

中国商业高等职业教育研究会统编
21 世纪高等教育系列教材(粮食工程专业)

制粉工艺与设备

彭建恩 主编

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书涉及制粉的原料、各类工艺设备及常用的制粉工艺三个方面的内容,着重介绍原料的特点及其工艺性质、各类工艺设备的结构原理及操作要点、制粉工艺流程的组合规律与基本的设计方法等。本书适合于三年制和五年制粮食工程专业高职高专学生作为教材,也可作为相关技术人员的参考书或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

制粉工艺与设备 / 彭建恩主编 .—成都: 西南交通大学出版社, 2005 9

21 世纪高等教育系列教材 . 粮食工程专业

ISBN 7-81104-149-9

.制... .彭... .面粉 - 粮食加工 - 高等学校: 技术学校 - 教材 .TS211

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 092941 号

Zhifen Gongyi yu Shebei

制 粉 工 艺 与 设 备

彭建恩 主编

*

责任编辑 刘永淑

责任校对 李 梅

封面设计 水木时代(北京)图书中心

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

安徽蚌埠广达印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185mm × 260mm 印张: 19 25

字数: 459 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-149-9/ TS · 040

定价: 29.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

编写说明

近年来,随着我国国民经济的发展,高等职业教育也得以迅速发展。如今,高职教育已成为我国高等教育的一个重要分支。虽然高职教育的目标及其地位已得到社会各界的明确肯定,但由于其发展的时间较短,许多模式仍在探索之中,其中教材建设就是一个突出的问题。

目前,中国商业高等职业教育发展较为迅速,而相应的商业高职教材却未形成体系。由于商业高职教育的教材缺乏,因此许多商业高职院校只能选用本科或大专的教材。尽管目前已经出版了一些匆匆编写的教材,但往往也是本科教材的压缩,未能真正体现高职教育的特点。据此,中国商业高等职业教育研究会根据高职教育的目标和特点,于2002年研究制定了十四个专业的教学计划,并于2003年制定了八个专业共九十五门主干课的教学大纲。从2004年起,中国商业高等职业教育研究会开始组织编写“财务会计”、“市场营销”、“旅游管理”、“电子商务”、“计算机应用”和“粮食工程”六个专业共五十六门主干课的教材(现已陆续出版)。编写这一系列商业高职教材的要求是:教材应充分体现高职教学的特点,以职业岗位要求的专业知识和业务能力来决定课程内容,着重理论的实际应用,不强调理论的系统性、完整性;着重对与职业岗位相关的知识和业务水平进行培养,并加强课程实训;同时,教材编写中应注意中职与高职的差别与衔接,以及高等教学与中等教学的差别。参加这批教材的编写人员,均是从教多年具有丰富教学经验和专业知识的教师,以及工作多年具有丰富实践经验和专业知识的技术人员,从而保证了这批商业高职教材具有相当的专业水准,内容丰富,知识全面、新颖。该书不仅可作为商业高职教材,也可作为相关职业的培训教材以及供相关技术人员阅读。

这一系列的商业高职教材出版后,我们殷切希望各院校在使用过程中不断提出宝贵意见,以使这批教材日臻完善,进一步适应高等职业教育人才培养的需要。

中国商业高等职业教育研究会

2005年9月

中国商业高等职业教育研究会

主 任 钱建文

委 员 (以姓氏笔划为序)

方光罗	王金台	孙瑞新	杜明汉
李明泉	李显杰	沈耀泉	张大成
张百章	张 峰	陆一梁	周锦成
俞吉兴	胡燕燕	曹少华	

前 言

制粉工业是我国现代化工业生产的一部分,由于新工艺、新技术的不断出现及其应用,目前制粉生产工艺与技术已达到较高的水平,因此对广大高职高专、成人高校学生和制粉技术从业人员也提出了新的、更高的要求。

