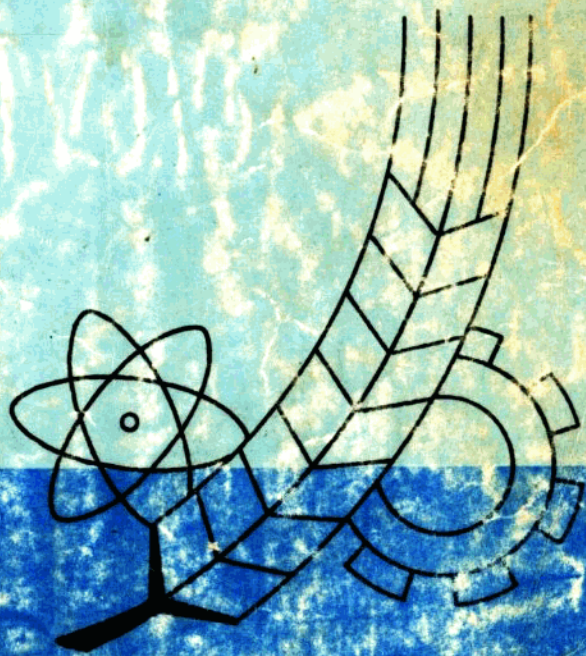


粮食加工基础

阮少兰 主编



中国商业出版社

前 言

《粮食加工基础》是根据粮食院校专业教学的需要,在参阅了大量科技成果与文献资料的基础上,结合我们多年的教学实践经验编写而成的。全书较为系统和详细地阐述了粮食加工的基本理论与方法,加工原料、成品及副产品的性质,加工设备的基本工作原理与结构,加工工艺过程以及加工工艺效果的评定方法。本书的编写以实用为主,兼顾理论,在内容的取材上注意结合我国实际情况,主要介绍了国内外具有一定代表性的典型工艺与设备,其目的就在于力求反映目前国内外的新技术和新设备。

本书由阮少兰主编,阮竞兰任副主编,朱永义教授主审。参加本书编写的有:阮少兰(第一篇第一、四、五、六章;第二篇第一、四、八、九章);阮竞兰(第一篇第二、三章;第二篇第二、三、六、七章);胡继云(第二篇第五章、第六章第三节、第四节);周显青(第三篇);在本书的编写过程中,李桂清同志协助我们查阅了大量的文献资料,并为本书收集、整理编写了附录。

本书的编写出版得到了郑州粮食学院领导的关心以及教务处、粮食工程系、机械工程系等的大力支持,我们谨在此表示最真诚的谢意。

由于作者学识水平所限,加之编写时间仓促,缺点和错误在所难免,敬请专家、同行和读者批评指正。

编 者

一九九五年八月于郑州粮食学院

内 容 简 介

本书着重论述了粮食加工的基本理论和基本方法,全面系统地介绍了现代粮食加工厂的工艺过程、机械设备以及加工原料、成品、副产品的性质。全书共分三篇,第一篇,稻谷加工,详细讲述了稻谷的一般加工和深加工及加工机械;第二篇,小麦制粉,着重介绍现代制粉工艺和设备,以及面粉的后处理;第三篇,杂粮加工,介绍主要杂粮作物如玉米、高粱及粟的加工方法及设备。

本书可作为粮食院校各专业的专业基础课教材,也可作为粮食工业部门专业技术人员、科研人员及有关院校师生的参考书。

目 录

第一篇 稻谷加工

第一章 稻谷及稻谷的性质

- 第一节 稻谷的分类及籽粒结构..... (1)
- 第二节 稻谷的化学成分..... (3)
- 第三节 稻谷的物理性质..... (6)

第二章 稻谷的清理

- 第一节 稻谷中的杂质种类及除杂的目的和要求..... (9)
- 第二节 除杂的基本方法与原理..... (10)
- 第三节 除杂设备..... (17)
- 第四节 清理工艺效果的评定..... (40)

第三章 糙谷及糙下物分离

- 第一节 薅 谷..... (42)
- 第二节 稻壳分离与收集..... (54)
- 第三节 谷糙分离..... (56)

第四章 碾米及产品整理

- 第一节 碾 米..... (69)
- 第二节 成品整理..... (87)
- 第三节 副产品整理..... (93)

第五章 稻谷加工工艺流程

- 第一节 工艺流程的组合原则..... (96)
- 第二节 工艺流程举例..... (100)

第六章 蒸谷米、免淘米及强化米的生产

- 第一节 蒸谷米..... (108)
- 第二节 免淘米..... (114)
- 第三节 强化米..... (119)

第二篇 小麦加工

第一章 小麦及小麦的性质

- 第一节 小麦的分类及籽粒结构..... (122)
- 第二节 小麦的化学成分..... (124)
- 第三节 小麦的物理性质..... (127)
- 第四节 小麦的制粉性质和食用品质..... (130)

第二章 小麦的清理

- 第一节 除杂与分级..... (133)
- 第二节 表面清理..... (144)

第三章 小麦的水分调节与搭配

- 第一节 小麦的水分调节..... (162)
- 第二节 小麦的搭配..... (172)

第四章 小麦清理流程

- 第一节 清理流程的组合原则..... (178)
- 第二节 小麦清理流程..... (179)

