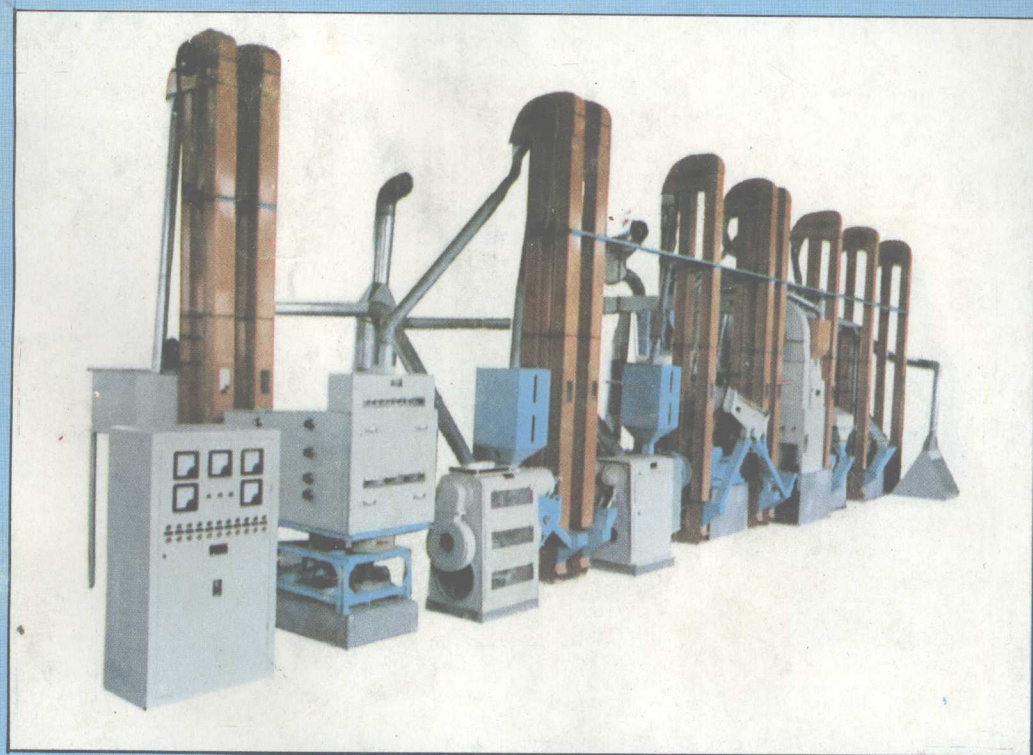




稻谷碾米

成套碾米工艺及操作维修

李曼君
曹海峰 编著
陈守康



湖北粮食机械厂



00083183

前 言

碾米工业与人民生活关系密切，它是从稻谷生产到大米供应过程中不可缺少的一个重要环节。碾米工业的不断发展和技术水平的不断提高，将有助于保证成品粮的供应，保障人民身体健康，相对地节约粮食加工的劳力，同时还可给国家节约粮食、积累资金，故碾米工业在国民经济中占有重要地位。

湖北粮机厂是全民所有制企业，是商业部门和湖北省定点生产成套碾米设备的骨干企业。产品畅销全国。近十多年来，成套设备，各种单机还远销亚、非、欧、美等16个国家和地区。产品主要有以“五丰”为商标的50型、30型成套碾米设备，NS·18，SM·18 SM125砂辊米机，NF14A，PM14喷风米机，WD110，DTG20/13，DTG26/16，DTG36/18系列提升机，初清筛，振动筛，去石机，LT25压砣紧辊砻谷机，谷糙分离机，白米分级筛，饲料机组，吸风除尘和气力输送以及各种附属设备及其配件。历年来，以上产品经消化吸收国内外先进技术，不断更新换代，已具有当代水平和中国特色而成为远销对路信誉中外的优质名牌产品。历年来销售量大，面广，影响深远。

从实际应用角度出发，根据工厂企业要求编写《稻谷加工——成套碾米设备操作维修》一书，书中着重介绍了稻谷加工的工艺、设备、和操作维修方法，是一本通俗易懂的工具书，具有较高的学习参考价值。通过本书的学习，掌握稻谷加工的基本理论和实际操作知识，能提高操作技术水平，充分发挥设备的生产能力，达到改善产品质量，提高出米率，增加产量，降低成本，提高经济效益的目的，把碾米生产技术水平提高到一个新的高度。

该书实用性强，既可作为各粮食加工厂技术工人的培训教材，也可作为各级管理人员，技术人员学习掌握稻谷碾米科学知识的参考书。是提高操作管理技术，促进粮食加工厂提高经济效益的得力助手。

参加编写本书的有武汉粮食工业学院李曼君（第一、二、三、四章）、陈守康（第五、六、八章及附录一、二、三）、湖北粮机厂曹海峰（第七章）。由湖北粮机厂厂长、工程师姚方，总工程师吴才俊两同志校审。