根据制粉工业与教学发展的需求,我们按照中国商业高等职业教育研究会教材委员会的安排,组织国内部分高职院校教师编写了这本《制粉工艺与设备》教材。该书主要涉及制粉的原料、各类工艺设备及常用的制粉工艺等三个方面的内容,着重介绍原料的特点及其工艺性质、各类工艺设备的结构原理及操作要点、制粉工艺流程的组合规律与基本的设计方法等内容。特别是针对一些较重要的、应用较广的原理概念及关键工艺过程的控制方法,进行了较为深入的讲解。书中全新绘制了带有详细标注的插图,以有利于学生学习与理解教学内容。

经审定,本书可作为高职高专、成人高校粮食工程专业教材,同时也可作为制粉技术岗位培训教材。通过本课程的教学,技术工人可以较好地学习现代化的制粉技术,掌握作为制粉厂高级技术工人所要求的知识点与操作要领。为适应技术发展的需求,本教材中也包含有制粉厂技师所要求的主要工艺技术知识。

本教材编写人员及编写分工如下:湖南对外经济贸易职业学院副教授彭建恩主编,负责编写第2、6、7、8章并总纂书稿;山东烟台商务科技职业学院高级讲师王志华编写第4、5、9章;江苏财经职业技术学院讲师顾鹏程编写第2、3、10章;沈阳师范大学职业技术学院讲师梁玮编写第1、11章。

对于书中疏漏、错误之处,敬请广大读者不吝批评指正。

编 者
2005年9月

目 录

绪 论	1
第 1 章 小麦的工艺性质	4
1.1 小麦的种类与结构	4
1.2 小麦的物理与化学性质	7
1.3 常用原料小麦的质量要求	13
实训项目与指导	14
思考与练习	14
第 2 章 原料的清理	16
2.1 原料中的杂质与除杂原理	16
2.2 筛 选	18
2.3 风 选	40
2.4 去 石	43
2.5 磁 选	54
2.6 精 选	58
2.7 小麦的表面清理	67
实训项目与指导	76
思考与练习	77
第 3 章 小麦的水分调节	81
3.1 水分调节的原理	81
3.2 着水设备	83
3.3 润 麦	92
3.4 小麦水分调节工序的控制	97
实训项目与指导	101
思考与练习	101
第 4 章 原料的搭配与流量测控	103
4.1 原料搭配的原理	103
4.2 原料流量测控的原理	104
4.3 流量测控设备	105
4.4 搭配与流量测控工序的控制	112
实训项目与指导	115
思考与练习	115
第 5 章 小麦清理流程	117
5.1 麦路的类型与设计依据	117

5.2	小麦清理流程的组合规律与设计方法	118
5.3	麦路图	123
5.4	麦路的分析与控制	124
	实训项目与指导	128
	思考与练习	128
第6章	小麦及在制品的研磨	129
6.1	制粉的基本规律	129
6.2	研磨效果的评定	131
6.3	研磨工作原理	134
6.4	磨粉机	140
6.5	磨粉机的操作	155
6.6	磨辊的表面处理	158
6.7	松粉机	160
	实训项目与指导	163
	思考与练习	164
第7章	筛理	167
7.1	筛网	167
7.2	平筛	170
7.3	平筛的筛路	181
7.4	平筛的操作与维护	189
7.5	打麸机	192
7.6	圆筛	194
	实训项目与指导	196
	思考与练习	196
第8章	清粉	199
8.1	清粉的目的和原理	199
8.2	清粉机	201
8.3	清粉机的操作与维护	206
	实训项目与指导	210
	思考与练习	210
第9章	制粉工艺流程	212
9.1	常用制粉方法与粉路组合的规则	212
9.2	粉路的工艺系统	214
9.3	粉路图与流量平衡表	224
9.4	粉路的介绍与分析	226
9.5	制粉厂的粉路设计	235
9.6	粉路的操作与控制	241
	实训项目与指导	249
	思考与练习	250

