

当代食品生产技术丛书

粮食加工

第二版

李则选 金增辉 编



化学工业出版社

当代食品生产技术丛书

粮 食 加 工

第二版

李则选 金增辉 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

粮食加工/李则选, 金增辉编. 二版. —北京: 化学工业出版社, 2004. 9
(当代食品生产技术丛书)
ISBN 7-5025-6143-9

I. 粮… II. ①李…②金… III. 粮食加工
IV. TS21

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第 097795 号

当代食品生产技术丛书

粮 食 加 工

李则选 金增辉 编

责任编辑: 王秀琴 王斌

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 于剑峰

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

化学工业出版社印刷厂印刷

化学工业出版社印刷厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11 字数 299 千字

2005 年 1 月第 2 版 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6143-9/TS·202

定 价: 28.00 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

前 言

原粮的加工食用是古老的技术，随着社会科学技术的发展，现已成为现代化工业之一。由于加工设备的升级换代，工艺的不断革新，使成品粮的品种不断增加，质量不断提高。

原粮的加工食用以小麦和稻谷为主，在改革开放，经济多元化发展的形势下，我国小麦制粉工业，稻谷碾米工业得以迅速发展，现在在进行新一轮的设备更新和技术改造，向规模化、集约化方向发展，同时增加成品的花色品种，开展综合利用，适应人们对食品的高品质，多样化和安全卫生方面的要求，同时企业得到更好的经济效益。

小麦和稻谷的加工，所用原粮都要除杂，设备大体相似，但由于其子粒的结构和性状不同，小麦通过磨筛、分出皮层，成为粉状食用；稻谷则要除去外壳、碾去皮层、尽量保持完整的粒状食用，因此是两种不同的加工技术体系，但其技术的进展和趋势相似，并有相互渗透、互补发展之势，如原粮的调质、成品的后处理等。

本书在小麦粉的生产技术中讲述了小麦粉磨粉前的准备，通用小麦粉的生产技术，各种专用小麦粉的生产技术以及小麦胚芽和麸皮的加工利用等；大米生产技术中讲述了稻谷的粗加工和现代碾米技术以及操作要点等。在这次修订中更增加了无公害米面、绿色米面、有机米面的加工和质量控制，市场准入制等内容；在附录中收集了常用的各种筛网规格和有关的国家标准和行业标准以及有关法律法规。使本书能提供更多的新颖而实用的信息，以适应当前米面行业激烈竞争中进行整合的需求。

本书可供粮食企业的技术人员、管理人员阅读，也可供科研院所，大专院校工程技术人员、教学人员参考。本书第一章由李则选、李伟编写；第二章由金增辉、金增英编写；第三章由李则选、

金增辉编写。全书的修订由杜仲镛先生主审。鉴于编者水平有限，
本书不当之处在所难免，望读者多提宝贵意见。

编者

2004 年 8 月

目 录

第一章 小麦粉生产技术	1
第一节 概述	1
第二节 小麦磨粉前的准备	3
一、小麦子粒的结构	3
二、我国小麦的分类和品质	4
三、小麦的除杂	8
四、小麦的调质	14
五、小麦的混配	17
六、小麦清理的工艺流程	18
第三节 通用小麦粉的生产技术	23
一、通用小麦粉的质量和等级标准	23
二、制粉设备	24
三、通用小麦粉的制造工艺	48
四、制粉设备和工艺的简洁化	63
五、制粉效果和成品质量的管理	77
第四节 专用小麦粉的生产技术	80
一、发展和生产专用小麦粉的基础	81
二、专用小麦粉生产的工艺技术	81
三、专用小麦粉的品质要求和质量标准	84
四、专用小麦粉生产中的混配工作	89
五、小麦粉添加剂的应用	103
六、专用小麦粉的质量管理	115
七、专用小麦粉的研制和发展	116
第五节 小麦粉的营养强化	135
一、小麦粉营养强化的必要性和可行性	135
二、我国小麦粉的营养强化	137

