



农副产品加工技术丛书

稻谷



加工技术

DAOGU
JIAGONG JISHU

刘英 主编



湖北科学技术出版社

农副产品加工技术丛书

稻谷



加工技术

DAOGU
JIAGONG JISHU

刘英 主编

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

稻谷加工技术 / 刘英主编. —武汉: 湖北科学技术出版社, 2010.12

(农副产品加工技术丛书)

ISBN 978-7-5352-4628-8

I. ①稻… II. ①刘… III. ①稻谷—粮食加工
IV. ①TS212

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第227350号

策 划: 吴瑞临 李芝明 谭学军

责任编辑: 陈兰平

封面设计: 戴 旻

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027—87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号

邮编: 430070

(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

印 刷: 武汉市科利德印务有限公司

邮编: 430071

787×1092 1/32

5.75 印张

119 千字

2010 年 12 月第 1 版

2010 年 12 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

主 编 刘 英

编 者 秦先魁 胡中泽

编 者 的 话

稻谷是我国第一大农作物，我国年产稻谷约 2 亿吨。我国有超过 2/3 的人口以大米为主食，大米又是生产米制食品的主原料。目前我国有大、中、小型稻谷加工企业 7000 多家。稻谷加工的产量高低、出米率多少、大米质量优劣受到原料稻谷的品质、工艺流程设计、设备选用等多方面影响，更与稻谷加工设备的操作管理密切相关。稻谷加工技术水平的先进性对于提高大米产品质量和出品率、减少大米中天然营养素的浪费有着十分重要的意义。

《稻谷加工技术》一书结合稻谷加工实际生产，介绍了稻谷加工生产工序、在制品、副产品以及生产检验等内容，详细讨论了稻谷加工中主要设备的操作与调节要点、影响设备工艺效果的因素、常见故障分析与处理；并结合大米深加工技术发展，对营养米生产工艺及其生产中的注意事项作了较全面的阐述。本书与稻谷加工生产紧密结合，重点体现实用性、先进性，可作为稻谷加工企业生产人员、技术人员、管理人员；有关大专院校、中专、技校师生的学习参考书。

本书由武汉工业学院刘英主编，秦先魁、胡中泽参编。具体分工如下：秦先魁编写第二、三章；胡中泽编写第五章；刘英编写第一、四、六章。

本书编写过程中引用了有关兄弟院校、研究院所和有关单位出版的教材、资料和个人发表的论文，编者在此深

表谢意。湘粮机械工程有限公司为本书的编写提供了支持，武汉工业学院硕士研究生刘壮、凌彬、余雄伟、祁攀为本书的编写做了许多辅助工作，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中缺点与错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2010 年 11 月

目 录

一、稻谷与稻谷加工	(1)
(一) 稻谷	(1)
(二) 稻谷加工	(14)
二、稻谷清理	(24)
(一) 稻谷清理的基本方法	(24)
(二) 稻谷清理设备	(26)
(三) 稻谷清理工艺流程要述	(51)
三、砻谷及砻下物分离	(53)
(一) 砻谷及砻下物分离的方法	(53)
(二) 砻谷机	(56)
(三) 谷糙分离设备	(72)
(四) 砻谷及谷糙分离工艺流程要述	(85)
四、碾米	(88)
(一) 碾米的基本方法	(88)
(二) 碾米机	(89)
(三) 碾米工艺流程要述	(103)
五、成品及副产品整理	(105)
(一) 成品及副产品整理的方法	(105)
(二) 成品整理设备	(106)
(三) 副产品的整理设备	(128)
(四) 成品及副产品整理工艺流程要述	(138)

