

中等粮食学校试用教材

# 粮食机械

黑龙江科学技术出版社



中等粮食学校试用教材

# 粮 食 机 械

上海市粮食学校 主编

黑龙江科学技术出版社

一九八三年·哈尔滨

中等粮食学校试用教材

**粮 食 机 械**

上海市粮食学校 主编

---

黑龙江科学技术出版社出版

(哈尔滨市南岗区分部街28号)

佳木斯印刷厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本787×1092毫米1/16·印张 22 4/8·字数492千

1983年10月第一版·1983年10月第一次印刷

印数：1—14,000

---

书号：15217·094

定价：2.35元

## 编 审 说 明

本书是根据中等粮食学校粮食机械专业教学计划对《粮食机械》课程的教学要求而编写的。

本书由上海市粮食学校主编。参加编写的有武汉粮食工业学院张务达同志(第二章),北京市饲料公司施连澄同志(第七章),上海油脂四厂陈永楠、吴冠春、朱华晋同志(第六章),上海市粮食学校房文涛、邢锡文、章清华、寿明道同志(第一、三、四、五、八章)。最后由上海市粮食研究所张行同志负责校审。

北京市粮食学校陆元常等同志多次参加本书书稿的讨论,提出了许多修改意见,谨致谢意。

本书经我们审定,可作为中等粮食学校的试用教材。也可供有关单位的技术人员和工人参考与学习。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

# 绪 言

粮食机械是粮食加工工业的主要作业机械，包括粮食的清理、脱壳、碾磨、粉碎等机械设备。这些设备同粮食的输送机械、通风设备和传动设备等，组合成粮食加工的连续化生产。

粮食机械的产生和发展是与人类的生产斗争、科学研究分不开的。我国地大物博，历史悠久，在粮食加工的机具方面，自古以来就有很多创造与发明。但较全面的文字记载是1313年王桢所撰的《王桢农书》和1637年宋应星所著的《天工开物》。如对粮食的清理，发明了风扇车；稻谷的脱壳使用土砬、木砬进行；榨油用楔式榨具及用石磨磨粉等。后来又逐渐由人力发展到利用水力和畜力作动力，进行粮食加工，大大提高了生产效率。

解放前，由于社会制度的腐败，我国没有粮食机械制造工业，粮食加工工业所使用的机械设备都要依靠进口。解放后，在党和国家的重视下，在新建、扩建、改建粮食加工厂的同时，大力发展了粮食机械制造工业。目前，在生产粮食机械设备方面，不仅能满足国内的需要，而且还能生产可供出口的成套粮食机械设备。

发展粮食加工工业是国家建设和人民生活的需要，粮食加工厂在完成生产指标的同时，必需提高粮食产品的质量和出品率，节约能源消耗，改善工人劳动条件。因此，从事粮食机械制造工业的广大工人、科技人员，要根据党和国家的方针政策，研究设计并制造适合我国特点的、低消耗高效能的、先进新颖的粮食加工机械。同时，根据国家大力发展粮油食品工业的要求，应为加工生产各种复制食品提供相应的机具，为实现粮食加工工业的现代化而努力。

# 目 录

绪 言	
第一章 粮食与粮食机械	1
第一节 粮食的形态与结构	1
一、稻谷	1
二、小麦	2
三、玉米	3
四、油菜籽	4
五、大豆	5
第二节 粮食的物理特性与化学成分	5
一、粮食的物理特性	5
二、粮食的化学成分	10
第三节 粮食机械的种类和用途	11
第二章 粮食清理机械	13
第一节 筛选机械	13
一、振动筛	13
二、高速振动筛	26
三、初清筛	32
四、除杂圆筛	37
第二节 精选机械	39
一、碟片精选机	39
二、抛车	46
第三节 比重去石机及筛选去石组合机	49
一、比重去石机	49
二、筛选去石组合机	55
第四节 刷打机械	57
一、立式打麦机	57
二、擦麦机	61
三、刷麦机	64
第五节 洗麦机	66
一、立式洗麦机	66
二、去石洗麦甩干机	71
第六节 风选设备	75
一、风选原理	75
二、吸风分离器	77