三、小麦粉营养强化的有关法规	139
四、营养素的添加技术及其对粉质的影响	141
第六节 小麦胚芽和麸皮的加工利用	142
一、胚芽的加工利用	143
二、麸皮的加工利用	155
第二章 大米生产技术	162
第一节 概述	162
第二节 稻米的粗加工	164
一、米品体系与质量标准	164
二、工艺过程	165
三、主要生产设备	168
四、小型成套碾米设备	196
五、工艺流程的组合	199
第三节 现代碾米技术	204
一、复式去石	204
二、复式选糙	211
三、糙米精选提纯	213
四、分级加工	216
五、混合配制	221
六、多机碾白、分层碾磨	223
七、喷风碾米与喷湿碾米	225
八、冷湿精磨与热湿上光	230
九、喷吸-喷涂	235
十、着水调质	239
十一、色选	242
第四节 稻米精加工	247
一、稻米精加工产品体系与技术开发途径	247
二、不淘洗米的加工技术	250
三、营养米与强化米的加工	259
四、食性改良化大米的加工	275
五、特色化大米的加工	283

六、小包装及其大米的保鲜技术	293
七、不淘洗米的后处理及其两次加工的工艺组合	295
第三章 小麦粉、大米的安全保障及其质量控制	300
第一节 小麦粉、大米的污染途径及其安全管理	300
一、小麦粉、大米的污染途径	300
二、小麦粉、大米的质量安全管理	301
三、无公害小麦粉与无公害大米	303
四、绿色小麦粉与绿色大米	309
五、有机小麦粉与有机大米	317
第二节 小麦粉、大米的质量保证和市场准入	322
一、全面质量管理	323
二、ISO 9000 系列质量体系标准	326
三、市场准入制	331
附录	336
附录 1 常用的各种筛网规格	336
附录 2 小麦、稻米加工的国家标准和行业标准	339
附录 3 食品及食品添加剂行业涉及的法律法规	340
参考文献	342

第一章 小麦粉生产技术

第一节 概 述

小麦的种植在我国已有四千多年的历史，现今种植面积约 4.5 亿亩，约占世界平均年产量的 18.5%，由于品种需求等关系，略有进口。

小麦营养丰富，含有独特的能构成面筋的蛋白质，其加工成的小麦粉能做成多种食品，尤其在现今人们生活水平提高，食品工业发展的情况下，小麦制粉业得以快速增长，也促进了加工技术的发展。

小麦在远古就被捣杵食用，其后发展为片式的石磨加工。由于商品经济的发展，出现了加工小麦的磨坊。我国在晋代就出现了利用水力驱动的石磨磨坊。18 世纪，匈牙利人首创辊式磨粉机后就逐步实现了机械化连续生产，形成了现代的面粉工业。我国自改革开放后，引起了一些先进的设备和工艺，消化吸收并有创新，面粉工业发展很快，现已进入世界先进之列。

小麦粉生产技术的目标，是以合适的小麦为原料，生产出符合市场需求的小麦粉。其要求是使用先进、适用而简洁的设备和工艺，提高小麦出粉率，降低能耗，增加适销品种，有条件地开展综合利用，以求得最大的经济效益。

为达到以上目标首先要采购合适的小麦。我国小麦标准已经调整、修订，重视小麦的内在品质要求，并已制订了优质强筋小麦、弱筋小麦的标准，扩大了优质小麦的种植面积，但在加工前还是要做好入机小麦的清理、调质和混配工作，使其达到制粉工艺要求。

由于小麦子粒内部胚乳各部位的品质不同并逐步研磨成粉，故就能形成不同品质的小麦粉。生产通用小麦粉时，可按生产规模、小麦品质、成粉要求，选用合适的设备组成特定的工艺流程，把各个阶段的成粉，按小麦粉的国家标准，归并成几种等级的小麦粉，如全部合并在一起，就称为统粉。