六、营养米生产	(142)
(一) 留胚米加工	(142)
(二) 发芽糙米生产	(146)
(三) 蒸谷米生产	(153)
(四) 强化营养米生产	(161)
参考文献	(169)
附录一 稻谷质量指标 (GB 1350 - 2009)	(170)
附录二 优质稻谷质量指标 (GB/T 17891 - 1999)	(171)
附录三 大米质量指标 (GB 1354 - 2009)	(172)
附录四 25 型、15 型成套碾米机组工艺 流程图与设备	(173)
附录五 日产 100t 大米工艺流程图	(175)

一、稻谷与稻谷加工

(一) 稻谷

1. 稻谷的分类

我国稻谷种植具有悠久的历史,稻谷品种繁多,分布极广,全国各地都有种植。据不完全统计,全国稻谷品种达4万~5万个。

(1)按粒形分类 稻谷按粒形可分为籼稻谷和粳稻谷两大类。籼稻谷粒形细长而稍扁平,籽粒强度小,耐压性能差,易折断,加工时容易产生碎米,米质胀性较大而黏性较小。粳稻谷籽粒短而阔,较厚,呈椭圆形或卵圆形,籽粒强度大,耐压性能好,加工时不易产生碎米,米质胀性较小,而黏性较大。

(2)按生长期分类 在籼稻谷和粳稻谷中,根据其生长期的长短和收获季节的不同,又可分为早稻谷和晚稻谷两类。就同一类型稻谷而言,一般是早稻谷米粒腹白较大,硬质粒少,品质比晚稻谷差。早稻谷米质疏松,耐压性差;晚稻谷米质坚实,耐压性强。就米饭的食味而言,也是早稻谷比晚稻谷差。

(3)按淀粉性质分类 稻谷根据其米淀粉中直链淀粉和支链淀粉含量的不同又可分为糯性稻谷和非糯性稻谷两类。

非糯性稻谷直链淀粉含量高,米质黏性较小而胀性较大;糯性稻谷支链淀粉含量高,米质黏性大而胀性小。

(4)按糙米色泽分类 根据稻谷脱壳后糙米色泽的不同,稻谷又可分为普通稻和有色稻两类。

普通稻的糙米(颖果)皮层色泽为蜡白色或灰白色。有色稻是指糙米皮层带有特殊色泽的稻米。有色稻糙米表皮呈现红褐色、紫红色、紫黑色、乌黑色、绿色、咖啡色等颜色,其中以红皮和黑皮占绝大多数,但胚乳仍然为白色。有色稻也有粳、梗、黏、糯之别。有色稻营养价值高,但是品种数量不多。有色稻米通常以糙米进食。

(5)稻谷国家标准分类 我国国家标准计量局颁布的标准《GB1350-2009》将稻谷分为五类。稻谷分类及其特征如下。

①早粳稻谷:生长期较短,收获期较早的粳稻谷,一般米粒腹白较大,角质粒较少。

②晚粳稻谷:生长期较长,收获期较晚的粳稻谷,一般米粒腹白较小或无腹白,角质粒较多。

③梗稻谷:梗型非糯性稻谷的果实,糙米一般呈椭圆形,米质黏性较大胀性较小。

④粳糯稻谷:粳型糯性稻的果实,糙米一般呈长椭圆形和细长粒,米粒呈乳白色,不透明或半透明状(俗称阴糯),黏性大。

⑤梗糯稻谷:梗型糯性稻谷的果实,糙米一般呈椭圆形,米粒呈乳白色,不透明或半透明状,黏性大。

国标《GB/T17891-1999》将优质稻谷分为粳稻谷、梗稻谷、粳糯稻谷、梗糯稻谷四类。

2. 稻谷籽粒的形态结构

稻谷籽粒由颖壳(稻壳)和颖果(糙米)两部分组成,其形态如图 1-1 所示。

稻谷的颖壳包括内颖、外颖、护颖和颖尖四部分。内、外颖互相钩合包住糙米,起着保护糙米的作用。稻壳表面粗糙,生有许多麻点和长短不同的针状茸毛。稻谷受外力后,稻壳即脱落。