第七节 磁选设备	79
一、磁选原理	79
二、磁选设备	79
第八节 清理流程简述	82
一、清理工艺的制定与内容	82
二、清理工艺流程的组成与表示方法	83
三、典型的清理工艺流程	84
<b>第三章 粮食干燥机械</b>	<b>86</b>
第一节 粮食烘干的原理和要求	86
一、粮食烘干的原理	86
二、粮食的干燥过程	87
三、粮食烘干的要求	87
第二节 圆筒烘干机	93
一、圆筒烘干机的工作原理	93
二、圆筒烘干机的主要构件	94
三、圆筒烘干机的主要参数	97
第三节 流化烘干机	99
一、流化烘干机的工作原理	99
二、流化烘干机的工作过程	99
三、流化烘干机的主要构件	101
四、流化烘干机的主要参数及设计	101
第四节 冷却设备	103
一、缓苏逆流冷却塔	103
二、通风冷却仓	105
<b>第四章 碾米机械</b>	<b>107</b>
第一节 砻谷机	107
一、砻谷机的种类及性能	107
二、胶辊砻谷机	109
三、脱壳原理与主要参数的确定	128
四、保养与维修	135
第二节 谷糙分离筛	136
一、谷糙分离筛的作用和分离原理	136
二、谷糙分离溜筛	137
三、选糙平转筛	141
四、保养与维修	150
第三节 碾米机	151
一、碾米机的基本原理	151
二、铁辊筒碾米机	152
三、NS型砂辊碾米机	158
四、碾米机主要参数的确定	161
第四节 碾米工艺简述	166

一、碾米工艺简述	166
二、工艺流程图	167
<b>第五章 制粉机械</b>	<b>171</b>
<b>第一节 磨粉机</b>	<b>171</b>
一、磨粉机的作用	171
二、磨粉机的类型与一般结构	171
三、FMS型磨粉机	172
四、MQ型磨粉机	182
五、磨粉机技术参数的确定	188
六、磨粉机的保养与维修	198
<b>第二节 平筛</b>	<b>200</b>
一、平筛的作用与筛面	200
二、高方平筛	203
三、双筛体平筛	211
四、平筛技术参数的确定	214
五、平筛的保养与维修	221
<b>第三节 刷麸机</b>	<b>222</b>
一、刷麸机的工作原理与结构	222
二、刷麸机的主要部件	223
三、刷麸机的技术性能与参数	226
四、刷麸机的保养与维修	227
<b>第四节 清粉机</b>	<b>228</b>
一、清粉机的工作原理	228
二、清粉机的结构与主要部件	229
三、清粉机的技术性能与参数	231
四、清粉机的保养与维修	233
<b>第五节 制粉工艺简述</b>	<b>234</b>
一、小麦制粉	234
二、制粉生产工艺流程图的画法	235
<b>第六章 榨油机械</b>	<b>239</b>
<b>第一节 剥壳机</b>	<b>239</b>
一、圆盘式剥壳机	239
二、刀板式剥壳机	243
<b>第二节 轧胚机</b>	<b>246</b>
一、轧胚的目的	246
二、轧胚的要求	246
三、立辊轧胚机	247
四、对辊轧胚机	253
五、轧胚机的操作与维修	258
<b>第三节 立式蒸炒锅</b>	<b>259</b>
一、蒸炒锅的工作原理与结构	259
二、蒸炒锅的计算	261