专用小麦粉是相对通用小麦粉而言的。由于人们生活水平的提高，食品工业的发展，各制粉企业正在调整产品结构，生产食品专用小麦粉。据统计，全国特二粉的比例从 1996 年的 39.2% 下降到 2002 年 27.2%，而各种食品专用粉由 4.1% 上升到 11.4%。

在通用小麦粉生产的较完善基础上可生产专用小麦粉，可以用优质小麦生产相应的某些专用粉；可在制粉过程从某些粉流中提取专用小麦粉；可以用成粉混配成专用小麦粉，当然最好有小麦粉后处理系统或称精加工系统，能有更多的品种，并使粉质稳定。当某些品质尚不符合某种专用粉的要求时可依法合理、有效地使用相应的面粉添加剂，对粉质加以修饰。

小麦在加工过程中为求粉质的白纯，不免损失某些原生营养素，故好多国家的小麦粉均有强化其营养的措施，我国根据公众营养素摄入量情况的调查，已研究生产营养强化面粉，已有“7+1 营养强化小麦粉配方”和其他特殊人群所需营养小麦粉的研制生产。

各国的食品生产正在向无污染、无公害、安全、优质、卫生方向发展。我国 2002 年有了绿色食品小麦粉的农业行业标准（A 级），要求粮食加工企业选用无公害原料，适宜的生产环境（厂址、水质、空气等），完善的工艺设备和严密的科学的质量管理系统来生产。

在小麦制粉企业快速增加下，现已出现生产能力过剩，竞争激烈的现象，但小麦精深加工率不到 30%（发达国家平均为 70%~80%），故除发展市场所需的各种专用小麦粉外，生产过程中麸皮和胚芽的综合利用正引起某些企业的关注。

第二节 小麦磨粉前的准备

小麦在磨粉前要做的准备工作，包括小麦的除杂、调质和混配，要使用特定的设施和设备，组成适当的工艺流程，使符合入磨制粉的要求。这些工作也统称为清理，在面粉厂主车间的清麦间内完成。由此才可以有效地利用小麦、稳定生产、提高小麦粉的品质和出粉率，获得较好的制粉效益。

一、小麦子粒的结构

小麦子粒的结构如图 1-1 所示。

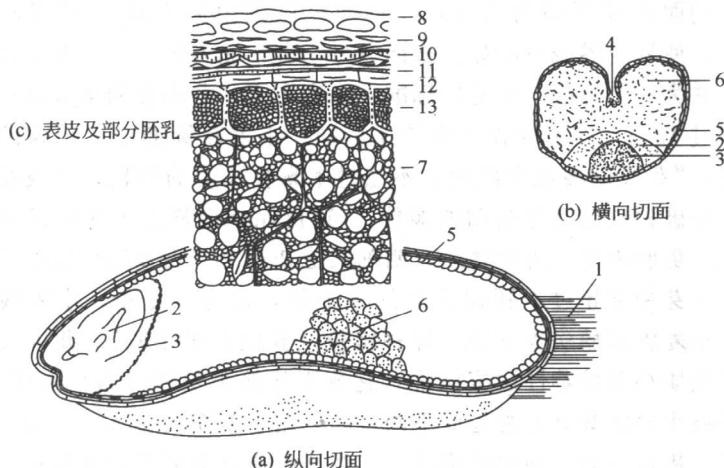


图 1-1 小麦子粒结构示意图

- 1—麦毛；2—胚鞘；3—盾片；4—腹沟；5—麦皮；6—胚乳；7—外层胚乳的细胞；
8—表皮；9—横断细胞；10—内表皮；11—种皮；12—珠心层；13—糊粉层

小麦子粒因有腹沟故不易清理、且皮层粘连，故只能逐步研磨粉碎、经筛分而得到以胚乳为主的小麦粉，所剩的称为麸皮。胚芽易脱落，粉碎入麸皮或入小麦粉中，或可提出一部分。果皮易吸水，故小麦经润湿调质后可碾去一些麦皮，但不可能得到纯胚乳粒。胚乳细胞由淀粉和蛋白质构成，但它的组分由中心到外层有所