本书由于编写水平有限，时间仓促，难免有错误之处，敬请广大读者，批评指正。

编 者

一九八八年六月

淮阴粮食学校	
登录号	226574
分类号	TS212.46

目 录

第一章 稻谷的工艺性质及加工过程	(1)
第一节 稻谷的工艺性质.....	(1)
第二节 稻谷加工工艺过程简述.....	(14)
第二章 稻谷的清理	(16)
第一节 稻谷中杂质的种类及其清理方法.....	(16)
第二节 筛选除杂.....	(18)
第三节 风选除杂.....	(30)
第四节 比重法分选.....	(33)
第五节 磁选.....	(41)
第三章 砻谷及其产品分离	(43)
第一节 砻谷.....	(43)
第二节 谷壳分离及收集.....	(57)
第三节 谷糙分离.....	(60)
第四章 碾米及成品、副产品整理	(67)
第一节 碾米.....	(67)
第二节 成品及其副产品整理.....	(83)
第五章 运输设备	(87)
第一节 升运机的一般构造.....	(87)
第二节 升运机的工作过程.....	(87)
第三节 升运机的主要构件.....	(91)
第四节 升运机的运送量和功率消耗.....	(95)
第五节 升运机的操作和保养.....	(96)
第六节 湖北粮机厂生产的三种升运机.....	(97)
第七节 螺旋输送机的一般构造和应用范围.....	(103)
第八节 螺旋输送机的主要构件.....	(103)
第九节 螺旋输送机的运送量和功率消耗.....	(107)
第十节 螺旋输送机的操作和保养.....	(109)
第六章 通风除尘和气力输送	(110)
第一节 粉尘的危害和吸风量的确定.....	(110)

第二节	通风机	(115)
第三节	除尘器	(125)
第四节	除尘风网设计和计算	(131)
第五节	气力输送的主要设备	(143)
第六节	气力输送的设计和计算	(147)
第七章	日产50吨成套碾米设备	(166)
第一节	成套碾米设备的组成性能和特点	(166)
第二节	施工及安装	(170)
第三节	试车	(177)
第四节	各作业机的操作与维护	(179)
第五节	成套碾米设备的电器控制	(189)
第六节	30型成套碾米设备	(200)
第七节	成套碾米设备的发展及展望	(202)
第八章	碾米厂生产技术管理	(205)
第一节	概述	(205)
第二节	技术测定	(207)
第三节	生产检验	(208)
第四节	检验制度	(221)
第五节	设备检查和维修	(222)
附录一	稻谷和大米质量标准	(224)
附录二	碾米业工人技术等级试行标准	(228)
附录三	碾米工厂的操作	(236)

第一章 稻谷的工艺性质及加工过程

第一节 稻谷的工艺性质

稻谷是碾米工业的原料。我国盛产稻谷，产量占世界第一位，全国约有三分之二的人口以大米(即稻米)为主食，因此，碾米工业是我国粮食工业的重要组成部分。我国稻谷加工已有四千多年的悠久历史，随着现代工业生产技术的不断发展，我们在碾米工艺技术方面已经积累了许多宝贵的经验。在社会主义初级阶段，碾米工业对于保障供给，促进我国的现代化建设有着重要的作用。

稻谷的工艺性质，是指稻谷本身所具有的影响加工工艺效果的一些特性，主要包括稻谷籽粒的形状、构造、物理特性、结构力学性质和化学成分等。不同的稻谷具有不同的特性，同一品种的稻谷由于生长条件不同，其工艺特性也有很大的差异。这些特性，直接影响大米的质量、出米率、设备的产量和加工每吨成品大米所需的电耗。因此，稻谷的工艺特性，是碾米厂选择设备、组合工艺流程及调整操作指标的重要依据。全面了解稻谷的工艺性质及对加工的影响，有利于充分发挥设备作用，合理利用稻谷，降低电耗，在保证精度要求下提高出米率，使稻谷加工得到较高的经济效益。

一、稻谷的分类

根据我国国家标准计量局颁布并于1987年实施的六种粮食国家标准规定，我国的稻谷按粒形和性质分为籼稻谷、粳稻谷、籼糯稻谷和粳糯稻谷等四类。(标准详见附录一)。

粳稻谷籽粒短而阔，较厚，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，饭的粘性较大；籼稻谷籽粒细而长，呈长椭圆形或细长形，米粒强度小，耐压能力差，加工时易产生碎米，出米率低，米饭胀性大而粘性较小。

根据播种期、生长期和成熟期的不同，粳稻谷和籼稻谷又都可分为早稻、中稻和晚稻三类。就同一类型的稻谷而言，早稻谷米质疏松，耐压性差，碾磨过程中易产生碎米，出米率较低；晚稻米质坚实，耐压性优于早稻，碾磨过程中碎米较少，出米率较高。依食味而论晚稻米优于早稻米，口感舒适、富有弹性，更受消费者欢迎。中稻的品质、出米率一般居早稻和晚稻之间。