三、圆柱立式蒸炒锅的规格	267
四、圆柱立式蒸炒锅的操作与维修	267
<b>第四节 螺旋榨油机</b>	<b>268</b>
一、95型螺旋榨油机	268
二、200型螺旋榨油机	277
<b>第五节 榨油工艺简述</b>	<b>287</b>
一、榨油工艺概况	287
二、榨油工艺流程的表示方法	288
三、榨油的工艺流程	288
<b>第七章 饲料加工机械</b>	<b>297</b>
<b>第一节 粉碎机</b>	<b>297</b>
一、粉碎机的作用与类型	297
二、锤式粉碎机的工作原理与一般结构	300
三、9 FQ-60型锤片式粉碎机	302
四、维修及故障排除	307
<b>第二节 配料计量器</b>	<b>308</b>
一、配料计量的作用和方法	308
二、容积式配料器	309
三、重量式计量器	313
<b>第三节 饲料混合机</b>	<b>317</b>
一、饲料混合机的作用与要求	317
二、立式混合机	319
三、卧式混合机	321
<b>第四节 饲料制粒机械</b>	<b>324</b>
一、环模压粒机	325
二、其他辅助设备	329
<b>第五节 饲料加工工艺简述</b>	<b>331</b>
一、饲料加工的原料和产品	331
二、配合饲料的加工过程	332
三、饲料加工工艺流程图	335
四、饲料工业的发展	337
<b>第八章 粮食机械设计概述</b>	<b>340</b>
<b>第一节 设计工作的目的与要求</b>	<b>340</b>
一、粮食加工工艺的要求	340
二、机械结构的要求	341
三、工艺操作和维修的要求	342
四、安全和卫生的要求	343
<b>第二节 设计工作的一般步骤与方法</b>	<b>344</b>
一、设计的准备	345
二、设计的过程	345
三、验证和修改	347
<b>第三节 粮食机械产品技术文件的编写</b>	<b>347</b>

一、计划任务书.....	348
二、研究设计方案.....	348
三、试验或实验报告.....	348
四、设计说明书.....	348
五、产品质量标准.....	349
六、生产试验报告.....	349
七、使用说明书.....	349
八、设备鉴定意见书.....	349

# 第一章 粮食与粮食机械

将原粮如稻谷或油料(如大豆)等加工成可供消费的成品粮油,必需应用各种机械设备。这些机械与设备,我们称之为粮食机械。由于粮食种类较多,各种粮食又有不同的品种和特性,因而对现有粮食机械的合理使用,以及设计制造出比较理想而又经济实用的新的粮食机械,使它在生产中既能达到一定的产量、质量和成品率,又能降低制造成本,保证安全操作,首先需要了解粮食的形态结构和有关特性。

粮食的特性主要是指粮食的物理特性,它与粮食加工有着十分密切的关系。特别是如何利用粮食的物理特性来合理使用或设计粮食机械是十分重要的。

## 第一节 粮食的形态与结构

粮食的形态与结构,一般是指原粮的粒形、色泽、表面形态、籽粒皮层、胚乳和胚的结构等。

### 一、稻 谷

稻谷是稻的果实,剥除颖壳和皮层,即为食用的大米。稻谷是我国产量最多,食用最广的粮食。它的品种很多,根据其粒形与性质不同,可分为粳稻、籼稻两大类。粳稻籽粒短而宽,粘性好;籼稻籽粒长而窄,粘性差。按其成熟期的不同,又有早稻、中稻、晚稻之分。早稻成熟期短,籽粒多粉质,性质脆弱,加工时易碎;晚稻成熟期长,性质坚硬,不易破碎;中稻的成熟期和性质介于早稻和晚稻之间。