不同，且在制粉过程中不免有细碎麦皮（麸星）进入小麦粉中，故在制粉过程时可形成不同品质的小麦粉。

二、我国小麦的分类和品质

在小麦制粉前必需按所需加工小麦粉的品种，选用不同类别和品质的小麦，根据其皮色、含杂和角质率等不同，做好除杂，调质及混配工作，或在工艺上作必要的调整。生产专用小麦粉时，更应选用适用的优质小麦。

1999 年底我国对 1986 年颁布实施的小麦标准进行了修订和调整，注重了其内在品质的要求，分类更合理，定义更科学。

在分类标志方面除皮色和粒质外增加了播种季度，因其关系到生长期而形成不同的品质，还将同色比例由原来的 70% 提高到 90%，使划分界线更明显。把南方冬小麦，北方冬小麦，春小麦标准合并为一个标准。小麦新标准中将春小麦，冬小麦的水分修订为不超过 12.5%，不因收获季节而不同。小麦新标准中发芽粒的定义为：“芽或幼根虽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已有芽萌动的颗粒。”这比原标准概念更明确而易于掌握。更明确泥土为矿物质，明确其他杂质为“无食用价值的小麦粒，生芽中芽超过本颗粒长度的小麦粒，毒麦，麦角，小麦线虫病，小麦腥黑穗病等麦粒，异种粮粒及其他有机杂质”。此外又制定了优质小麦推荐性国家标准，它分为强筋小麦和弱筋小麦两种，在普通小麦的基础上为适应不同食品专用小麦粉的要求，增加了降落值、粗蛋白质、面团稳定时间、烘焙品质评分值等质量项目。

1. 小麦的分类标准

根据修订后小麦国家标准（GB 1351—1999），根据小麦的皮色、粒质和播种季节不同，划分为九类。

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%，角质率不低于 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%，角质率不低于 70% 的春小麦。

⑨ 混合小麦：不符合以上规定的小麦。

各类小麦按容重分为五等，低于五等的小麦为等外小麦，等级指标及其他质量指标见表 1-1。

表 1-1 小麦质量指标

等级	容重/(g/L)	不完善粒/%	杂质/%		水分/%	色泽、气味
			总量	其中：矿物质		
1	≥790	≤6.0	≤1.0	≤0.5	≤12.5	正常
2	≥770	≤6.0				
3	≥750	≤6.0				
4	≥730	≤8.0				
5	≥710	≤10.0				

小麦赤霉病粒最大允许含量为 4.0%，黑胚小麦应就地处理。

我国为促进小麦种植结构的调整，在 GB 1351—1999《小麦》的基础上制定了“优质小麦 强筋小麦”（GB/T 17892—1999），“优质小麦 弱筋小麦”（GB/T 17893—1999）的国家标准，均增加了小麦的特性指标，为小麦加工成各种专用小麦粉提供了依据和方便。根据以上标准，优质小麦及其小麦粉的品质指标见表 1-2。

表 1-2 优质小麦及其小麦粉的品质指标

项 目			强筋小麦		弱筋小麦
			一等	二等	
籽粒	容重/(g/L)		≥770		≥750
	水分/%		≤12.5		≤12.5
	不完善粒/%		≤6.0		≤6.0
	杂质/%	总量	≤1.0		≤1.0
		矿物质	≤0.5		≤0.5
	色泽、气味		正常		正常
	降落值/s		≥300		≥300
小麦粉	粗蛋白质/(% (干基))		≥15.0	≥14.0	≤11.5
	湿面筋/(% (14%水分基))		≥35.0	≥32.0	≤22.0
	面团稳定时间/min		≥10.0	≥7.0	≤2.5
	烘焙品质评分值		≥80		

强筋小麦的角质率不低于 70%，加工成的小麦粉筋力强，适合于制作面包等食品；弱筋小麦粉质率不低于 70%，加工成的小麦粉筋力弱，适合于制作蛋糕和酥性饼干等食品。2003 年我国优质小麦的播种面积已占 38%，计 $800 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