籼糯稻谷与粳糯稻谷的粒形分别具有籼稻和粳稻的外形特征，米质呈蜡白色，一般都不透明。糯糯米饭的粘性特别大，胀性特别小。

二、稻谷的物理特性

(一) 稻谷籽粒的形态及结构组成

稻谷的籽粒由颖(稻壳)和颖果(糙米)两部分组成,其形态结构如图1—1所示。

稻壳一般占稻谷籽粒重量的18~20%。包括内颖、外颖、护颖和颖尖(又称稻芒)四部分组成。内、外颖各一瓣,呈船底形,外颖较内颖略为长大,内、外颖沿边缘卷起成钩状,外颖朝里,内颖朝外,二者互相钩合包住颖果,起着保护颖果的作用。图1—2是稻谷的横断面,表示了稻谷内、外颖钩合的形式。

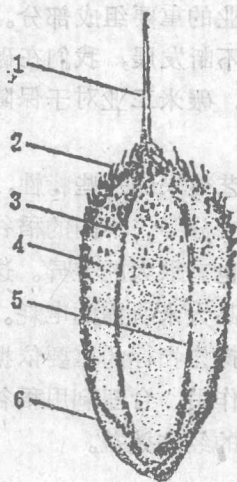


图1—1 稻谷籽粒形态

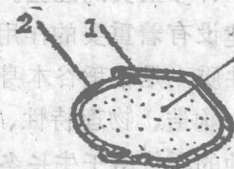
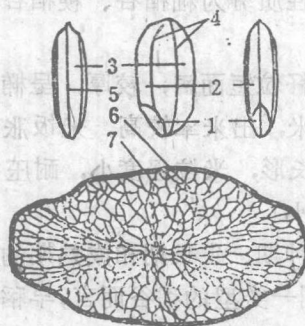


图1—2 内颖和外颖钩合的形式

1、芒 2、外颖 3、内颖
4、茸毛 5、脉 6、护颖

1、外颖 2、内颖 3、颖果

内、外颖表面粗糙,生有许多突点和长短不同的针状茸毛。内、外颖都生有纵向脉纹,外颖五条,内颖三条。外颖顶端尖锐,称为颖尖,或伸长而成芒。稻芒对稻谷的清理效果和散落性有影响,易造成加工机器的堵塞。稻颖不能食用,在稻谷加工过程中需经砻谷机脱去,脱下的颖称为稻壳,去掉稻壳的籽实称为颖果俗称糙米。



(断面放大)

图1—3 糙米形态结构

颖果(糙米)由皮层、胚乳和胚(胚芽)三部分组成,各部分的位置如图1—3所示。

1、胚(芽) 2、背部 3、腹部
4、纵沟 5、背沟 6、胚乳 7、皮层

糙米中胚乳占绝大部分,胚在颖果的下端,胚所在的一侧称为糙米的腹部,胚的对面一侧称为背部。皮层紧紧包裹在胚乳和胚的外面,胚芽与胚乳连接不甚紧密,碾米时

易于脱落。

糙米的皮层由果皮、种皮珠心层（又称外胚乳）和糊粉层等四层组成。果皮、种皮称为外糠层，占稻谷籽粒的1.2~1.5%，珠心层和糊粉层称为内糠层，占稻谷籽粒的4~6%。碾米时，被碾下的糠层称为米糠，去掉米皮的糙米称为大米。

糙米籽粒光滑，有蜡状光泽，成熟的糙米呈蜡白色或灰白色。当种皮内含有色素时糙米粒常呈深红或红褐色。糙米籽粒表面，有五条纵沟，背上的一条叫背沟，两侧面上各有两条纵沟，纵沟深浅随不同的稻谷品种而异，对出米率有一定的影响。碾米就是要碾去糙米的皮层，纵沟越深，皮层越难于碾去，碾制过程中对胚乳的损伤大，出米率就低，纵沟越浅，则出米率就高。

糙米被碾去皮层后即为大米，大米的主要组成部分是胚乳，胚乳约占稻谷籽粒的66~70%。胚乳中主要是淀粉，在淀粉粒的间隙中填充有蛋白质。填充的蛋白质多，则胚乳的结构紧密，米粒呈透明状；若填充的蛋白质较少，则胚乳的结构疏松，米粒呈半透明或不透明状。米粒中心不透明部分称为心白，腹部不透明部分称为腹白。

稻谷和糙米籽粒的形态结构特征见表1—1，稻谷和糙米籽粒各部分重量所占的百分比见表1—2。

稻谷和糙米籽粒的形态结构特征

表1—1

类型	特征	稻 谷			糙 米	
		颜色	粒 形	稻壳组织	胚 乳 结 构	纵沟深浅
籼 稻 谷	早	淡黄色	多为细长形或长椭圆形，少数较宽短	稻壳紧而薄，早稻最薄，茸毛稀而短或表面光滑，少数有芒，一般芒较短	腹白粒多，腹白大，组织疏松，脆弱易断，腹白粒少，腹白较小呈半透明状	稍 明 显
	中	黄色				
	晚	深黄色，常有细小褐色斑点			组织坚实，多为透明状，光泽好	
粳 稻 谷	早	淡黄色	多为椭圆形，少数阔卵圆形、宽而短，较厚	稻壳松而厚，晚稻最厚，茸毛密而长，少数有芒，一般芒较长	腹白大，组织疏松，脆弱易断，腹白粒少，腹白较小，呈半透明状	清 晰 明 显
	中	黄色				
	晚	金黄色有褐色花斑			籽粒饱满、整齐、坚实，多为透明状，光泽好	
糯 稻 谷	籼型	较籼稻略白	长椭圆形或细长形	与籼稻相似	呈乳白色或蜡白色，半透明或不透明，无腹白	不 明 显
	粳型	较粳稻略白	椭圆形	与粳稻相似		