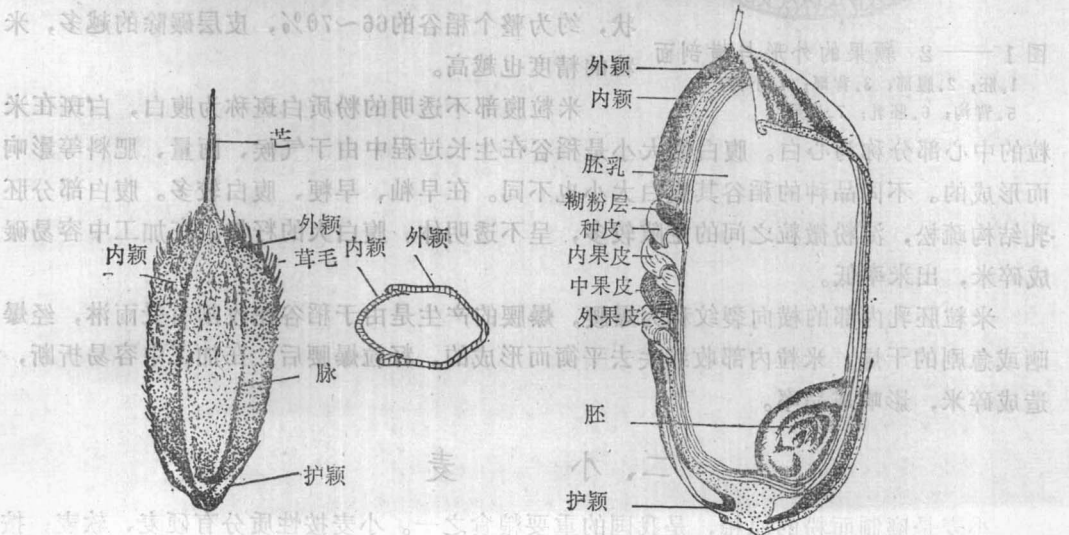


图1 稻谷的形态与结构

稻谷籽粒的外层是颖壳，内部是颖果(糙米)，其形态与结构如图1——1，颖分外颖、内颖两瓣。外颖大，有脉五条；内颖小，有脉三条。两颖的边沿卷起成沟状，相互勾合联接。颖的表面有细而短的茸毛，外颖的尖端有芒，芒的长短因稻谷的品种而异，芒长的不利于加工。在谷粒的基部、内颖、外颖的外侧还有护颖二片，护颖的长度一般都较短，约为外颖长度的五分之一到四分之一。颖起保护颖果的作用，加工时须先将颖剥除，剥下去的颖称之谷壳，也有称砉糠或大糠。

颖的厚度约为25~30微米，其重量占稻谷重量的18~20%，颖主要由粗纤维构成，外颖中部的拉断强度为188~216克，外颖根部为211~235克，内外颖的联接处为168~182克。颖的厚度薄，拉断强度小，便于脱壳。

稍谷的颖壳剥除后即颖果，它的表面平滑有光泽，随品种的不同和成熟与否，它的色泽也有不同，一般成熟粒呈腊白、乳白或淡黄色，也有呈赤褐色的，未成熟粒呈青绿色，霉变粒呈褐黄色或枯黄色。粒形基本与谷粒相同，可以用长、宽、厚度量。颖果的外形与横剖面如图1——2。在颖果的两侧各有小沟两条，其中明显的一条与内外颖的勾合部位相吻合，另外，背部尚有背沟一条。

胚居于颖果腹部的下端，组织松散，占整个谷粒的2.0~3.5%，含有较多的脂肪，加工时大部脱落。

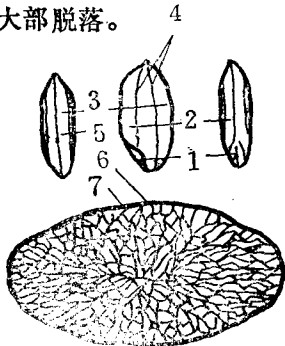


图1——2 颖果的外形与横剖面

1.胚；2.腹部；3.背部；4.小沟；

5.背沟；6.胚乳；7.皮层

皮层是果皮、种皮、糊粉层的总称，在加工时被碾下的为糠层，统称米糠。果皮多为粗纤维，约占整个谷粒的1.2~1.5%，种皮在果皮的内层，介于果皮与糊粉层之间，有大量色素，颖果的色泽即由其决定。糊粉层与胚乳紧密联在一起，其重量约占稻谷的4~6%。

胚乳，即食用的大米，大部为淀粉组成，呈结晶状，约为整个稻谷的66~70%，皮层碾除的越多，米粒的精度也越高。

米粒腹部不透明的粉质白斑称为腹白，白斑在米粒的中心部分称为心白。腹白的大小是稻谷在生长过程中由于气候、雨量、肥料等影响而形成的。不同品种的稻谷其腹白大小也不同。在早籼、早粳、腹白较多。腹白部分胚乳结构疏松，淀粉微粒之间的空隙较多，呈不透明体。腹白大的籽粒，在加工中容易碾成碎米，出米率低。

米粒胚乳内部的横向裂纹称为爆腰，爆腰的产生是由于稻谷在收割时受雨淋，经曝晒或急剧的干燥，米粒内部收缩失去平衡而形成的。籽粒爆腰后，在加工中容易折断，造成碎米，影响成品率。