第五章 研磨

- 第一节 概述..... (185)
- 第二节 研磨设备..... (187)
- 第三节 影响研磨工艺效果的因素..... (203)
- 第四节 松粉..... (210)

第六章 筛理

- 第一节 概述..... (213)
- 第二节 平筛..... (215)
- 第三节 圆筛..... (231)
- 第四节 刷麸机与打麸机..... (235)

第七章 清粉

- 第一节 概述..... (240)
- 第二节 清粉机..... (240)
- 第三节 影响清粉工艺效果的因素..... (243)

第八章 小麦制粉流程

- 第一节 概述..... (246)
- 第二节 皮磨系统..... (248)
- 第三节 渣磨和清粉系统..... (251)
- 第四节 心磨系统..... (254)
- 第五节 粉路举例..... (254)

第九章 面粉的后处理

- 第一节 面粉后处理的方法及原理..... (261)
- 第二节 面粉后处理的设备与工艺..... (265)

第三篇 杂粮加工

第一章 玉米加工

- 第一节 玉米及玉米的性质..... (269)
- 第二节 玉米的清理..... (271)
- 第三节 水汽调节与脱皮..... (272)
- 第四节 提糝与提胚 (276)
- 第五节 研磨与筛理..... (280)
- 第六节 玉米加工工艺流程..... (281)

第二章 高粱加工

- 第一节 高粱及高粱的性质..... (284)
- 第二节 高粱的清理..... (286)
- 第三节 高粱碾米..... (287)
- 第四节 高粱制粉..... (290)

第三章 粟加工

- 第一节 粟及粟的性质..... (292)
- 第二节 粟的清理..... (293)
- 第三节 砻谷及砻下物分离..... (294)
- 第四节 碾米及产品整理..... (295)
- 第五节 粟加工工艺流程..... (296)

附录

- 一、稻谷及产品的分类与质量标准 (297)
- 二、小麦及产品的分类与质量标准 (302)
- 三、玉米的分类及质量标准 (307)
- 四、高粱及产品的分类与质量标准 (307)
- 五、粟及产品的分类与质量标准 (308)
- 六、常用筛网的规格 (310)

第一篇 稻谷加工

稻谷是我国的主要粮食作物之一,具有悠久的种植历史,全国各地都有种植。稻谷加工,是稻谷的一般加工和精加工的总称。稻谷的一般加工是采用常规的方法将稻谷制成符合一定质量标准的普通食用大米。加工过程主要包括清理、砻谷及砻下物分离、碾米及产品整理三个部分。稻谷的精加工则是在一般加工的基础上发展起来的,它是采用一定的方法将稻谷(或普通食用大米)制成各种精细适口、富有营养的特种米,如:蒸谷米、免淘米、留胚米、强化米等。稻谷加工后所得到的副产品稻壳、米糠、碎米等也有广泛的用途。

第一章 稻谷及稻谷的性质

第一节 稻谷的分类及籽粒结构

一、稻谷的分类

我国稻谷种植面积广,品种繁多,全国各地都有种植,品种可达4万~5万个。我国国家标准局1986年5月6日颁布的“粮食、油料和食用植物油”国家标准(GB1350-86),将稻谷按粒形和粒质的不同分为籼稻谷、粳稻谷、糯稻谷三类(见本书附录一)。

糯稻谷籽粒细而长,呈长椭圆形或细长形,米粒强度小,耐压性能差,加工时易产生碎米,出米率较低,米饭胀性较大,而粘性较小。粳稻谷籽粒短而阔,呈椭圆形或卵圆形,米粒强度大,耐压性能好,加工时不易产生碎米,出米率较高,米饭胀性较小,而粘性较大。我国北方多产粳稻谷,南方籼稻谷较多。

根据栽培和收获季节的不同,籼稻谷和粳稻谷又可分为早稻谷和晚稻谷两种。就同一类型稻谷而言,通常是早稻谷的品质较晚稻谷的品质差。早稻谷腹白较大,米质疏松,耐压性差,加工时易产生碎米。晚稻谷腹白较少,米质坚实,耐压性强,加工时产生碎米较少。食味也以晚稻谷为佳。如果是不同类型的稻谷比较其早、晚稻谷的品质,则晚籼稻谷的品质仍然优于早粳稻谷。

糯稻谷米粒呈乳白色,不透明或半透明,米饭粘性大。糯稻谷按粒形也可分为籼糯稻谷(稻粒一般呈长椭圆形或细长形)和粳糯稻谷(稻粒一般呈椭圆形)两种。

上述纳入国家标准的各类稻谷,均为种植于水田中的稻谷,也称水稻。除水稻外,还有在生长期中需水量较少,种植于旱地的陆稻谷,又称旱稻。陆稻谷抗旱性强、成熟早,但米粒结构疏松,品质不好,色泽暗淡,食味较差,产量也较低,播种面积一直较少,故未纳入国家标准中。

二、稻谷籽粒的形态结构

稻谷籽粒的外形与结构如图1-1-1、图1-1-2所示。稻谷主要由颖(稻壳)和颖果(糙米)两部分组成。

1. 颖

稻谷的颖包括内颖、外颖、护颖和颖尖(颖尖伸长即为芒)四部分。内、外颖各一瓣,呈船底形,外颖较内颖长而大。内、外颖边缘卷起成钩状,互相钩合包住颖果,起保护颖果的作用。稻谷经脱壳机械加工后内、外颖脱落,脱下来的颖称为稻壳或大糠、砻糠。