稻谷和糙米籽粒各组成部分的重量比例(%) 表1—2

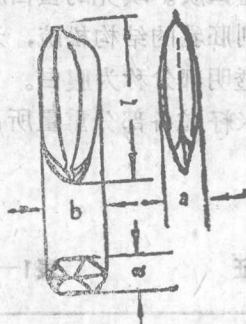
组 成 部 分 名 称	稻 壳	外 糠 层	内 糠 层	内 胚 乳	胚
稻 谷	20	1.5	4.5	72.0	2
糙 米	—	2.1	4.7	90.7	2.5

(二) 稻谷的粒形、粒度和整齐度

1. 粒形和粒度

稻谷籽粒的粒形,可用长、宽、厚三个尺寸表示,如图1—4。

稻谷的粒形根据长宽比例的不同可分为三种。



长度比宽度大于3者,为细长粒稻谷;
长度比宽度大于2而小于3者为长粒稻谷;

长度比宽度小于2者为短粒稻谷。

一般情况下,籼稻谷的粒形属于前两类,而粳稻谷的粒形大部分属于后一类。

在加工过程中,对短粒形稻谷的清理,砻谷、谷糙分离和碾米都较长粒形稻谷容易。而且短粒形稻谷的稻壳率与皮层所占

图1—4

1—长度、b—宽度、a—厚度

的比例少,胚乳含量则相对增高,加上短圆形稻谷的耐压性能较细长粒好,加工时出米率高。这就是粳稻谷出米率比籼稻谷高,碎米率比籼稻谷低的重要原因。

2. 整齐度:

所谓整齐度,是指稻谷粒形和大小的均匀程度。在稻谷加工过程中,粒形和粒度是合理选用各种筛孔(清理筛、谷糙分离筛、分白米级筛)的依据,也是正确调整设备操作的重要依据之一。粒度、粒形很不一致,必然导致整个碾米工艺的技术参数难以制定,给生产带来较大的困难。故大米加工厂要严防粒形不同稻谷和粒度相差悬殊的稻谷混杂加工。按不同的粒形和粒度分开保管,分别入机加工才是科学的管理办法。

(三) 稻谷的千粒重、比重和容重

1. 千粒重:

千粒重是指一千粒稻谷所有的重量。以克为单位。随着稻谷的类型、品种和生长条件不同,千粒重大小也不同。一般粒度大,粒度饱满,正常成熟,胚乳结构紧密的稻谷千粒重较大,反之千粒重就小。因此,千粒重是衡量稻谷是否充实饱满的重要指标。水分大的稻谷千粒重也大,但这是不真实的现象,所以通常所说的千粒重是指在自然状态下风干后谷粒的千粒重。

稻谷的千粒重在15克~43克之间，通常为22克~30克。28克以上者为大粒稻谷，24~28克之间者为中粒，20克~24克者为小粒稻谷，20克以下者为极小粒稻谷。粳稻谷的千粒重一般25~27克，籼稻谷的千粒重多为23~25克。

在其它条件相同的情况下，千粒重愈大的稻谷其出糙率也愈高。这就体现了千粒重所表示的稻谷加工工艺品质的实质。稻谷千粒重与出糙率的关系见表1—3。

稻谷千粒重与出糙率的关系 表1—3

稻谷千粒重(克)	20.51	21.43	21.66	23.32	25.08	25.39	25.58
出糙率(%)	79.50	79.79	80.21	81.07	81.90	82.09	82.57

2. 比重

比重是指稻谷籽粒单位体积的重量。不同类型的稻谷粒其比重不同，就是同一类型的稻谷粒，由于生长条件不同，其比重也不一样。比重的大小，同样决定于籽粒的粒度、饱满程度、成熟程度和胚乳结构。稻谷籽粒内部各种组成部分中，胚乳占谷粒重量的绝大部分，因此，胚乳所占的比例是影响稻谷比重的重要原因。胚乳结构也与比重有重要关系。胚乳角质率越大，则稻谷的比重就大，胚乳的腹白率越大，米粒结构疏松，则比重较小。比重大的稻谷出米率必然较高，故比重也是评定稻谷工艺性质的指标。稻谷中各组成部分的比重见表1—4，糙米比重与角质率的关系见表1—5。