## 二、小 麦

小麦是磨制面粉的原粮，是我国的重要粮食之一。小麦按性质分有硬麦、软麦；按皮色分有白麦和红麦；按其播种季节可分为春小麦和冬小麦。

小麦近似卵形，腹部有麦沟，胚在基部，小麦的外层是表皮，内部是胚乳。其结构如图1——3所示。

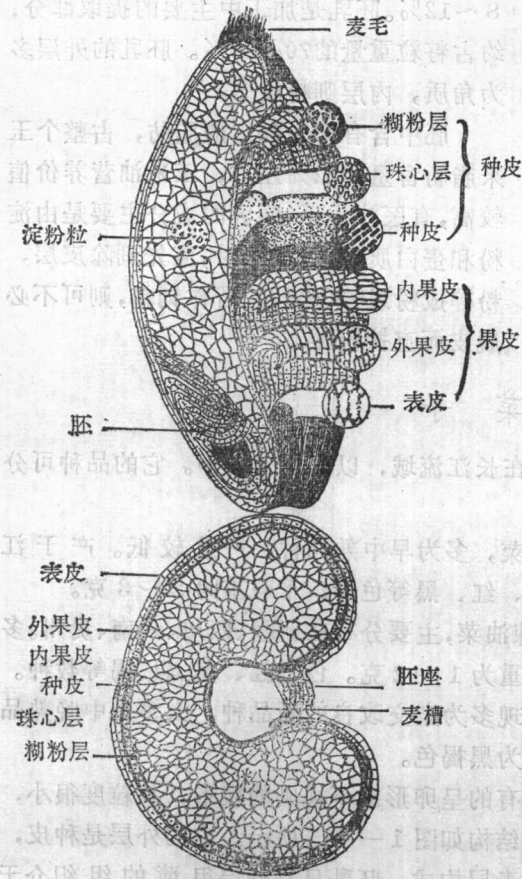


图1——3 小麦的结构

不同品种小麦的出粉率和面粉的质量均不相同，一般是白麦皮薄，色泽浅，出粉率也相对比红麦高。硬麦的皮薄而蛋白质含量高，有利于磨制高等级的面粉，出粉率也高。

小麦的皮层由果皮、种皮和糊粉层等组成。果皮和种皮的厚度因品种而异，一般为41.35~60.3微米，干物质的重量占小麦的8.86~12.66%，糊粉层是麦皮的最内一层，厚为34.5~43微米，干物质的重量占小麦的7.22~9.89%。在制粉过程中一般要求把皮层剥落并筛除，但低等级的面粉中可以保留部分皮层，皮层越少面粉的等级越高。由于皮层的灰分较高，因此，灰粉也就成为衡量面粉质量指标之一。皮层的厚度和出粉率有关，皮层越薄则出粉率越高。

胚处于小麦的一端，约占麦粒重量的1.42~2.2%，胚内含有大量的脂肪，把它磨入面粉可增加营养成分，但这种脂肪易于变质，而使面粉酸度增加，不易保管，且易使粉色变黄，因此，高等级的面粉中不宜将胚磨入。

胚乳是小麦的食用部分，干物质重量占小麦的72.29~81.1%，胚乳含量多，则出粉率高。胚乳含有淀粉和多种蛋白质，其中的麦胶蛋白和麦谷蛋白构成面筋质，面筋质可使面粉发酵后制成松软的面包和

### 三、玉 米

玉米又称苞米或珍珠米，是一种耐旱的高产作物。它的种植面分布很广，东北、华北播种面积最大，其次是山东、山西、四川、贵州、陕西等省，它不仅可以食用，也是重要的饲料和药用原料。

玉米的品种很多，按籽粒的颜色可分黄色、白色和杂色三种，杂色中有红色、紫色等，以黄色和白色两种为最普遍。按籽粒的形状可分为马齿形、半马齿形、扁圆形等多种。按籽粒性质可分角质、半角质和粉质三种，其中以半角质为最多，粉质次之。

玉米籽粒的基部小，顶部大。一般长为6~17毫米，宽4~12毫米，厚为3~7毫米。玉米籽粒的结构如图1——4所示，由果皮、种皮糊粉层，胚和胚乳等部分组成。果

皮、种皮、糊粉层统称为皮层，约占全粒重量的16~19%，其中果皮占全粒重的5.5~7%，种皮占1.5~2%。胚的体积较大，几乎占整粒的三分之一，其重量约是整粒的8~12%。胚乳是加工中主要的提取部分，约占籽粒重量的70~85%。胚乳的外层多为角质，内层则粉质多。