第 10 章 面粉处理技术	251
10.1 面粉的种类.....	251
10.2 面粉处理的原理.....	255
10.3 配粉设备.....	262
10.4 配粉工艺.....	268
10.5 面粉的计量与包装设备.....	273
实训项目与指导	277
思考与练习	278
第 11 章 玉米加工工艺	279
11.1 概 述.....	279
11.2 玉米的清理.....	281
11.3 玉米的水分调节.....	282
11.4 玉米的脱皮与脱胚.....	284
11.5 提糝选胚.....	286
11.6 压胚磨粉.....	288
11.7 成品降水.....	289
11.8 玉米加工工艺流程.....	290
参考文献.....	293

绪 论

一、制粉工业的概况

小麦是我国主要的粮食作物之一,目前我国小麦的年产量为 1 亿吨左右。

采用适当的方法,可将小麦籽粒加工制成小麦粉,小麦粉是制作面制食品的主要原料。小麦粉通常也称为面粉,面制食品是人们食物的重要组成部分,其营养成分较适合人的需求,且品种繁多,口味丰富,是各种饮食习惯的人都很喜爱的主食及副食品。

将小麦加工成为面粉的工艺过程称为制粉,制粉是目前我国面粉生产的主要环节。通过制粉厂的精心处理,使农产品小麦转化成食品行业的适用原料及家庭的主食原料,既保证了市场的供应,满足了人民的生活需求,又实现了产品的增值,为国家积累了财富。

制粉厂生产的小麦粉,在我国食品消费中占有较大的比重。采用先进的制粉工艺技术与设备,提高制粉工厂操作人员的技术水平,改善工厂的产品结构,对进一步完善面粉供应的市场机制,保障与提高人民的生活水平,有重要的作用。

目前,我国的制粉工业已成为现代化工业生产的一部分,制粉工艺日趋完善,新工艺、新技术不断出现,使制粉厂的生产已达到较高的水平。2005 年我国的面粉生产量可达 9 000 万吨以上,我国已成为世界上面粉产量最高的国家。

由于广泛地采用现代科学技术装备制粉工业,制粉设备的设计制造水平逐步提高,在制粉设备上采用了气动、自控等先进技术,各类工艺设备已可以基本满足制粉生产的要求,为制粉厂实现优质稳产打下了基础。制粉生产的控制已由单机控制为主转变成以集中控制为主,大中型制粉厂已普遍采用可编程控制器(PLC)与计算机结合,对制粉的全过程进行监测与控制,使制粉厂的生产更加稳定,且操作更为方便。

面粉产品包括通用面粉、多品种的专用面粉、预混合面粉等,制粉生产工艺相应须完善灵活,所生产的产品才能适应消费市场的需求。

现代制粉工厂的总体情况见图 1~图 6。



图 1 制粉车间的全貌

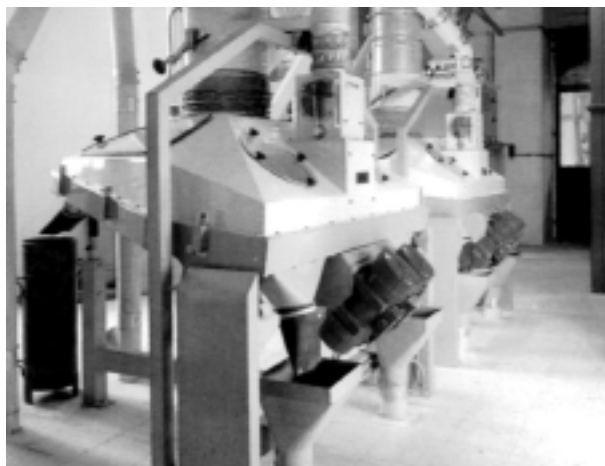


图 2 原料的清理设备



图 3 制粉车间的磨粉机



图 4 筛理设备



图 5 提纯物料的设备



图 6 制粉厂的总控制室

二、制粉的基本原理与过程

1. 制粉的基本原理

制粉的原料为小麦的籽粒。工厂中使用专门的制粉设备,用研磨、筛分的方法,使小麦的胚乳与皮层分离,并将胚乳磨成一定细度的面粉,对面粉进行适当的处理后才成为产品。

2. 制粉的基本过程

制粉工艺的全过程主要由清理工艺流程、制粉工艺流程与面粉处理过程等组成。

(1)清理工艺流程

清理工艺流程简称为麦路,麦路通常由近十种工艺设备按照一定的顺序组合而成。

制粉厂的原料小麦简称为毛麦,需清除其中的杂质,根据产品的要求采用不同品种的原料进行搭配,通过水分调节对原料进行调质,才能使原料符合制粉的要求。

麦路主要由下列工序组成:

(毛麦) 原料搭配控制 清理 水分调节 (净麦)

通过清理工艺流程后的小麦称为净麦,净麦即可送入制粉工艺流程进行处理。

(2)制粉工艺流程

制粉工艺流程简称为粉路。在粉路中,小麦需经过十几道设备的研磨破碎、筛理分选,逐道提出面粉汇成产品。小麦皮层上的胚乳基本刮下后,便成为粉路的副产品,副产品一般为麸皮或次粉。

(3) 面粉处理过程

面粉的处理过程通常包括面粉的收集、配制等工序。经过配粉,才能使面粉的质量稳定,精度、纯度符合要求,品质、成分适应食品生产的需要。

三、本课程的主要内容及学习方法

“制粉工艺与设备”课程主要研究小麦制粉的技术,对玉米制粉及其综合利用也进行了介绍。

本课程的主要内容涉及制粉的原料、各类工艺设备及常用的制粉工艺等三个方面,本教材着重介绍原料的特点及其工艺性质、各类工艺设备的结构原理及操作要点、制粉工艺流程的组合规律与基本的设计方法等。

教材中的内容将与数学、力学、电工、机械等方面的知识联系起来,对一些较重要的、应用较广的原理及概念进行了较为深入的讲解。通过本课程的学习,能够较好地学习现代化的制粉技术,能够掌握作为制粉厂高级技术工人所要求的主要知识点与操作要领,对一些较为关键的工艺内容,还可以达到更高的水平。

“制粉工艺与设备”是一门应用技术课程,在学习过程中,有理论教学与实践教学两个环节。应注意将所学理论与实践性教学相结合,通过实践性教学环节,又能更好地掌握制粉的理论。

第 1 章 小麦的工艺性质

我国小麦种植面广、品种多,不同产区、不同品种的小麦,其外表形状、物理特性、化学成分、食用品质等不同,工艺性质也就不同,因此,了解其工艺性质,是取得较好制粉效果的基础。

1.1 小麦的种类与结构

1.1.1 小麦的分类

通常按以下三种方式对小麦进行分类:

1. 冬小麦和春小麦

按播种季节不同,可将小麦分为冬小麦和春小麦两种。冬小麦秋末冬初播种,第二年夏初收获,生长期较长,品质较好;春小麦春季播种,当年秋季收获。

2. 白皮小麦和红皮小麦

按麦粒的皮色不同,可将小麦分为白皮小麦和红皮小麦两种,简称为白麦和红麦。白麦的皮层呈乳白色或黄白色,红麦的皮层呈深红色或红褐色。

3. 硬质小麦和软质小麦

按麦粒的胚乳结构不同,可将小麦分为硬质小麦和软质小麦两种,简称为硬麦和软麦。硬麦的胚乳结构紧密,呈半透明状,亦称为角质或玻璃质;软麦的胚乳结构疏松,呈石膏状,亦称为粉质。角质占麦粒横截面 $1/2$ 以上的籽粒为角质粒,即为硬麦;而角质不足本麦粒横截面 $1/2$ 的籽粒为粉质粒,即软麦。

一批原料中角质粒的含量称为角质率,相应粉质粒的含量称为粉质率。

1.1.2 小麦籽粒的结构及组成

1. 小麦的籽粒形态

小麦籽粒为裸粒。麦粒顶端生有茸毛,称为麦毛,下端有麦胚。有胚的一面称为麦粒的背面,另一面称为腹面。麦粒背面隆起,腹面凹陷,有一沟槽称为腹沟。小麦籽粒有三个主要组成部分,即皮层、胚乳和胚,如图 1-1 所示。