稻谷中各组成部分的比重 表1—4

稻谷各组成部分	矿物质	淀粉	纤维素	蛋白质	水	脂肪
比重	2.50	1.48~1.61	1.25~1.40	1.24~1.31	1	0.92~0.93

糙米比重与角质率的关系 表1—5

角质率%	95.34	95.0	84.0	61.30
糙米比重	1.397	1.395	1.379	1.352

3. 容重

容重是单位容积中所装的稻谷的重量，与比重不同的是它把稻粒间的空隙也算在容积之中。容重的单位为克/升或公斤/米³。容重大小取决于谷粒的比重和谷堆的孔隙度，比重大的稻谷容重大，孔隙度大的稻谷容重小。长宽比愈大，籽粒愈细长则孔隙度愈大，其容重就愈小。籼稻属细长粒或长粒，故容重较粳稻小。粒大、饱满、坚实而比重大的稻谷籽粒容重大，其出米率也高，因此，容重是评定稻谷工艺性质的一项重要指标。一般质量好的稻谷，其容重在560公斤/米³左右。各类稻谷及其加工产品的容重见表1—6。容重不仅可作粮食的品质标准，在工艺设计中，也是计算运输设备、仓斗容积的依据。

稻谷及其加工产品的容量

表1—6

名 称	容重 (公斤/米 ³)	名 称	容重 (公斤/米 ³)
无芒粳稻	560	粳 米	800
普通有芒粳稻	512	籼 米	780
长芒粳稻	456	大 碎 米	675
籼 稻	584	小碎米 (粳)	365
糙 粳 米	770	细 糠	274
糙 籼 米	748	谷 壳	120

(四) 稻谷的谷壳率、出糙率和糙米皮层厚度

1. 谷壳率:

稻谷的谷壳率,是指稻壳重量占稻谷籽粒重量的百分比。它随稻谷的类型、品种、粒型、成熟和饱满程度的不同而不同。一般是粒大、饱满、成熟度好的稻谷谷壳率低,粒小、芒长、成熟度差的稻谷谷壳率高。粳稻的谷壳率约18%,籼稻的谷壳率约20%,早稻的谷壳率较高,晚稻的谷壳率较低。谷壳率低的稻谷出糙率高,随之稻谷的出米率也高。

2. 出糙率:

出糙率是指稻谷脱壳后,所得的糙米重量占稻谷总量的百分比。稻谷的出糙率,除了直接与谷壳率有关外,还与稻谷中的不完善粒有关。在不含不完善粒和脱壳时糙米籽粒完全不破碎的情况下,出糙率+谷壳率=100%。

但是稻谷中不含不完善粒,以致在砻谷机生产过程中不产生碎米的情况是不可能的,因此,生产中的出糙率应该是:

$$\text{出糙率}\% = 1 - \text{谷壳率}\% - \text{糙碎率}\%$$

上面两式说明,谷壳率低是出糙率高的重要原因,同时在生产过程中只有尽量降低或不出糙碎,才能得到稻谷本来就具有的出糙率。

稻谷的成熟程度越差,不完善粒越多,籽粒越不饱满,则加工过程中极易产生断头、糙米粳或碎米,故其出糙率就越低,当然不饱满的稻谷谷壳率本来就高也是出糙率不高的重要原因。一般说,早稻的成熟程度与饱满程度都较晚稻差,因此,晚稻的出糙率一般比早稻高。

出糙率与谷壳率是我国评定稻谷等级的基础。我国几种不同类型、品种稻谷的谷壳率与出糙率见表1—7。

3. 糙米皮层厚度

糙米表面被一层米皮包裹,糙米皮越厚,则碾米过程中应碾去的皮层所占糙米的百分比就越大,即出糙率越大,碾后所得到的大米的比例就少。所以,在其他条件相同的情况下,米皮越薄,出糙率越低,则出米率也就越高。表1—8是几种稻谷的米皮厚度。从表

中可知陆稻糙米的皮层薄，水稻糙米的皮层却较厚。一般情况下，粳稻糙米的皮层薄，籼稻糙米的皮层厚；糙米色泽浅的皮层薄，色泽深的皮层厚。红色糙米的皮层最厚故也最难于碾去。同时，由于糙米的皮层厚碾去困难，需要较大的压力，碎米也会增加，因此，糙米皮层厚度是影响出糙白的主要因素之一。

不同类型、品种稻谷的谷壳率和出糙率(%) 表1—7
(平均值)

类 别	晚 粳	中 粳	中	籼	早 籼
品种名称	鄂晚3号	南京六号	六九一	珍珠矮	广陆矮
谷 壳 率	19	20.25	21.61	21.5	21.34
出 糙 率	79.2	78.63	77.08	77.09	77.4

不同种类糙米皮层厚度 表1—8
(单位：微米)

类 别 皮 层	水 稻					陆稻
	白 色	茶 色	青 色	红 色	糯 稻	
外 糠 层	12.25	15.25	17.25	18.20	11.20	9.40
内 糠 层	32.25	31.25	31.00	38.00	36.20	34.90
全 糠 层	44.50	46.50	48.25	56.20	47.40	44.30