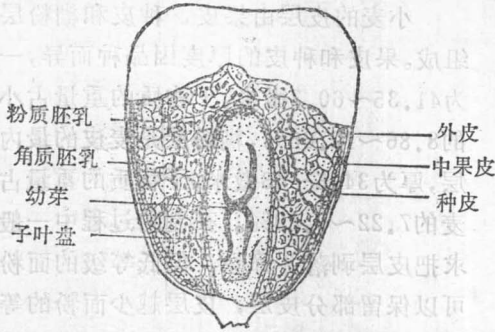


图1——4 玉米籽粒的结构

胚中含有30~45%的脂肪，占整个玉米脂肪含量的82%左右，玉米油营养价值较高，有医疗作用。胚乳的成分主要是由淀粉和蛋白质组成。加工时，应先剥除皮层，粉碎成粉或糝(碎粒)。若作饲料，则可不脱皮而直接粉碎。

#### 四、油菜子

油菜子是我国主要油料之一，主要产地在长江流域，以四川省最多。它的品种可分为三大类型：

**白菜类型**——称甜油菜、小油菜或土油菜，多为早中熟品种，产量较低。产于江苏、浙江、湖北等省。籽粒小，有黄、黄褐、红、黑等色泽，千粒重为2~3克。

**芥菜类型**——一般称高油菜、苦油菜或辣油菜，主要分布在新疆、四川、云南、贵州。多中晚熟，产量较稳定，籽粒多数很小，千粒重为1~2克。色呈红、黄、黑、褐等数种。

**甘蓝类型**——在我国种植的面积最大，现多为杂交改良的新品种。大多是中晚熟品种，籽粒大，千粒重一般为2.5~4.5克，多为黑褐色。

油菜子的外形多呈球形或近似球形，也有的呈卵形或不规则的棱形，其粒度很小，一厘米长度可以排列四粒到六粒。油菜子的结构如图1——5所示。它的外层是种皮，种皮由表皮大细胞压缩层，厚壁组织层和色素层构成。胚乳只是一层很薄的组织介于种皮和胚之间，很不明显，叫胚乳遗迹。胚包括胚根、胚茎、胚芽和两片子叶，都由薄壁细胞组成。子叶肥大，弯曲而纵面褶皱，紧抱幼胚，含有大量油分。



油菜籽剖视

图1——5 油菜子的结构

1.表皮；2.大细胞压缩层；3.厚壁组织层；4.色素层；5.蛋白质层(胚乳遗迹)

油菜子的含油量因品种而有差异，芥菜类型的含油量为37.39~44.9%，一般都在40%以下；白菜类型的含油量为37.93~49.39%，一般都在40%以上；甘蓝类型的含油量为39.39~47.37%，一般在42%以上。此外，含油量的多少还同籽粒的大小和色泽有

关，在品种相同时，一般是大粒的含油量高于小粒，浅色粒的含油量大于深色粒。

## 五、大豆

大豆含有丰富的蛋白质与脂肪，是我国重要的经济作物，种植面积很广，东北三省与黄淮流域是主要产区，尤其以东北大豆享有国际声誉，在国外市场上占有重要地位。

大豆有椭圆形、扁圆形和球形数种，以球形为最好。大豆外面的皮层有韧性，含有色素，它决定大豆的色泽。大豆无胚乳，去皮层后就是二片肥大的子叶，含有丰富的脂肪与蛋白质，是主要的食用部分。子叶之间夹有胚根、胚茎与胚芽。种脐是与豆荚连接的痕迹，形状有长圆形和近似圆形，颜色有白色、褐色和黑色，以白色，脐小和近似圆形的品种为最好。豆脐的上方又有一浅色的小点，叫合荚，它是花的痕迹。脐的下面有一小孔是发芽孔。如图 1——6 所示。