2. 小麦的皮层

小麦皮层亦称为麦皮,分为外皮层与糊粉层。皮层重量约占小麦籽粒重量的 14.5% ~ 18.3%,其中糊粉层约占皮层的 10% ~ 50%。

皮层薄的小麦,胚乳含量较大,皮层与胚乳粘连较松,胚乳易剥离。

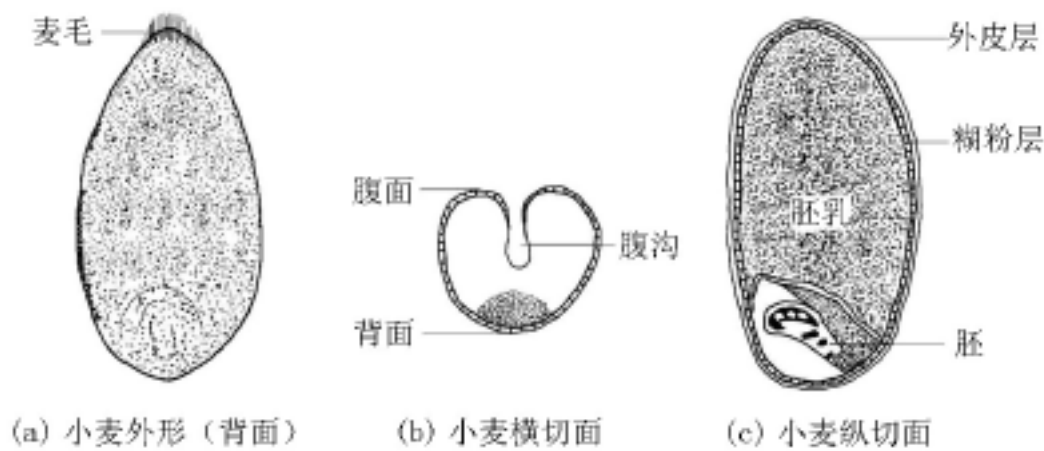


图 1-1 小麦籽粒的外形与结构

外皮层由表皮、外果皮、内果皮、种皮及珠心层组成。其中种皮的内层为色素层,麦粒的皮色由色素层决定。珠心层在常温下不易透水。外皮层的主要成分为纤维素、半纤维素、果胶等,还含有维生素和矿物质。由于外皮层含粗纤维较多,口感粗糙,人体难以消化吸收,应尽量避免其混入面粉。

糊粉层亦称为内皮层。糊粉层易吸收水分,较厚。糊粉层含有较为丰富的营养,粗纤维含量较外皮层少,但含五聚糖较多且灰分很高,混入面粉后对产品的精度有影响。

在生产低等级面粉时,制粉工艺较简单,对原料的研磨破碎强度较高,面粉中含较多的糊粉层,出粉率较高而品质较差。在生产高等级面粉时,工艺较复杂,对原料多采用轻研细分的处理方式,面粉中的皮层含量很低。

磨制面粉时,难免有少量皮层被破碎而混入面粉中,这些粒度与面粉相同的皮层称为麸星。麸星的颜色对面粉的精度有影响,精度越高的面粉,其中麸星的含量越低。白麦皮色浅,产品色泽好,精度高,出粉率较同等红麦高。

皮层的粗蛋白含量较高,赖氨酸含量为0.67%,蛋氨酸含量很低,只有0.11%。皮层中B族维生素含量很高。皮层中的钙磷比例不平衡,钙的含量在干物质中为0.16%,而磷为1.31%,钙的含量相对较低。