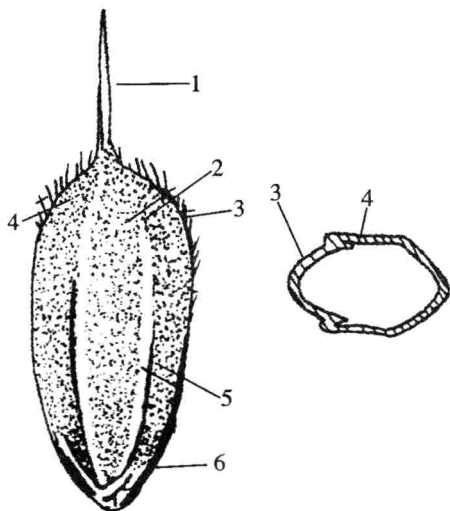


图 1-1 稻谷籽粒的形态示意图

1. 芒 2. 外颖 3. 内颖 4. 茸毛 5. 脉 6. 护颖

稻壳的外颖顶端尖锐,伸长成芒。芒的有无及长短随品种不同而异。稻芒对稻谷的清理效果和散落性有影响,容易造成加工机器的堵塞。

稻谷脱去稻壳后便是糙米。糙米由皮层、胚乳和胚三部

分组成,见图 1-2。胚位于糙米腹部的下端,胚与胚乳的连接不很紧密,在碾米时容易脱落。胚乳和胚都被皮层紧密地包裹着。糙米的皮层包括果皮、种皮、珠心层和糊粉层,这四部分总称为糠层。在碾米时,被碾下的糠层和胚称为米糠,去皮的颖果则称为大米。

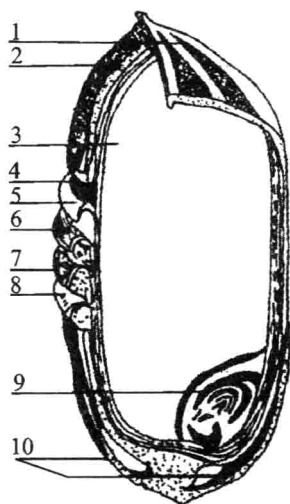


图 1-2 稻谷籽粒的结构示意图

1. 外颖 2. 内颖 3. 胚乳 4. 糊粉层 5. 种层 6. 内果皮
7. 中果皮 8. 外果皮 9. 胚 10. 护颖

糙米籽粒在未碾去皮层时,表面光滑,具有蜡状光泽,并有纵向沟纹 5 条(图 1-3),背上的一条叫背沟,两侧面上各有两条纵沟。纵沟纹的深浅随稻谷品种的不同而异,它对出米率有一定的影响。

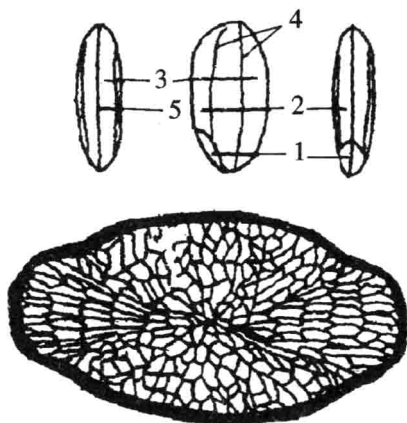


图 1-3 糙米籽粒的形态结构示意图

1. 胚 2. 腹部 3. 背部 4. 小沟 5. 背沟

碾米主要是碾去糙米的皮层,而纵沟内的皮层往往很难全部碾去,若要全部碾去,必然对胚乳造成很大的损伤。因此,在其他条件相同的情况下,如要达到同一精度(米粒表面去皮的程度),则纵沟越浅,皮层越易碾去,胚乳损失小,出米率就高;反之,出米率则低。