颖的表面生有针状或钩状茸毛,茸毛的疏密和长短因品种而异。一般籼稻的茸毛稀而短,散生在颖面上;粳稻的茸毛多,并密集在棱上,而且从基部到顶部逐渐增多加长。因此,粳稻的表面一般比籼稻表面粗糙。颖的厚度约为25~30微米。粳稻颖的重量约占谷粒重量的18%左右,籼稻颖的重量约占谷粒重量的20%左右。成熟饱满的稻谷,稻壳率低,早稻谷稻壳率比晚稻谷低。

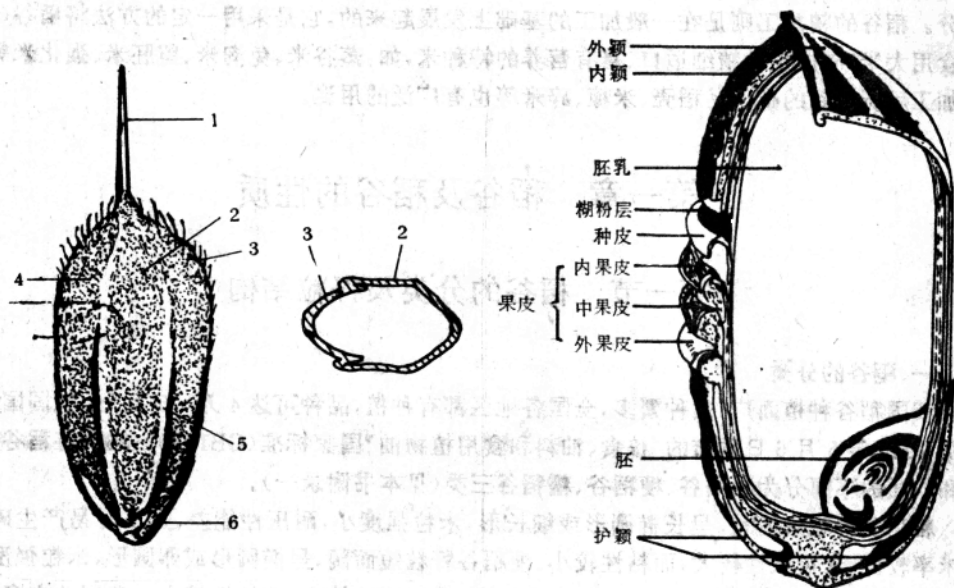


图 1-1-1 稻谷的外形

图 1-1-2 稻谷的结构

1-芒;2-外颖;3-内颖;4-茸毛;5-脉;6-护颖。

内、外颖基部的外侧各有护颖一枚,托住稻谷籽粒,起保护内、外颖的作用。

内、外颖都具有纵向脉纹,外颖有五条,内颖有三条。外颖顶端尖锐,称为颖尖,伸长即为芒。内颖一般无芒。芒的有无及芒的长短,随稻谷品种不同而异。粳稻有芒者居多,而籼稻大多无芒。有芒的稻谷容重小,流动性差,在加工过程中,会给清理工作带来不利影响。

2. 颖果

稻谷脱去内、外颖便是颖果(即糙米)。内颖所包裹的一侧(没有胚的一侧)称为颖果的背部,外颖所包裹的一侧(有胚的一侧)称为腹部,胚位于下腹部。

糙米表面光滑,有蜡状光泽,并且有纵向沟纹五条,背上的一条称为背沟,两侧平面上各有两条,其中较明显的一条是内、外颖钩合部位形成的痕迹,另一条则与外颖上最明显的一条脉纹相对应,如图 1-1-3 所示。糙米表面沟纹的深浅随稻谷的品种不同而异。沟纹深浅对出米率有一定的影响。

颖果由果皮、种皮、珠心层、糊粉层、胚乳、胚等几部分组成。如图 1-1-2 所示。

果皮:果皮又可分为外果皮,中果皮和内果皮(叶绿层管状细胞)。籽粒未成熟时,由于叶绿

层中尚含有叶绿素,米粒呈绿色,籽粒成熟后叶绿素消化、黄化或淡褪成玻璃色,米粒则呈淡黄色或灰白色等。果皮中含有较多的纤维素,由粗糙的矩形细胞组成。果皮占整个谷粒重量的1.2~1.5%。

种皮:种皮在果皮的内侧,由较小的细胞组成,细胞构造不明显,厚度极薄,只有2微米左右。有些稻谷的种皮内含有色素,使糙米呈现各种不同的颜色。

珠心层:珠心层位于种皮和糊粉层之间的折光带,与种皮紧密地贴在一起,厚度极薄,约为1~2微米。

糊粉层:糊粉层为胚乳组织的最外层,与胚乳紧密地连在一起。糊粉层细胞中充满了糊粉粒、脂肪、蛋白质、维生素等物质。糊粉层的厚度为20~40微米,重量占整个谷粒重量的4~6%。