2. 小麦的品质

小麦品质受产地降雨量、温度、日照和海拔等生态环境以及土壤类型、质地和肥力水平的影响，在相同的条件下，小麦的遗传特性是小麦品质优劣的关键因素，故此我国于 2001 年制订了小麦品质区划方案（试行），它分为北方强筋、中筋冬麦区；南方弱筋、中筋冬麦区和中筋、强筋春麦区。各制粉企业在选购小麦时亦应加以注意。

据 1995 年农业部组织对国内部分小麦评测的品质数据见表 1-3。

近期我国农业部门用 100 份冬小麦品种和 41 份春小麦品种研究了我国小麦磨粉品质现状及其与籽粒性状的相关性，用荔星

表 1-3 国内种植的部分小麦品质

品 种	湿面筋/%	吸水率/%	稳定时间/min	面包评分
罗布林(加拿大)	37.9	62.1	20	95.0
商品加麦(对照)	32.9	61.0	13.2	85.2
钢 82-122	45.6	61.5	17.8	92.0
高优 503	34.0	59.2	13.0	87.6
中优 16	40.1	61.2	10.9	94.8
PH85-1-6	31.4	58.5	7.0	78.5
饼干粉(对照)	17.1	54.2	1.5	
皖麦 18	24.5	53.0	1.5	
丰优 5 号	24.6	52.9	1.0	
龙麦 21	25.1	53.5	1.0	

2 号/豫麦 2 号和 85 中 33/豫麦 49 等 2 个组合磨制 3 号粉的出粉率和遗传规律。结果表明, 品种间出粉率差异大, 冬小麦变幅为 65.6%~77.2%, 麦间为 62.7%~75.9%。冬麦品种以北部冬麦区出粉率最高, 长江中下游冬麦区出粉率最低; 面粉白度与之相反, 以长江中下游冬麦区最好, 北部冬麦区小麦粉白度最差。冬麦品种出粉率与容重和硬度呈极显著正相关, r 值为 0.39 和 0.49, 面粉白度和硬度呈极显著负相关, r 值为 -0.44; 春麦品种出率与籽粒蛋白质呈极显著负相关, r 值为 -0.52, 面粉白度和硬度呈现极显著负相关, r 值为 -0.35, 面粉灰分和硬度呈极显著正相关, r 值为 0.49。出粉率受多种基因控制, 广义遗传率 45%~60%。

此项研究结果与制粉工作者的历年经验是一致的, 为此, 在小麦磨粉前要根据成品粉的要求做好小麦的除杂、调质和混配工作。

我国长江中下游地区适合于弱筋小麦生产的生态条件, 已育成了多种优质专用弱筋小麦的品种, 其品质指标见表 1-4。

在专用小麦粉的生产中往往要搭配一些进口小麦, 国外商品小麦的品质也因各年度、各地区和各类型而不同, 据 1993~1995 年的一些检测报告, 品质情况如表 1-5。

表 1-4 5 个弱筋小麦品种的品质指标

品 种 系	容重 (g/L)	粗蛋白 干基/%	湿面筋 14% 湿基/%	沉降值 /mL	降落值 /s	形成时间 /min	稳定时间 /min
宁麦 9 号	785	10.6	19.3	26.0	323	1.5	1.5
扬麦 9 号	779	10.9	21.8	17.1	360	1.4	1.4
扬麦 13		11.7	22.0	17.9		1.5	2.0
扬辐麦 2 号		11.05	18.9	22.8		1.0	1.3
皖麦 48	790	11.23	23.3	13.0		1.4	0.9
酥性饼干理想值	750	≤10	22~26	<30	≥150	<2.0	≤2.5
发酵饼干理想值	750	≤10	24~30	<30	250~300	<2.0	≤3.5
优质弱筋小麦指标	≥750	≤11.5	≤22		≥300		≤2.5