不同品质的糙米，其皮层厚度不同。见表1—9。

不同品质糙米的皮层厚度 表1—9
(单位：微米)

皮 层	全糠层	外糠层	内糠层	占整个皮层的%	
				外糠层	内糠层
上等糙米	42.3	9.4	32.9	22.2	77.8
中等糙米	43.4	10.2	33.2	23.2	76.8
下等糙米	48.5	11.9	36.6	24.6	75.4

糙米皮层的厚度与稻谷的成熟程度有很大的关系，见表1—10。成熟较好的稻谷米皮薄、出糠率低，出米率较高。

不同成熟度糙米的皮层厚度

表1—10

(单位:微米)

成熟度	皮层	全糠层	外糠层	内糠层	占整个皮层的%	
					外糠层	内糠层
乳熟期		48.5	19.5	29.0	40.2	59.8
黄熟期		44.8	12.9	31.9	28.8	71.2
完熟期		45.4	10.8	34.6	23.7	76.3

(五) 糙米籽粒的胚乳结构

糙米籽粒的胚乳,可分为角质结构与粉质结构。从胚乳的化学成分分析,这主要取决于胚乳中淀粉粒之间所填充的蛋白质的多少。填充的蛋白质越多,淀粉被挤压得越密实,则表现为胚乳的结构坚硬而透明,断面平滑呈蜡质状,称为角质胚乳。反之,淀粉疏松断面呈粉状,粗糙不平滑,色泽白,称为粉质胚乳。粉质部分在糙米的腹部形成腹白,在糙米中心部分形成心白,腹白和心白的大小称为腹白度。

腹白度大的糙米粒,胚乳疏松、耐压性能差,在加工过程中易造成碎米,故腹白大的糙米出米率低,角质粒的糙米出米率高。同时,由于粉质部分的蛋白质含量少、淀粉较多,食味也较角质米粒差,因此,糙米的胚乳结构对糙米的品质鉴定极为重要。大米粉质部分与角质部分的化学成分见表1—11。

大米的角质部分与粉质部分的化学成分的比较(%)

表1—11

胚乳结构	化学成分				
	蛋白质	脂肪	淀粉	粗纤维	灰分
角质部分	12.50	0.37	78.85	0.76	0.56
粉质部分	9.46	0.46	83.40	0.79	0.50

(六) 爆腰率

所谓爆腰是指糙米籽粒上有横向裂纹,而爆腰率则是指爆腰的稻谷粒占稻谷籽粒的百分比。

稻谷的爆腰籽粒,在砻谷、碾米过程中,受到一定的压力和冲击力的作用,易于折断而形成碎米,碎米率是降低出米率、影响生产效益的重要因素,故爆腰率也是评价稻谷工艺品质的重要指标。爆腰率高的稻谷和裂纹较深的稻谷,不宜加工高精度大米。

稻谷产生爆腰原因很多,如气候干旱、病害、迟收、机械打击、撞击(收割之中),水分过高而受到急剧的干燥和急剧的冷却,都可能使稻谷粒产生爆腰。特别是细长形的稻谷,在收、打、运、晒过程中更易形成爆腰,在砻碾过程中更易产生碎米。

三、稻谷和糙米的力学特性

在稻谷加工过程中,籽粒受到加工机械的作用力后,所表现出的抵抗承受能力,称为稻谷的结构力学性质。稻谷抵抗、承受机械力的能力与籽粒内部结构的密实程度及粒形有密切关系。同时也与作用力的性质有关。研究并根据稻谷籽粒各部分的力学性质,合理安排工艺流程及调整操作,有利于在加工过程中保持米粒完整、尽量减少碎米、提高出米率从而达到良好的经济效益。

(一) 稻谷各组成部分的力学性质

1. 颖(稻壳):

稻壳主要由粗纤维和二氧化硅组成,质地坚硬,能承受一定的机械作用力,对米粒能起保护作用。

2. 胚(胚芽):

胚的细胞壁很薄,细胞内主要是具有胶体性的原生质。胚的强度不大但具有韧性,在加工时易压扁而不易碎裂。胚与胚乳结构松散,碾米时易脱落。

3. 米皮层

皮层主要由纤维、半纤维和木质素组成,含有脂肪,易于吸水,具有一定的韧性。碾米时,吸水湿润的米皮柔软,增加韧性,易于压成片状而被碾去,干燥的皮层则脆性增加,表面光滑减少摩擦,增加了碾米的难度。

4. 胚乳:

胚乳的细胞壁中,主要是淀粉粒,蛋白质在淀粉之间起着粘结的作用。这就使胚乳既具有一定的抵抗外力的强度,和在一定外力作用下表现出不同程度的脆性。

(二) 糙米籽粒的受力性能

糙米籽粒受到外力作用时,会产生变形,同时也表现出相应的抵抗外力的能力。当外力增加到抵抗力的最大极限时,籽粒即被外力所破碎。这种抵抗变形和破碎的能力,称为米粒的强度(又称硬度)。其大小以每粒米所能承受的公斤数表示。