3. 稻谷的物理性质

稻谷的物理性质包括粒形、粒度、千粒重、密度、硬度以及谷堆的体积质量、孔隙度、散落性、自动分级、导热性、吸附性等。稻谷的物理性质与稻谷的加工过程有着十分密切的关联,它直接影响到谷物加工的产量、出率以及产品品质。

(1) 色泽、气味与表面状态 新鲜正常的稻谷,其色泽应是鲜黄或金黄色,糙米的色泽多为蜡白色或灰白色,有色糙

米呈自身应有的色泽。未成熟的稻谷和糙米,一般呈淡绿色。新鲜正常的稻谷或糙米,表面均富有光泽。稻谷和糙米的色泽变得灰暗,失去原有的正常光泽,属于不正常现象,加工中出米率降低,米质也变差。

稻谷具有特有的香味,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。储藏一段时间的稻谷,气味远比新鲜稻谷差,并且色泽较暗淡,无米香味。稻谷和糙米随着其新鲜度下降,都会失去原有的正常光泽和香味,降低成品粮的商品价值。

稻谷的表面状态是指稻谷表面粗糙或光滑的程度。表面毛糙的稻谷,脱壳和谷糙分离都比较容易。与籼稻谷相比,粳稻谷表面茸毛密而长,较粗糙,摩擦系数大;糙米表面均较光滑。所以,粳稻谷的谷糙分离要比籼稻谷容易一些。

(2) 粒形、粒度与均匀度

①粒形:粒形是指稻谷籽粒的形状。谷粒的形状多为椭圆形、卵圆形和细长形。

②粒度:粒度是指稻谷籽粒长、宽、厚的尺度。长宽比大于3者为细长粒形;长宽比小于3大于2者为长粒形;长宽比小于2者为短粒形。短粒形的稻谷在清理、砻谷、谷糙分离和碾米时都较长粒形稻谷容易。稻谷籽粒愈接近于球形,其长宽比愈小,则壳和皮所占籽粒的表面积就愈小,而胚乳的含量则相对增高,出米率就高;同时,籽粒愈接近于球形,耐压性愈强,加工时出碎率就少。所以粳稻的出米率比籼稻高,出碎率比籼稻低。

③均匀度:均匀度(又称整齐度)是指一批稻谷谷粒的粒

形和大小的均一程度。若稻谷粒度不均匀,会给加工带来许多麻烦,如清理、分级困难;砻谷轧距难以确定,脱壳率下降;碾米易出现糙白不匀,碎米升高,出米率下降等。因此,要求稻谷的类型、品种不互混,对于籽粒均匀度较差的稻谷,应考虑在加工中采取分级加工。

(3) 密度、体积质量与千粒重

①密度(稻谷加工行业习惯称为比重):密度是指一定体积谷粒的绝对质量与绝对体积之比。一般而言,凡是发育正常、充分成熟、粒大而饱满的谷粒,其密度必然较大;而发育不良、成熟不足、粒小而不饱满的谷粒,其密度就较小。胚乳角质率大的籽粒,结构紧密,密度较大;胚乳粉质率大的籽粒,结构较松,密度较小。不同类型的谷粒其密度不同。同一类型的谷粒,其密度也不完全相同。我国稻谷的密度一般是 $1.22 \sim 1.27 \text{ g/cm}^3$ 。

②体积质量(稻谷加工行业习惯称为容重):体积质量指单位体积中稻谷的质量。稻谷籽粒粒大、饱满、坚实、密度大、表面光滑无芒、粒形短圆,其体积质量大,出米率也较高。稻谷籽粒表面粗糙,密度较小,谷堆的孔隙度较大,其体积质量较小,出米率较低。稻谷的体积质量随品种不同而变化,一般在 $450 \sim 600 \text{ g/L}$ 。

③千粒重:千粒重是指 1000 粒稻谷所具有的重量。标准千粒重是指 1000 粒稻谷在含有规定水分状况下的重量。稻谷类型、品种和生长条件的不同,对于粒重有很大的影响。一般粒大、饱满、成熟而结构紧密的谷物,千粒重较大,反之则小。稻谷的千粒重愈大,其籽粒中胚乳所占比例就愈大,