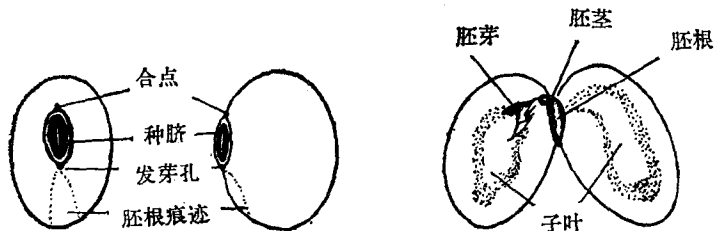


图 1——6 大豆的结构

大豆按色泽不同，有黄豆、青豆、黑豆、褐色豆、双色豆及杂色豆等数种。其中以黄豆的含油率较高，品质较好。

## 第二节 粮食的物理特性与化学成分

### 一、粮食的物理特性

粮食的物理特性指硬度、容量、千粒重、比重、孔隙度、散落性、弹性、吸附性、悬浮速度、热容量、导热性、电磁性、粒度、摩擦系数等等。

各种粮食，其物理特性各有差别，粮食的物理特性是合理使用和合理设计、制造粮食机械的重要依据。

#### (一) 粒形、粒度和千粒重

各种粮食和杂质的粒形和大小各有不同，有的差别很大，这些差别正是进行分选的依据，粮粒有近似纺锤形的，如稻谷、小麦；近似卵形的，如花生仁；近似球形的，如大豆、油菜子和栗子等，玉米粒则为扁平形。粮粒的外形尺寸一般都用长、宽、厚来度量，三者差别大的散落性小；三者差别小的近于球形，易于滚动，故散落性好。粒度即指籽粒的大小，一般以平均直径来表示，各种粮粒的大小相差很好，如粟、菜籽、芝麻的平均直径约为 2 毫米上下，而大豆、玉米、花生仁的平均直径在 8~20 毫米之间。

千粒重是指一千颗粮粒的重量，常以克为单位。显然一千粒菜籽的重量小于一千粒大豆，所以千粒重既能衡量单颗粒的重量，又能衡量颗粒的大小。同一品种粮食的千粒重往往也不相同，例如，我国小麦的千粒重在17~41克之间，差距有24克之多。同一品种的粮食，千粒重大的品质优良，出产率也高。

粒度、粒形、千粒重虽都和颗粒大小、饱满程度有关，但都具有不同的概念，它们同粮食机械的关系十分密切，筛选机械筛孔的选择是以粒度和粒形来确定的。磨辊和砻谷机胶辊轧距都要以粮食的粒度来确定。滚筒精选机、碟片精选机的袋孔大小是以粮粒的长度来确定的，荞子抛车则又是按照粒形的差别来精选物料的。表1—1是各种粮粒的粒度。

表1—1 各种粮粒的粒度 单位：毫米

名称	长度	宽度	厚度
粳 稻	6.3~8.5	3~4	1.7~2.6
籼 稻	7~12	2.2~3.6	1.7~2.5
小 麦	7	4	3
芥 子	4	3	2.5
大 麦	7~14.6	2~5	1.2~4.5
燕 麦	12	3	2.5
荞 麦	6	4	3
玉 米	6~17	4~12	3~7
高 粱	3.7~5.8	2.5~4	1.8~2.8
粟	2~2.4	1.3~1.9	0.92~1.4

## (二)、容重、孔隙度和密度

容重是指单位容积内粮食的重量，常以克/升或公斤/米<sup>3</sup>表示，可用标准容重器来测量。同类粮食容重大的籽粒坚实饱满，粒度均匀。容重的大小，随粮食籽粒的大小、形状、表面性状以及装入容器内的情况不同而改变。即使同一种粮粒，其大小及表面形状均相同，但装入容器内的紧、松程度不同，其容重也不相同，紧的比松的容重就重。所以测量容重必须按照一定操作规程进行。