米粒的强度可用米粒硬度计测定。一般将米粒放在两个试压面之间,采用静荷重的形式,对米粒施加压力并逐渐增加荷重,直到米粒出现爆腰,此时的荷重数值称为米粒的抗压强度。继续增加荷重到米粒突然破碎,此时的压力荷重数值,称为米粒的抗破碎强度。图1—5是试验米粒抗压、抗弯、抗剪三种不同强度的试验工作情况。



a. 抗压工作面 b. 抗弯工作面 c. 抗剪切工作面

图1—5 施压工作形式

表1—12是不同品种糙米粒的抗弯、抗剪强度。表1—13是不同品种糙米粒各方向的抗破碎强度。不同类型糙米的抗压强度见表1—14。

不同品种糙米粒的抗弯、抗剪强度（公斤） 表1—12

糙米品种名称	抗弯强度	抗剪强度
选271	3.16	1.55
苏梗7号	2.83	1.46
苏梗2号	2.18	1.27
昆稻2号	2.19	1.24
农桂早57	2.41	1.50
早单8号	2.34	1.73
77—312	1.56	1.26

不同品种糙米粒的各向抗破碎强度 表1—13

糙米品种名称	类型	产地	水分 (%)	不同受压方向的抗破碎强度(公斤)		
				平卧	侧卧	竖立
选271	糯稻谷	苏州地区	16.31	5.72	4.09	4.36
苏梗7号	中梗	苏州地区	16.75	5.84	5.70	4.93
苏梗2号	晚梗	苏州地区	17.29	7.33	4.61	2.92
昆稻2号	晚梗	苏州地区	17.84	5.60	4.16	4.08
农桂早57	晚梗	苏州地区	15.58	6.95	4.93	3.48
早单8号	晚梗	苏州地区	15.98	7.21	4.47	3.55
77—312	晚梗	苏州地区	17.82	5.15	4.39	3.47

不同类型糙米粒的抗压强度（公斤） 表1—14

类型	早	中	晚
籼糙米	5.3—7.0	5.4—7.1	5.4—7.7
粳糙米	6.7	6.1—8.2	6.2—10.3

由表可知：

1. 稻谷的类型对糙米的抗压强度有较大的影响。晚稻的抗压强度大于中稻，中稻的抗压强度大于早稻。

2. 糙米粒的抗压强度大于抗弯强度，而抗弯强度大于抗剪强度。

3. 同一糙米粒不同方向的抗破碎强度不同。平卧受压的抗破碎强度最大，侧卧受压的抗破碎强度居中，竖立方向受压的破碎强度最小。

(三) 影响米粒抗压强度的因素：

1. 不同类型的稻谷其抗压强度不同。粳稻粒形短而较宽厚，籼稻粒形细而长，粳稻的抗压强度大于籼稻。

2. 早稻腹白较大，胚乳组织疏松，晚稻腹白小，蛋白含量高，胚乳组织坚实，晚稻的抗压强度大于早稻。

3. 稻谷品种和胚乳结构对抗压强度的影响也很大。角质粒的抗压强度高，粉质粒的抗压强度低。在粉质粒中腹白粒的强度又较心白粒的强度大，爆腰粒的强度低于平均抗压强度。

4. 稻谷水分是影响糙米强度降低的重要原因。稻谷水分增加时，籽粒的抗压、抗弯、抗剪强度均下降。但在新的水分条件下，仍保持了抗压强度最大，抗弯强度居中和抗剪强度最小的特点。水分超过17%以上时，籽粒的强度急剧下降，实践证明，水分高的稻谷加工过程中产生的碎米多，出米率低而且电耗增高。

水分过低，不仅皮层坚硬，表面光滑不易碾去，且籽粒脆性增加，亦容易产生碎米。为保证大米的质量，提高出米率，国家对稻谷和大米的质量都有严格的规定。根据经验，入机稻谷的水分应控制在14.2~14.5%，采用喷风碾米时稻谷水分可控制在14.5~14.8%，才能保证大米有15%的水分。水分过高的稻谷应先经过干燥处理后才能入机加工。

5. 温度对糙米籽粒抗压强度的影响见表1—15。

温度对糙米粒抗压强度的影响

表1—15

谷 类 型	水 分 (%)	温 度 (℃)	抗 / 压 强 度 (公斤)			
			爆 腰	破 碎	爆 腰	破 碎
粳 稻 谷	12.4	—20	10.91	12.54	6.39	7.81
		0	12.25	13.22	7.37	8.79
	18.0	20	11.23	12.08	6.78	8.06
		30	10.66	11.46	5.73	7.81

米温愈高，米粒的强度则愈低，加工时易产生碎米，这就是温度对米粒强度的影响。

上面所述的各种影响米粒强度的因素说明，在稻谷加工时，首先要采取措施降低稻谷的水分和温度，提高稻谷糙米的强度。同时采用适当的加工方法，调整操作措施，降低加

工压力、降低碾米温升，特别注意减少米粒受到剪切和冲击，以尽力减少碎米提高出米率。

四、稻谷的化学成份:

稻谷的化学成分主要有水分、蛋白质、脂肪、淀粉、粗纤维、矿物质和维生素等。各种成分的含量比例，因品种、生长条件和成熟程度的不同而不同。稻谷和稻谷各种组成部分的化学成分见表1—16和表1—17。

稻谷的化学成分(湿重%) 表1—16

类别	品种	产地	水分	蛋白质	淀粉	粗脂肪	粗纤维	灰分
籼稻	玻璃占	广东	11.60	6.81	64.70	2.64	8.54	5.71
粳稻	民坊300号	河北	11.03	6.93	68.20	2.23	7.09	3.75

稻谷籽粒各部分的化学成分(%) 表1—17

部分	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	12.4	7.6	0.3	78.8	0.4	0.5
胚	12.4	21.6	20.7	29.1	7.5	8.7
米糠	13.5	14.8	18.2	35.1	9.0	9.7
稻壳	8.49	3.56	0.93	29.38	39.05	18.59

稻谷经过加工,去掉了稻壳、米皮,由于机械力的作用胚芽也被脱落下来,作为稻谷加工的成品——大米,其化学成分见表1—18。

大米的化学成分(%) 表1—18

类别	水分	淀粉及糖分	蛋白质	脂肪	纤维素	矿物质
粳稻米	14.03	77.64	6.42	1.01	0.26	0.61
籼稻米	13.21	77.50	6.47	1.76	0.2	0.86
糯米	14.62	76.26	6.69	1.44	0.21	0.79

比较稻谷和大米的化学成分,大米的淀粉成分比稻谷有明显的增加,而蛋白质、脂肪,纤维素成分则比稻谷减少,尤其是粗纤维的含量则更是微量的。这一变化正是加工过

程中剥去稻谷的壳，碾去糙米的皮后产生的，粗纤维的减少才有利于人们消化吸收稻谷中的有益成分。

1、水分

稻谷水分含量的高低，对加工的影响很大。水分过高的稻谷，在加工过程中降低稻谷的流动性，自动分级性能受到影响，造成清理和谷糙分离的困难。水分增加了谷壳的韧性，降低脱壳效率。同时水分高还会降低糙米的强度，增加砻碾过程中的碎米率。此外，还会增加加工稻谷的动力消耗，增加加工成本。水分过低，虽有利于脱壳，但也会使籽粒变脆，同样容易产生碎米，降低出米率。

稻谷籽粒内部的水分分布是不平衡的，一般情况是胚的水分大于皮层，皮层水分大于胚乳，而谷壳的水分含量最低，这对稻谷脱壳是一个有利条件。稻谷各组成部分的水分分布见表1—17。

2、蛋白质

蛋白质是构成一切生物体生命现象的最基本的物质基础，具有构成或修补人体各组织、调节生理机能和供给热量的功能。稻谷中的蛋白质主要分布在胚(芽)和糊粉层中，胚乳中的蛋白质较少。胚乳中蛋白质的含量越高，籽粒强度越大，耐压能力也越强，加工时碎米率也越少。

3、脂肪

脂肪就是油脂，是人体不可缺少的重要成分。稻谷中的脂肪含量一般为2%左右，大部分集中在稻米的胚和糊粉层中。稻谷的脂肪，多为不饱和脂肪酸，容易氧化变质，当米粒经碾制受热后，更会加速不饱和脂肪酸的氧化过程，因此，成品大米不适于长期保管。

4、淀粉

淀粉是白色的小颗粒，极易为人体消化吸收。稻谷中的淀粉含量最多，一般在70%左右，大部分存在于胚乳之中，是人体热能的主要来源。加工时应尽量减少淀粉的损失，以提高出米率。

5、矿物质(灰分)

粮食中的矿物质，主要是指钾、镁、铁、钙、钠、硅、磷、硫、氯等元素。它是构成人体某些组织系统(骨骼、齿、血和肌肉等)所不可缺少的成分，并能起调节生理机能的作用。稻谷的矿物质主要分布在稻壳、胚及皮层中。胚乳中的矿物质含量极少(约0.5%)，主要为磷化物、约0.2~0.3%，其他为钾化合物和微量的镁、钙铁和铜。稻谷中的矿物质元素，在燃烧时以氧化物的形态变为灰分。所以大米的灰分含量可间接反映大米的碾白程度。

6、维生素

维生素是人体不可缺少的物质。缺少维生素时会引起相应的症状。稻谷中的维生素主要存在于稻米的胚和糊粉层的细胞里。以维生素B₁(硫胺素)、维生素B₂(核黄素)等B族维生素为最多。食物中缺乏上述维生素，就会引起皮肤粗糙，生长停滞、並罹生一种多发性神经炎脚气病。在碾米时，大米维生素的含量随着精度的提高而减少。所以大米的精度不宜过高，适当地保留胚和糊粉层，可保存一定量的维生素。淘洗米粒时