出糙率、出米率也愈高。稻谷千粒重一般为 22 ~ 30g。千粒重在 28g 以上者为大粒, 20 ~ 24g 为小粒。粳稻谷的千粒重多为 25 ~ 27g, 籼稻谷的千粒重多为 23 ~ 25g。

(4) 硬度 稻谷籽粒的硬度又称为稻谷籽粒的强度。它是指谷粒抵抗外力破坏的最大能力。稻谷加工中, 当施加的外力超过或达到米粒的强度时, 谷粒即被破坏。强度大的籽粒, 加工中不易产生碎米。

籼稻谷籽粒细长, 粳稻谷籽粒较宽厚, 所以粳稻谷的强度比籼稻谷大。一般而言, 蛋白质含量高、透明度大的籽粒(角质粒)的强度比蛋白质含量低、胚乳组织松散、透明度小的籽粒(粉质粒)的强度大; 早稻谷腹白度较大, 而晚稻谷蛋白质含量高、腹白度小, 所以晚稻谷的强度比早稻谷大。成熟稻谷的强度大于不成熟稻谷。陈稻谷的强度低于新鲜稻谷。爆腰粒的强度均小于该品种的平均强度。

低水分谷粒的强度比高水分谷粒的强度大。水分高的稻谷, 碾米时出碎率高, 出米率低。含水量过低的稻谷, 加工时虽然有利于清理、脱壳、增加米粒强度, 但米粒脆性增加, 同样容易产生碎米, 同时皮层坚硬不易碾去, 将影响产品质量。

谷粒在冬季的强度比夏季大。温度在 0 ~ 5℃ 时, 谷粒强度最高。温度愈高, 谷粒强度愈低。夏季加工大米时, 由于气温高, 谷粒强度低, 容易产生碎米。

(5) 自动分级 稻谷粒群体在移动或振动过程中, 会发生性质相类似的组成部分趋向集聚于同一部位, 并且不同部位的谷粒在品质上发生差异, 稻谷出现的这种分级现象称为自动分级(图 1-4)。

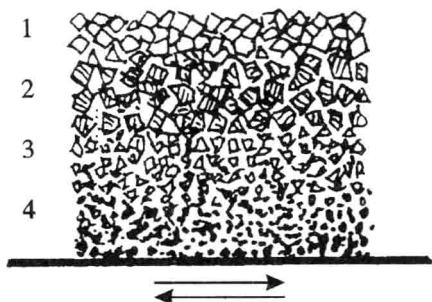


图 1-4 自动分级现象

1. 大而轻物料 2. 大而重物料 3. 小而轻物料 4. 小而重物料

谷粒产生自动分级与稻谷的密度、形状、大小、表面粗糙度、含杂数量等多方面因素有关。稻谷产生自动分级后,物料的上部为密度小、颗粒大、表面粗糙的物料,下部为密度大、颗粒小、表面光滑的物料。

稻谷形成自动分级的条件有三项:物料颗粒之间须有适宜的相对运动;适宜的料层厚度;适宜的分级时间。

在稻谷加工中有时要利用物料的自动分级,如去除并肩石、谷糙分离、白米分级除碎等,只有产生良好的自动分级,才会取得较好的工艺效果。有时要采取一定的措施防止物料的自动分级,如物料出仓。

(6) 稻谷谷壳率与出糙率 稻壳占净谷质量的百分率称为谷壳率。谷壳率的大小是随稻谷的类型、品种、粒形、产地、成熟度和饱满度等而变化的。我国籼稻谷含壳为 19% ~ 28%, 粳稻谷含壳为 16% ~ 25%, 短粒型稻谷的谷壳率低于长粒型稻谷的谷壳率。谷壳率高的稻谷,稻壳厚且包