孔隙度是指粮堆内孔隙体积占粮堆体积的百分比。反之，粮堆中粮食体积占粮堆总体积的百分比叫密度。设粮堆的总体积为V，孔隙的体积为V<sub>K</sub>，粮食的体积为V<sub>L</sub>，则

$$V = V_K + V_L$$

$$\text{孔隙度} = \frac{V_K}{V} \times 100\% \quad (1-1)$$

$$\text{密度} = \frac{V_L}{V} \times 100\% \quad (1-2)$$

粮食机械的许多技术参数都同容重有关，例如料箱，料斗和蒸炒锅的容积，筛理机械的筛理量或流量，砻谷机、磨粉机的单位接触长度上的流量，碾米机的容积，以及压力门上的平衡重量，机架的承重计算等，都离不开粮食的容重。

粮堆的孔隙提供了粮食蒸发水分和散热通风的有利条件，一些粮食烘干和降温的机械设备就是利用粮粒间的孔隙将水分和热量带走的。因此，孔隙度越大的粮堆越有利于烘干和散热降温。表1—2是各种粮食的容重，比重和千粒重。



表1-2 各种粮食的容重、比重与千粒重

名称	容重(吨/米 <sup>3</sup> )	比 重	千粒重(克)	名称	容重(吨/米 <sup>3</sup> )	比 重	千粒重(克)
荞 麦	0.51~0.7	1.18~1.28	21	棉 籽 仁	0.72~0.8		
燕 麦	0.39~0.5	1.13~1.25	25	蓖 麻 籽	0.45~0.55		
大 麦	0.43~0.75	1.23~1.3	34	亚 麻 籽	0.6~0.7		
小 麦	0.65~0.81	1.27~1.49	17~41	芝 麻	0.55~0.6		
荞 子	0.65~0.70	1.26	15.9	大 麻 籽	0.49~0.55		
面 粉	0.45~0.67			有芒梗稻	0.512		
麸 皮	0.18~0.27			无芒梗稻	0.56		22~25.9
小麦淀粉	0.4~0.5			粳 糙 米	0.77		15.8~21.6
豌 豆	0.75~0.8	1.26~1.37	150	粳 米	0.8		
玉 米	0.6~0.82	1.24~1.35	250~350	籼 稻	0.584		16.2~24.3
粗玉米粉	0.64			籼 糙 米	0.748		12.6~20
高 粱	0.7~0.76		23~27	籼 米	0.78		
粟 子	0.6~0.7		2.3~3.1	大 碎 米	0.675		
花 生 果	0.21~0.24			小 碎 米	0.365		
花 生 仁	0.6~0.7			碧 糖	0.12		
大 豆	0.72~0.8		130~160	米 糠	0.27		
油 菜 籽	0.56~0.62			有颖稗子		0.909	4~5.5
棉 籽	0.4~0.44			稗 子		0.923	

(三) 硬 度

硬度是指粮粒在承受外力作用时，抵抗变形和断裂的能力，其单位是公斤/粒，也可用公斤/厘米<sup>2</sup>表示。硬度大小受成熟期和化学成分的影响，一般是成熟期长、蛋白质含量高的粮粒硬度大，反之，则硬度小。例如，成熟期短的早稻，其硬度为5.3~7公斤/粒，而晚籼米为5.4~7.7公斤/粒，含蛋白质多的粳米的硬度为6.2~10.3公斤/粒。水分也影响粮食籽粒的硬度，据试验，小麦的水分在13.5%时，抗压力为102公斤/厘米<sup>2</sup>，若为14.5%时，则下降为89公斤/厘米<sup>2</sup>。硬度还同气温和季节有关，一般是十二月至下年度的二月期间硬度大，而六月到九月之间硬度最小。

粮粒硬度的大小与加工工艺有密切的关系，在碾米过程中，硬度大的粮粒不易破碎，有利于保持米粒的完整。但在制粉过程中，硬度大的粮粒则需消耗较多的动力。表1-3为蛋白质含量与米粒硬度的关系。表1-4为不同品种米粒的硬度。表1-5为小麦在不同水分时的最大承受力

表1-3 蛋白质含量与米粒硬度的关系

硬 度(公斤/粒)	3.15	3.95	4.18	4.16	4.34
100克干物质内蛋白质含量%	8.78	9.54	10.71	10.84	11.16

表1-4 不同品种米粒的硬度(公斤/粒)

名 称	早	中	晚
籼 米	5.3~7.0	5.4~7.1	5.4~7.7
粳 米	6.7	6.1~8.2	6.2~10.3