3. 小麦的胚乳

胚乳被皮层包裹,主要由淀粉细胞构成,是面粉的基本部分。小麦中的胚乳含量约为80%左右,胚乳含量愈高,原料的出粉率愈高。

胚乳分为两种不同的结构,硬麦的细胞内,淀粉颗粒之间被蛋白质所充实,结构紧密,颜色较深,断面呈透明状;软麦胚乳的淀粉颗粒之间有空隙,结构疏松,断面呈白色而不透明。

(1) 硬麦的加工性质和营养品质

- 胚乳较易从皮层上刮净,在其他条件相同的情况下,出粉率高;
- 中间产品流动性好,筛理效率高;
- 胚乳硬度较大,不易磨碎,研磨时电耗高;
- 硬麦入磨时水分应稍高,着水后要求润麦时间较长;
- 淀粉中含蛋白质量多质好,适宜制作高筋面粉。

(2) 软麦的加工性质和营养品质

- 软麦胚乳不易与皮层分开,胚乳刮净较难,麸皮中含粉较多;

淀粉颗粒呈不规则碎片状,中间产品流动性差,不易筛理,尤其原料水分较高时易糊住筛面;

胚乳硬度低,易磨碎,研磨时耗能少;

结构疏松,入磨原料的水分相对较低,润麦时间较短;

淀粉中蛋白质含量较低,面筋筋力弱,适宜制作低筋面粉。

4. 麦胚

小麦胚由胚盘、胚芽、胚根等组成。胚是麦粒生命活动最强的部分,完整的胚有利于对小麦的水分调节。胚中含有大量的蛋白质、脂肪及较多活性强的酶。胚混入面粉后,会影响面粉的色泽,储藏时容易变质,对食品制作也有不良影响。因此,在生产高等级面粉时不宜将胚磨入粉中。

小麦胚营养丰富,其蛋白质含量为 31 ~ 35 mg/ 100 g,并含有多种维生素,还含钙、磷、镁、铁、钾、锌等多种矿物质。

可在制粉生产过程中将部分麦胚提出加以利用。胚中含有较多的脂肪,一般不易研成粉状,常被研轧扩展成粒径为 1.5 mm ~ 3 mm 的片状。根据这个特性,可在粉路中的适当部位中,提取少量的小麦胚。

胚制品的用途很广,用作食品添加剂可显著地改进谷物食品的蛋白质利用率,但用量过多会影响面团的烘焙品质,因此必须同时添加乳化剂。

5. 麦粒各组成部分的比例

麦粒各组成部分的重量占籽粒重量的百分比参考数据见表 1-1。

表 1-1 麦粒各组成部分重量比的参考数据

名 称	皮层(%)							胚乳(%)	胚(%)
	表 皮	外果皮	内果皮	种 皮	珠心层	糊粉层	合 计		
小 麦	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.5	13.5	84	2.5

小麦因品种、生长条件等不同,其籽粒各部分比例也有差异。如红春麦的胚乳含量比红冬麦低,而胚的含量较高;硬麦的皮层含量较少,相对胚乳较多。

1.1.3 小麦的性状对工艺的影响

1. 麦粒的形状

麦粒的形状如图 1-1 所示。麦粒的形状为椭圆形,横断面近似心形。小麦籽粒在有关设备的工作面上运动时,只能滑动或滚滑动,一般不能产生良好的滚动。

2. 小麦的粒度

小麦颗粒的大小亦称为粒度,粒度可用长、宽、厚度的尺寸来表示。在生产过程中,麦粒的粒度常以有关筛孔尺寸的大小来表示。

麦粒一般长 4.5 mm ~ 8.0 mm,宽 2.2 mm ~ 4.0 mm,厚 2.1 mm ~ 3.7 mm。正常麦粒的宽、厚度差别不大,长度一般为宽度的 2 倍左右。工厂中常用筛孔尺寸的大小来衡量物料的粒

度,小麦一般都可通过 6 mm 的筛孔,但不可通过 2 mm 的筛孔,因此可称小麦的粒度为可全通过 6 mm 筛孔而留存于 2 mm 筛孔。

小麦粒度的大小主要与小麦的品种、生长条件等有关,原料的水分对它也有影响,水分含量高时粒度稍大。有时因品种的改变,原料小麦的粒度变化较大,因而有关工艺设备的参数还需作相应的调整。

