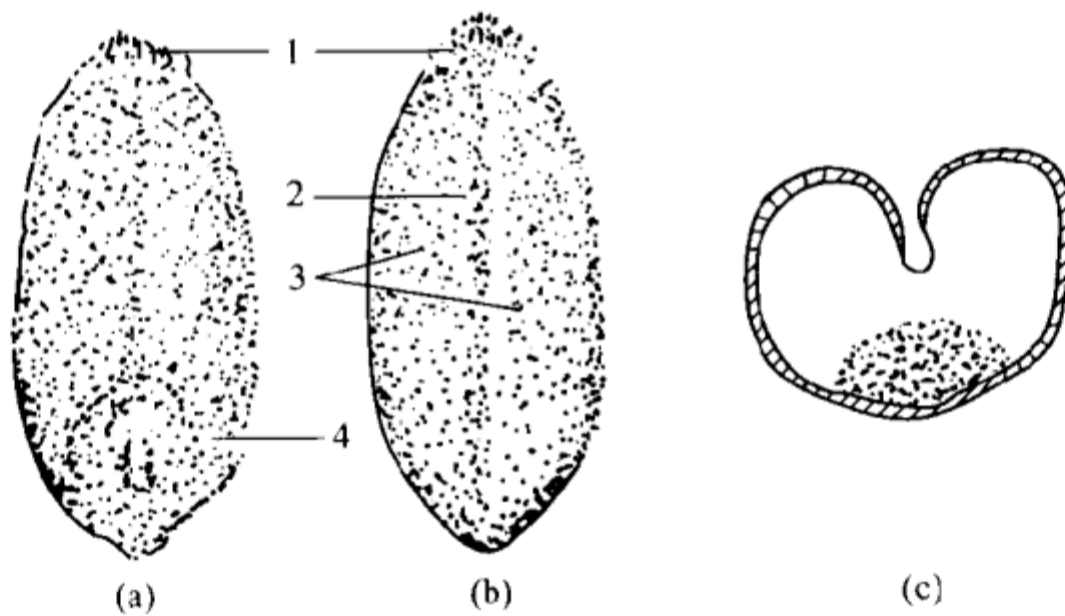


图 1-1 小麦子粒的外形

(a) 背面；(b) 腹面；(c) 横切面

1—麦毛；2—腹沟；3—果颊；4—胚

小麦子粒的顶端生长着茸毛（称麦毛），下端为麦胚，胚的长度约为子粒长度的 $1/4 \sim 1/3$ 。在有胚的一面称为麦粒的背面，与之相对的一面称为腹面。麦粒的背部隆起呈半圆形，腹面凹陷，有一沟槽称为腹沟，其深度随小麦品种及生长条件的不同而异。腹沟的两侧部分称为颊，两颊不对称。

小麦子粒的形状大致可分为长圆形、椭圆形、卵圆形和圆形几种，但其腰部断面形状都呈心脏形。

(二) 小麦子粒的结构

小麦子粒在解剖学上分为三个部分，即麦皮、胚乳和胚。

1. 麦皮

麦皮分为果皮和种子果皮，在制粉工艺学上又将果皮分为表

皮、外果皮和内果皮；将种子果皮分为种皮、珠心层和糊粉层共六层组织。

表皮：为果皮的最外层，由几排与麦粒长轴平行分布的长方形细胞组成，细胞壁很厚，有孔纹，外表面角质化，染有稻秆似的黄色。麦粒顶端的表皮细胞为等径多角形，其中有一些突出为麦毛。

外果皮：由几层薄壁细胞组成，紧贴表皮的一层形状与表皮相似，另外1~2层细胞多少被压成不规则形。

内果皮：由一层横向排列整齐的长形厚壁细胞和一层纵向分散排列的管状薄壁细胞组成。麦粒发育初期细胞内含有叶绿素。

成熟的麦粒果皮细胞厚度为40~50 μm 。

种皮：由两层斜长形细胞组成，极薄。外层细胞无色透明，称为透明层；内层为色素细胞组成，为色素层。如果内层无色，则麦粒呈白色或淡黄色，为白麦；如果含有红色或褐色素，则麦粒呈红色或褐色，为红麦。种皮厚度为10~15 μm 。

珠心层：由一层不甚明显的细胞组成，其细胞的内外壁挤贴在一起形成一薄膜状，极薄，与种皮和糊粉层紧密结合不易分开，在50℃以下不易透水。

糊粉层：由一层较大的方形厚壁细胞组成，胞腔内充满深黄色的糊粉粒。细胞壁极韧，易吸收水分，放入水中瞬间即涨大。糊粉层厚度为40~70 μm 。

淀粉细胞：糊粉层以内为淀粉细胞，近乎横向排列，内含淀粉粒。细胞体较大，壁薄，横切面呈多面体，因含有淀粉而呈白色或略黄的玻璃色彩。胚乳细胞中充满着大小和形状各异的淀粉颗粒，小粒近似球形、粒径2~9 μm ，中等颗粒为9~18 μm ，大粒为扁豆形、粒径18~50 μm 。从糊粉层到胚乳中心，小粒淀粉的相对数量逐渐减少，而大粒淀粉的数量增加。

2. 胚乳

胚乳基本上有两种不同的结构。如果胚乳细胞内的淀粉颗粒之间被蛋白质所充实，则胚乳结构紧密，颜色较深，断面呈透明状，称为角质胚乳即硬质麦粒；如淀粉颗粒及其与细胞壁之间具有空