注：饼干小麦理想指标值摘自 SB/10140—93；优质弱筋小麦指标摘自 GB/T 17892—1999。

表 1-5 国外商品小麦的品质

国 家	类 别	湿面筋 /%	吸水率 /%	形成时间 /min	稳定时间 /min	面包体积 /mL
加拿大	加西部红春麦	35.3	64.8	4.0	8.0	790
	加平原红小麦	30.1	58.8	4.5	6.5	655
	加西部软白麦	30.6	54.3	1.25	1.0	饼干用
美国	美硬红春麦	36.2	65.0	9.2	14.3	880
	美硬红冬麦	33.1	60.7	6.5	13.0	747
	美软白麦	24.8	53.6	1.8	4.1	饼干用
澳大利亚	澳优质硬麦	34.0	62.5	5.2	5.8	750
	澳标准白麦	25.0	61.6	3.5	5.0	640
	澳西部软麦	18.0	54.3	1.0	1.8	饼干用
法国	面包用高级小麦	25.3	57.6	2.0	12	面包用
	饼干用小麦	25.4	53.6	1.5	2.5	饼干用

三、小麦的除杂

小麦在收割和运输过程中不免带有杂质，故必须清除，还要清理小麦子粒表面，包括腹沟内附有的沙泥、病菌等污物。

1. 小麦除杂的原理和方法

小麦除杂，是根据小麦（子粒）与其夹杂物物理性质的不同，

确定其方法和设备。小麦及其夹杂物的物理特性见表 1-6。

表 1-6 小麦及其夹杂物的物理特性

名 称	粒 度/mm			密度 /(g/cm ³)	千粒重 /(g/千粒)	容重 /(t/m ³)	悬浮速度 /(m/s)
	长	宽	厚				
小麦	4.8~8.0	1.6~4.0	1.5~5.3	1.2~1.5	20~40	0.76	0.9~11.5
不饱满小麦				小于正常 麦粒	小于正常 麦粒	小于正常 麦粒	5.5~7.6
虫蚀麦				小于正常 麦粒	小于正常 麦粒	小于正常 麦粒	7.3~9.5
燕麦	8.0~18.6	1.4~4.0	1.0~4.0	1.2~1.4	20~42	0.45	8.0~9.0
大麦	7.0~14.6	2.0~5.0	1.2~4.5	1.2~1.4	31~51	0.65	8.4~10.8
荞麦	4.2~6.2	2.8~3.7	2.4~3.4	0.85~1.25	21	0.72	7.8~9.0
荞子	2.0~4.0	2.0~3.8	1.6~3.0	1.1~1.3	10~16	0.64	6.5~8.5
豌豆	4.0~8.8	4.0~9.0	3.0~9.0	1.40	135	0.83	15~16
麦壳	约 9	约 3.5	约 2.5	约 0.74			1.5~2.0
并肩石	与正常麦 粒相似	与正常麦 粒相似	与正常麦 粒相似	约 2.6	约 60	1.27	>11

据此可由筛理设备，利用小麦子粒与杂质宽度、厚度的不同，用不同筛孔的筛网来清除杂质；由风选设备，利用小麦子粒与杂质悬浮速度的不同，用特定的气流来除去轻杂和不完善粒；由密度的不同，用特定的筛网和气流来除去其中的石子等杂质，也可把小麦分成轻重二级；此外，还可由导磁性的不同，用磁钢来除去麦中铁、钴、镍等磁性金属物；用打、刷、擦等方法，除去小麦子粒表面及其腹沟内的沙泥、病菌等，还有利用长度和形状不同来分离的精选设备等。现今还可利用色泽的不同来分离杂质。

2. 小麦除杂的设备

(1) 风选设备 风选设备有垂直吸风道，有将空气循环使用的循环风分离机，有将空气中带有的轻杂使之分离从而提高其后空气净化设备效能的预吸风分离器。

如 TFZD 垂直吸风道，有多种型号，风道宽在 50~150mm，动力 0.2kW，产量 3.3~17.7t/h，风量 21~111m³/min。

(2) 筛理设备 筛理设备有初清筛、振动筛、平面回转筛等。一般在其出口处配用风选设备。