颗粒大的小麦,皮层相对含量低,胚乳含量高,出粉率高。接近球形的小麦表面积小,出粉率高。

3. 麦粒的均匀度

麦粒粒度大小一致的程度即为麦粒的均匀度。麦粒的均匀度对原料的清理有影响,原料的粒度越不均匀,大粒小麦与小粒小麦在粒度上的差别越大,其有关工艺性质的差异也越大,对操作设备及选用工作参数的影响较大。

4. 麦粒的充实度和劣质度

麦粒的充实度即麦粒的饱满程度。饱满的麦粒中胚乳所占比例大,出粉率高。

不成熟、霉变、发芽、虫蚀的小麦均属劣质麦,亦称为不完善粒。不成熟小麦的组织结构松散,表面皱瘪,腹沟深,胚乳含量低,表面易黏附脏物。霉变、虫蚀小麦不但使面粉质量下降,对人体亦有害。由于发芽小麦籽粒内部各种酶的活动增强,部分酶的活性上升非常明显,用发芽麦磨制的面粉,粉色发暗,面团筋力下降,食用品质变差。

不完善粒是原料清理的对象之一。

1.2 小麦的物理与化学性质

小麦的工艺性质主要包括其物理性质与化学性质。

1.2.1 小麦的物理性质

许多颗粒状的小麦集中起来而形成的整体,可称其为散流体。散流体可以流动,具有相应的物理性质,如容重、自动分级性、散落性等。单粒小麦也具有相应的物理性质,如悬浮速度、强度等。

1. 容重

小麦的容重是指单位容积小麦的重量,其单位为 g/L 。

小麦的容重是评定小麦品质的主要指标,小麦的容重与麦粒的形状、饱满程度、表面状态、水分和含杂量等有关。粗糙的、表面有皱纹的麦粒,本身较轻,堆积在一起时颗粒之间的空隙也较大,其容重小于规则、光滑的麦粒。小麦的水分增加,将导致容重下降。小麦的含杂量也影响其容重,轻杂质使容重降低,重杂质使容重增加。

我国小麦的容重一般为 $690 g/L \sim 810 g/L$ 。

小麦的容重越大,通常质量越好,蛋白质含量也越高。容重大表示麦粒发育良好,含有较多的胚乳,出粉率较高。

物料在自然堆积的状态下,散流体内颗粒之间将保持相应的空隙,在这种状态下单位体积

散流体的重量与其容重值基本一致。容器中的散流体在受到压力、振动等外界条件影响后,颗粒之间的空隙减小,单位体积的重量将大于其容重值。

2. 千粒重

千粒重是指一千粒小麦的重量。千粒重越大,麦粒越大、越饱满。一般情况下,千粒重越大,出粉率越高。

在其他条件相同时,小麦的水分重,则千粒重也愈大。比较小麦的千粒重时,应注意水分的影响。

我国小麦的千粒重为 19 g ~ 61.3 g, 平均约为 35 g。

3. 悬浮速度

物料颗粒处于具有垂直上升气流的环境中时,即会受到气流向上的作用力。当此作用力与物料重力大小相等时,物料在气流中将处于悬浮状态,此时气流的速度数值即为该物料的悬浮速度。

小麦悬浮速度的大小与麦粒的密度、粒形、表面状态有关。密度大、形状规则光滑的小麦,悬浮速度较大。

加工过程中,常利用空气流处理物料,因此,麦粒与其他相关物料在空气中的悬浮速度是一个重要的工艺参数,对多种设备的工艺效果均有一定的影响。

利用悬浮速度的差别对小麦与杂质、各类中间产品进行分离,拟分离的物料之间悬浮速度的差别越大,分离效果越好。

正常麦粒的悬浮速度为 $7 \text{ m/s} \sim 11 \text{ m/s}$ 。因小麦的粒度范围较大,较大粒小麦的悬浮速度可达 $10 \text{ m/s} \sim 11.5 \text{ m/s}$,而较小粒小麦的悬浮速度只有 $6.5 \text{ m/s} \sim 7 \text{ m/s}$,这种性质对设备的工艺效果具有一定的影响。