胚乳:胚乳是谷粒最主要的组成部分,重量占整粒稻谷重量的70%左右。胚乳细胞内充满了淀粉、蛋白质等营养物质。一般,米的品质即是指胚乳的性质。胚乳的性质与蛋白质含量的多少有密切的关系。胚乳可分为粉质胚乳和角质胚乳两种,粉质胚乳结构疏松、米粒不透明,断面粗糙呈粉状;角质胚乳结构紧密坚实、米粒呈半透明状,断面光滑平整,较像角类断面或玻璃断面。胚乳的这些性状对加工工艺品质和食用品质都是一项重要的品质指标。

胚:胚位于颖果的下腹部,占整个谷粒重量的2~3.5%。胚中含有较多的脂肪、蛋白质和维生素等。胚与胚乳的连接不甚紧密,在碾米的过程中,往往与皮层同时脱落混入米糠中。

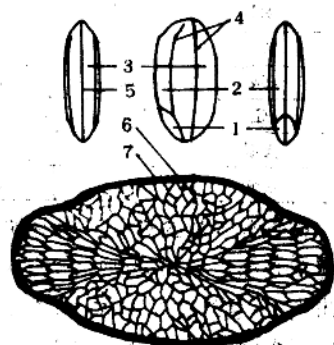


图1-1-3 颖果

1-胚,2-腹部,3-背部,4-小沟;
5-背部,6-胚乳,7-皮层。

第二节 稻谷的化学成分

稻谷是一种生命有机体,由许多复杂的有机物质构成,其中主要是能供人体食用的营养成分,有的虽不能食用,但可作为其他工业原料或饲料等使用。稻谷加工的任务就是要尽可能地保留可供食用的营养物质,除掉对人体有害的物质,并将这些物质收集起来,以便用于其他用途。因此,了解稻谷各组成部分的化学成分及其特性,对于提高成品质量,进行合理地加工,充分利用稻谷以及加工的副产品,都具有一定的意义。

一、稻谷的主要化学成分

稻谷的主要化学成分有水分、蛋白质、脂肪、碳水化合物(包括淀粉、纤维素和半纤维素等)、矿物质及维生素等。这些成分的含量,因品种、土壤、气候、栽培及成熟条件等的不同而有差异。另外,由于稻谷籽粒各组成部分的生理功能不同,所含的化学成分也不相同。这些决定了稻谷籽粒各部分的营养价值和利用途径。表1-1-1为某种稻谷籽粒及各组成部分的化学成分表。

二、稻谷主要化学成分的一般特性

1. 水分

水分是稻谷中的一个重要化学成分。水分以两种不同的状态存在于稻谷籽粒中,一种为游离水(自由水),一种为胶体结合水(束缚水)。游离水是存在于细胞间隙中的水分,具有普通水

的性质,谷粒中这部分水的含量,可随外界空气的相对湿度而改变,所以这部分水含量高时,可用普通的干燥方法使其降低。胶体结合水是与细胞中的蛋白质、糖类等亲水物质相结合,形成比较牢固的胶体水分,这部分水性质稳定,不易散失,应用一般的干燥方法(晾晒或通风)不能将其驱除。

表 1-1-1 稻谷籽粒各组成部分的化学成分(%)

项目	水分	粗蛋白质	粗脂肪	无氮抽出物	粗纤维	灰分
稻谷	11.68	8.09	1.80	64.52	8.89	5.02
糙米	12.16	9.13	2.00	74.53	1.08	1.10
胚乳	12.40	7.60	0.30	78.80	0.40	0.50
胚	12.40	21.60	20.70	29.10	7.50	8.70
皮层	13.50	14.80	18.20	35.10	9.00	9.40
稻壳	8.49	3.56	0.93	29.38	39.05	18.59

稻谷含水量的高低对稻谷加工的影响很大。水分过高,会造成筛理困难,影响清理的效果,会使稻壳韧性增加,造成脱壳困难;还会使籽粒强度降低,导致加工过程中产生较多的碎米,降低出米率;且米糠粘度大,易糊住碾米机米筛筛孔,造成排糠不畅,使碾米机负荷加大,动耗增加。但水分过低,使稻谷籽粒变脆,也容易产生碎米,降低出米率,而且米粒皮层与胚乳结合紧密,不易碾除。

2. 蛋白质

稻谷中蛋白质的含量一般在8~10%,主要是储存蛋白质。这种蛋白质依其溶解特性可分为清蛋白、球蛋白、谷蛋白和醇溶蛋白四种。我国稻谷中这四种蛋白质的含量比例以谷蛋白为最高,约为71.7%,其次是球蛋白,约为13.2%,清蛋白的含量比例约为12%,醇溶蛋白的含量很少(小于5%)。这几种蛋白质在糙米及其各组分中分布是不均匀的。清蛋白和球蛋白主要集中于糊粉层与胚中,愈往米粒中心含量愈低。谷蛋白的分布规律是米粒中心部分含量最高,愈向外层含量愈低。

稻谷中蛋白质含量的高低,影响了稻谷籽粒强度的大小。稻谷籽粒的蛋白质含量越高,籽粒强度就越大,耐压性能则强,加工时产生的碎米较少。

3. 脂肪

稻谷中的脂肪含量约占整个谷粒的2%,而且分布很不均匀,大部分存在于胚和皮层中,随着糙米的碾白,胚和皮层大都被碾去,因此,精度高的大米,脂肪含量较低。而碾下来的米糠中脂肪含量较高,一般在18~20%,所以米糠是一种很好的油料。