4. 自动分级性

在外界条件的影响下,散流体内部自行出现的分级现象,称为自动分级。

自动分级与物料的密度、形状、大小、表面粗糙度等因素有关。一般密度小、体积大、表面粗糙的物料在分级形成后浮到上层,密度大、体积小、表面光滑的物料沉到底层。

物料在工作面上形成自动分级的条件为:物料颗粒之间需产生相对运动;适宜的料层厚度;足够的分级时间。

在小麦和中间产品的筛理和分级过程中,物料形成充分的自动分级通常是设备取得较好工作效果的基本条件。

在筛选除杂时,良好的自动分级可使原料中的小粒度物料下沉而充分接触筛面,对提高筛选效果很有好处。在小麦入仓时,物料落入料堆上也会形成自动分级,使粒度小、不饱满的麦粒和轻杂质流向四周,而饱满的麦粒和重杂质多在料堆的中心部位,这样可能造成先后出仓的小麦品质不均衡,对生产过程、产品质量的稳定有一定的影响。

5. 散落性

物料自然流散的性质称为散落性。小麦的散落性与麦粒形状、水分、表面状况及小麦的含杂量有关,小麦的表面粗糙,水分高,含杂量多,散落性就较差。

小麦在静止平面上向四周自然流散时,将堆积成圆锥形,该圆锥体的母线与水平面的夹角称为自然坡角。小麦的自然坡角一般为 $23^\circ \sim 38^\circ$ 。

小麦的散落性越好,其自然坡角越小。散落性好的小麦在工作面上容易形成自动分级,在管道中流动良好,不易堵塞。小麦的散落性较差时,容易堵塞设备,甚至在麦仓底部结拱而封堵仓的出口。

6. 麦粒的结构力学性质

麦粒承受不同形式外力的能力称为麦粒的强度。小麦的强度与小麦籽粒结构、水分高低有关。

小麦的强度与工艺的主要关系为:

皮层的强度要比胚乳大得多,所以小麦在研磨时胚乳易碎而皮层不易碎。制粉工艺即研磨筛分法正是利用这一原理,将物料破碎后,按粒度粗细将胚乳粉与皮层分离开来。

小麦承受压力的强度比剪力、切力都大,因此在研磨时,采用带有剪切破碎作用的齿辊破碎小麦和胚乳,能节省动力。

水分变化时,麦粒、胚乳、皮层的强度变化趋势不同。胚乳和整粒小麦的水分含量越高,强度越低;皮层则相反。所以在制粉之前须进行水分调节,适当提高入磨小麦的水分含量,可有效地提高面粉质量和降低动力消耗。

胚乳中角质率越高,其强度也越高,破碎硬麦比软麦的难度大,因此,研磨硬麦的动力消耗比软麦大。

1.2.2 小麦的化学性质

麦粒的化学成分主要有水分、蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质等,其中对面粉品质影响最大的是蛋白质。

1. 麦粒中各种化学成分分布

麦粒的各部分中各种化学成分的含量相差很大,分布不平衡,其分布情况见表 1-2。

表 1-2 麦粒各组成部分化学成分的相对分布

组 成 部 分	各组成部分的含量(%)	占整个麦粒对应成分的含量(%)				灰分(%)
		淀 粉	蛋 白 质	纤 维 素	脂 类 化 合 物	
麦皮	15.0	0	20	88	30	8~15
胚乳	82.5	100	72	8	50	0.35~0.50
胚	2.5	0	8	4	20	5~7

由表中可见,蛋白质、淀粉主要集中在胚乳中,纤维素主要集中在皮层中,而皮层的灰分明显地超过胚乳。

2. 水 分

按水分存在的状态,小麦中的水分可分为游离水和胶体结合水。

游离水亦称为“自由水”,是存在于细胞间隙中的水分,具有普通水的性质。加入小麦中的水主要就是以游离水的形式存在,游离水的多少对小麦的结构有影响。

胶体结合水亦称“束缚水”,与细胞中的蛋白质、糖类亲水物质结合,可形成比较牢固的胶