脂肪中的主要成分是脂肪酸,较易被氧化酸败而变质。因此,碾制后的白米不宜长期存放,否则脂肪变质会使大米失去香味,产生异味而影响食用。

4. 碳水化合物

碳水化合物是稻谷的主要成分。糙米中的碳水化合物主要是淀粉,还有少量的多缩戊糖,可溶性糖和粗纤维等。

淀粉是由一种枝状组分支链淀粉和一种线性组分直链淀粉组成。直链淀粉遇碘呈蓝色,能溶于热水,可形成粘度较小的溶液;支链淀粉遇碘呈紫红色,在加热加压的条件下,才溶于热水,形成粘度较大的溶液。因此,直链淀粉粘性小,支链淀粉粘性大。支链淀粉是大米淀粉的主要组分。糯米中的直链淀粉含量仅为1~2%;籼米和粳米中的直链淀粉含量一般为10~33%。

淀粉大部分存在于胚乳中,它是人体所需热量的主要来源之一,加工时应尽量完整保留,以提高成品大米的出率。

稻谷中的粗纤维主要分布在稻壳和糙米的皮层中,胚乳中极少。粗纤维对人体无营养价值,不能被人体消化吸收。稻谷加工的目的就在于去除含粗纤维较多的稻壳和皮层,提高米粒的食用价值。

5. 矿物质

稻谷籽粒中不能燃烧的物质为矿物质,又称灰分,主要为磷、镁、钾、钠、钙、锌、铁、锰、硅、氯等。稻谷的矿物质主要存在于稻壳、皮层和胚中,胚乳中含量极少。因此,大米精度越高,矿物质含量就越少。糙米及其组成部分的矿物质含量见表 1-1-2。

表 1-1-2 糙米及其组成部分的矿物质含量(微克/克)

	糙米	白米	米糠	米胚	糠粉
铝	—	0.73~7.32	54~360	—	—
钙	65~400	46~385	250~1310	510~2750	90~910
氯	203~275	163~372	510~970	1520	—
铁	7~54	2~27	130~530	110~490	100~280
镁	380~1400	170~700	860~12300	6000~15300	5700~7600
锰	13~42	10~33	110~880	120~140	50~80
磷	2500~4400	860~1920	14800~28700	17100~27300	15900~25100
钾	1200~3400	140~1200	1320~22700	3800~21500	9300~18000
硅	190~1900	50~370	1700~7600	460~1900	560~2400
钠	31~76	22~85	180~290	160~240	65~210
锌	15~22	3~21	50~160	100~300	40~60

表 1-1-3 糙米及其组成部分的维生素含量(微克/克)

	糙米	白米	米糠	米胚	糠粉
维生素 A	0.1	痕量	4.2	1.3	0.95
维生素 B ₁	2.1~4.5	痕量~1.8	10~28	45~76	16~30
维生素 B ₂	0.4~0.9	0.1~0.4	1.7~3.4	2.7~5.0	1.4~3.4
尼克酸	44~62	8~26	241~590	15~99	228~385
吡哆醇	1.6~11.2	0.4~6.2	10~32	15~16	10~31
泛酸	6.6~18.6	3.4~7.7	28~71	3~13	26~92
生物素	0.06~0.13	0.005~0.07	0.16~0.47	0.26~0.58	0.14~0.66
肌醇 总	1194~1220	100~125	4600~9270	3725~6400	4280,5436
游离	24~45	11	197	342	
胆碱	1120,1220	450~713	1279,1700	2030,3000	1020,1130
P-氨基苯(甲)酸	0.30	0.14,0.16	0.75	1	0.73
叶酸	0.20,0.60	0.06~0.16	0.50~1.46	0.9~4.3	0.4~1.90
维生素 B ₁₂	0.0005	0.0016	0.005	0.0105	0.003
维生素 E(生育酚)	13	痕量	149	87	63

6. 维生素

维生素是人体不可缺少的营养物质,维生素缺乏或不足都能引起疾病。稻谷中的维生素主要是B族维生素及少量的维生素A和E。由于谷粒的维生素主要集中在糙米的皮层、糊粉层和胚中,碾米时随着皮层、糊粉层和胚的除去,维生素大部分转入到米糠之中。因此,随着大米精度的提高,维生素的含量减少。糙米及其组成部分的维生素含量见表1-1-3。

第三节 稻谷的物理性质

稻谷的物理性质是指稻谷在加工过程中反映出的多种物理属性,如稻谷的色泽、气味、表面状态,谷粒的形状、粒度、均匀度、比重、容重、千粒重、谷壳率、出糙率,谷粒群体的散落性、静止角、自动分级特性等。这些都与稻谷加工的工艺效果有着密切的关系。

一、稻谷的气味与表面状态

1. 气味

稻谷具有其特有的香味,无不良气味。如气味不正常,说明谷粒变质或吸附了其他有异味的气体。如稻谷在运输过程中,包装及运输工具不洁净,会使谷粒吸附各种异味。谷粒发热霉变后,常带有霉味、酸味甚至苦味。储藏一段时间的稻谷,气味远比新稻谷差。

2. 表面状态

稻谷的表面状态是指稻谷的色泽和表面粗糙度等。稻谷的色泽应是土黄色,糙米的色泽应是蜡白色或灰白色,无论是稻谷或糙米均富有光泽。一般,陈稻的色泽较暗淡。另外,由于气候条件、病虫害侵蚀、储藏与处理不当等原因,也会引起稻谷固有颜色的改变,这不仅会使谷粒失去原有的正常色泽,而且米质也变差。

稻谷的表面粗糙度对加工工艺效果有直接影响,如表面粗糙的稻谷,脱壳和谷糙分离都比较容易。梗稻谷表面茸毛密而长,较粗糙;籼稻谷表面茸毛稀而短,较光滑。所以,梗稻谷的脱壳和谷糙分离都要比籼稻谷容易一些。

二、稻谷的形状、粒度与均匀度

1. 形状与粒度

稻谷籽粒的形状为长椭圆形、卵圆形和细长形。稻谷籽粒的粒形可用长度、宽度和厚度三个尺度来表示。籽粒基部到顶端的距离为粒长,腹背之间的距离为粒宽,两侧之间的距离为粒厚。长、宽、厚的尺度称为谷粒的粒度。

稻谷的粒形还可以根据长度与宽度比例的不同分为三类:长宽比大于3的为细长粒形,长宽比小于3而大于2的为长粒形,长宽比小于2的为短粒形。

2. 均匀度

均匀度是指谷粒的粒形和大小等一致的程度。稻谷的粒形大小可用粒度曲线表示,均匀度则可根据粒度曲线来判断。粒度分布曲线中粒数最多而又相邻的两组谷粒的百分数之和在80%以上的为高度整齐,在70~80%之间的为中等整齐,低于70%的为不整齐。

稻谷籽粒的形状和大小因稻谷的类型和品种不同而差异很大。即使是同品种的稻谷,因生长条件等的不同,也有较大的差异。在加工过程中,稻谷籽粒的粒形和粒度是合理选用筛孔和正确调整设备工作间隙的依据之一。如果稻谷的均匀度很差,势必会给清理工作带来困难,并使筛谷和碾米的操作难以掌握,以致影响生产效果。所以,形状和粒度相差悬殊的稻谷要严防

混杂,应分批加工。对于不同品种混杂而粒度相差悬殊的稻谷,最好采用分级加工。

三、稻谷的比重、容重与千粒重

1. 比重

比重是指稻谷的重量与同体积水的重量之比。谷粒比重的大小取决于谷粒的化学成分和结构紧密程度。组成谷粒的各种化学成分的比重是不同的,如表 1-1-4 所示。

一般情况下,凡是发育正常、充分成熟、粒大而饱满的谷粒,其比重较大,而发育不良、成熟不足、粒小而不饱满的谷粒,其比重就较小。因此,比重可作为评定稻谷工艺品质的一项指标。一般而言,稻谷的比重为 1.18~1.22。

表 1-1-4 谷粒中各种化学成分的比重

名称	淀粉	蛋白质	纤维素	水	脂肪	矿物质
比重	1.48~1.61	1.24~1.313	1.250~1.402	1.00	0.924~0.928	2.50

2. 容重

单位容积内稻谷的重量称为容重,单位是克/升或公斤/米³。稻谷及其加工产品的容重如表 1-1-5 所示。容重是评定稻谷质量的一项综合指标。容重的大小与稻谷本身的品种类型、成熟程度、水分大小及一些外界因素(如所含杂质的数量与种类)等有关。一般地说,籽粒饱满整齐、表面光滑无芒、粒形短圆及比重较大的稻谷,容重较大,反之则较小。容重大的稻谷品质就好。

表 1-1-5 稻谷及其加工产品的容重(公斤/米³)

名称	容重	名称	容重	名称	容重
无芒梗稻	560	梗糙米	770	大碎米	675
普通有芒梗稻	512	糙糙米	748	小碎米(细)	365
长芒梗稻	456	梗米	800	细糠	274
籼稻	584	籼米	780	稻壳	120

3. 千粒重

千粒重是指 1000 粒稻谷的重量,以克为单位。一般,千粒重都是指风干状态的谷粒而言。稻谷千粒重的大小,除受水分的影响外,主要取决于谷粒的粒度大小、饱满程度及胚乳结构等。一般,籽粒饱满、结构紧密、粒大的稻谷,其胚乳部分所占比例较大,故千粒重较大;反之则千粒重较小。

稻谷千粒重的变动范围较大(15~43 克),一般为 25 克左右,梗稻谷的千粒重比籼稻谷的千粒重略高一些。

四、稻谷的谷壳率与出糙率

谷壳率是指稻壳占整个稻谷籽粒重量的百分率。谷壳率的大小主要取决于稻谷的类型、品种、粒形、成熟程度和饱满程度等。一般,梗稻谷的谷壳率小于籼稻谷。就同类型稻谷而言,早稻谷壳率小于晚稻。

出糙率是指一定数量的稻谷全部脱壳后所得糙米重量(其中不完善粒折半计算)占稻谷重量的百分率。出糙率的计算公式为:

$$\text{出糙率}(\%) = \frac{\text{糙米总重量} - 1/2 \text{糙米不完善粒重量}}{\text{稻谷试样重量}} \times 100\%$$

谷壳率与出糙率有一定的对应关系,它们都是评定稻谷工艺品质的重要指标,也是稻谷定等的基础。

√五、稻谷的散落性与静止角

粮食籽粒自然下落至平面时,有向四面流散、并形成一圆锥体的性质,称其为粮食的散落性。粮食散落性的大小,通常用静止角(自然坡角、内摩擦角)来表示。所谓静止角,就是粮食自然流散形成的圆锥体的斜边与水平面间的夹角。粮堆的静止角大,表示散落性小;静止角小,表示散落性大。

散落性的大小与粮粒的形状、大小、表面状态、水分含量、杂质的含量及特性等有关。粮粒愈接近球形、粒度愈小、表面愈光滑、水分愈低,其散落性愈大,静止角愈小。散落性是散粒体的重要特性之一。粮食的装卸和输送工作要利用到它的散落性;车间内仓柜的实际容量及自溜管的倾斜角度也需根据粮食的静止角来进行计算、确定;此外,散落性还影响到筛理设备的筛面倾斜角和一些运动参数的选定,所以散落性对加工工艺也有很大的影响。

稻谷的静止角一般为 $33\sim 40^\circ$,糙米为 $27\sim 28^\circ$,白米为 $23\sim 33^\circ$ 。

六、自动分级

√自动分级不是单一谷粒所具有的特性,而是谷粒群体(粮堆)的性质。粮食籽粒和杂质结合的散粒群体,在移动或振动过程中出现的分级现象称为自动分级。

产生自动分级的原因,是由于组成粮堆的各组分在形状、大小、表面状态、比重等方面存在着一定的差异,因此在运动过程中,各自所受摩擦力、气流浮力等的影响也不同,在这些因素的综合作用下,粮堆各组分按其物理性质重新排列,自动分级。自动分级的结果使比重小、体积大、表面粗糙的物料在粮堆的上层,比重大、体积小、表面光滑的物料在粮堆的下层。

稻谷加工过程中,自动分级现象对加工过程有很大影响,如去除并肩石、谷糙分离、谷壳整理等工序,只有使物料产生良好的自动分级现象,才会有好的工艺效果。

第二章 稻谷的清理

第一节 稻谷中的杂质种类及除杂的目的和要求

一、稻谷中的杂质种类

进入碾米厂的稻谷,由于选种、栽培、收割、脱粒、堆放、运输和储藏等原因,难免混有一定数量的杂质。

根据国家标准局颁布的 GB1350-86 标准规定,杂质包括下列几种:

1. 筛下物:通过直径 2.0 毫米圆孔筛的物质。
2. 无机杂质:泥土、砂石、砖瓦块及其它无机物质。
3. 有机杂质:无食用价值的稻谷粒、异粮粒及其它有机物质。

在碾米厂中,根据杂质的某些特征和清理作业的特点,常将杂质分为:

1. 大杂质:留存在直径 5.0 毫米圆孔筛上的杂质。
2. 中杂质:通过直径 5.0 毫米圆孔筛,留存在直径 2.0 毫米圆孔筛上的杂质。
3. 小杂质:通过直径 2.0 毫米圆孔筛的杂质。
4. 轻杂质:比重较稻谷轻的杂质。
5. 磁性金属杂质:具有良好导磁性的杂质。
6. 并肩石:同稻谷籽粒大小相近的石子、泥块等。
7. 稗子:稻谷在收割时混入的一种杂草种子。

在这些杂质中,以稗子和并肩石等最难清除。

二、除杂的目的和要求

稻谷中的杂质,如不及时清除,会给加工带来很大的危害。

稻谷中如含有稻秆、稻穗、杂草、纸屑、麻绳等体积大、质量轻的杂质,容易堵塞输送管道,妨碍生产顺利进行;或堵塞设备的喂料机构,使进料不匀,减少进料量,降低设备的工艺效果和加工能力。

稻谷中如含有泥沙、尘土等细小杂质,进入车间后,在下料、提升、溜管输送的过程中,会造成尘土飞扬,污染车间的环境卫生、危害操作工人的身体健康。

稻谷中如含有石块、金属等坚硬杂质,在加工过程中容易损坏机械设备的工作表面和机件,影响设备工艺效果,缩短设备使用寿命,严重的甚至有酿成设备事故、工伤事故和火灾的危险。

所有这些杂质,如不清除干净,混入产品中还会降低产品纯度,影响成品大米和副产品的质量。因此,清理是稻谷加工过程中的一个非常重要的环节。

对稻谷清理的要求是:稻谷经过清理后,含杂总量不应超过 0.6%,其中含砂石不应超过 1 粒/公斤,含稗不应超过 130 粒/公斤。

第二节 除杂的基本方法与原理

清除稻谷中杂质的方法很多,主要是利用杂质与稻谷在物理性质上的差异进行分选除杂。目前常用的清理方法及其原理可归纳如下:

一、风选法

风选法是利用稻谷和杂质间空气动力学性质的不同,借助气流的作用进行除杂的方法。按照气流的运动方向,风选形式可分为垂直气流风选、水平气流风选和倾斜气流风选三种。

1. 垂直气流风选

如图 1-2-1 所示,气流由下向上运动,物料处于垂直上升的稳定气流中。此时,物料颗粒受到三个力的作用,即:物料颗粒自身的重力(G)、空气对物料颗粒的浮力(P')和气流对物料颗粒的作用力(P)。由于物料颗粒的粒度和空气的密度都很小,所以空气浮力 P' 也很小,对物料颗粒在气流中运动情况影响不大,可忽略不计。因此,物料颗粒在气流中的运动方向和运动速度主要取决于气流作用力 P 与颗粒自身重力 G 之间的关系。

当 $P < G$ 时,物料向下作加速运动;

当 $P > G$ 时,物料向上作加速运动;

当 $P = G$ 时,物料呈悬浮状态。此时的气流速度即是该物料的悬浮速度。用 U_b 表示,计算公式为:

$$U_b = \sqrt{\frac{G}{K\rho F}} \quad (\text{米/秒}) \quad (1-1)$$

式中:K——气流对物料颗粒的阻力系数;

ρ ——空气密度(千克/米³);

F——物料颗粒的受风面积(米²)。

不同的物料,具有不同的悬浮速度。垂直气流风选就是利用稻谷与杂质间悬浮速度的差异,选取一定的气流速度进行除杂的。

稻谷、糙米及有关物料的悬浮速度见表 1-2-1。

表 1-2-1 稻谷、糙米及有关物料的悬浮速度

物料名称	梗稻谷	籼稻谷	梗糙米	籼糙米	大米	小碎米	米糠	稻壳	带芒稗子	无芒稗子	并肩石
悬浮速度 (米/秒)	7.7~9.5	6.3~7.7	11.3~12.6	9.6~11	11~14	10~13	1~2	2~3	3~4.5	5~7	11~14

2. 水平气流风选

如图 1-2-2 所示,气流水平方向运动,物料处于水平的稳定气流中。此时的物料颗粒同样受到三个力的作用:自身重力(G)、空气浮力(P')以及气流推力(P)。三力的合力为 R,物料颗粒沿着 R 的方向运动。物料颗粒的运动方向角为 α 。如浮力 P' 忽略不计,则:

$$\text{tga} = \frac{P}{G} = \frac{K\rho F(\vec{u} - \vec{v})^2}{G} \quad (1-2)$$

tga 是物料在水平气流中空气动力学性质的特征,称为飞行系数。不同的物料,由于其物

理性质不同,所以在同一水平气流中的飞行系数也不同。飞行系数大的物料比飞行系数小的物料被气流带动的距离远些。水平气流风选就是利用粮粒与杂质间飞行系数的不同进行除杂的。

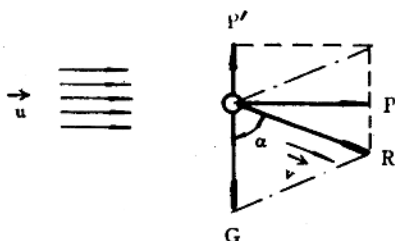


图 1-2-2 物料在水平气流中受力图

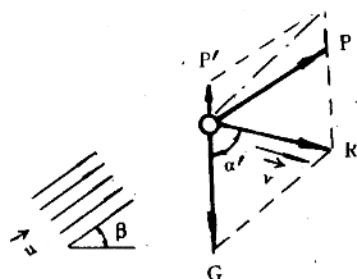


图 1-2-3 物料在倾斜气流中受力图

3. 倾斜气流风选

如图 1-2-3 所示,气流的运动方向与水平面有一定的夹角。

倾斜气流风选的原理同水平气流风选原理基本相同,也是利用不同飞行系数的物料被气流带动的距离远近不同进行分选的。飞行系数的计算公式为:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{P \cos \beta}{G - P \sin \beta} \quad (1-3)$$

式中: β —气流的运动方向角。

同样条件下,物料在倾斜气流中的飞行系数大于在水平气流中的飞行系数。因此,采用倾斜气流风选可以取得较水平气流风选好的分选效果。

根据生产经验,倾斜气流的运动方向角 β 取 30° 为宜。

二、筛选法

筛选法是利用稻谷和杂质间粒度的差别,借助带有合适筛孔的筛面进行除杂的方法。

(一) 筛选的基本条件

在筛选过程中,如要达到除杂的目的,必须具备以下三个基本条件:

1. 应筛下物必须与筛面接触;
2. 选择合理的筛孔形状和大小;
3. 保证筛选物料与筛面之间具有适宜的相对运动速度。

(二) 筛面的种类

筛面是筛选设备最基本的工作部件。筛面种类很多,碾米厂常用的筛面有栅筛、冲孔筛和编织筛网三种。

栅筛:栅筛是由具有一定截面形状的金属棒或圆钢按一定间隙平行排列而成。筛孔呈长条形,栅条的宽度或直径一般为 5 毫米左右,栅条的间距在 15 毫米以上。栅条的固定方式,可以是焊接,也可以直接镶入筛框内用螺丝固定,如图 1-2-4 所示。栅筛具有物料过筛能力强,处理量大,制造简单,使用时间长等特点,适用

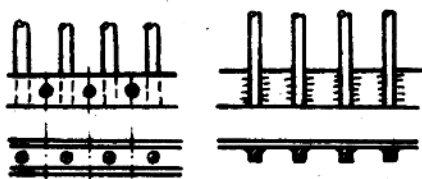


图 1-2-4 栅筛