

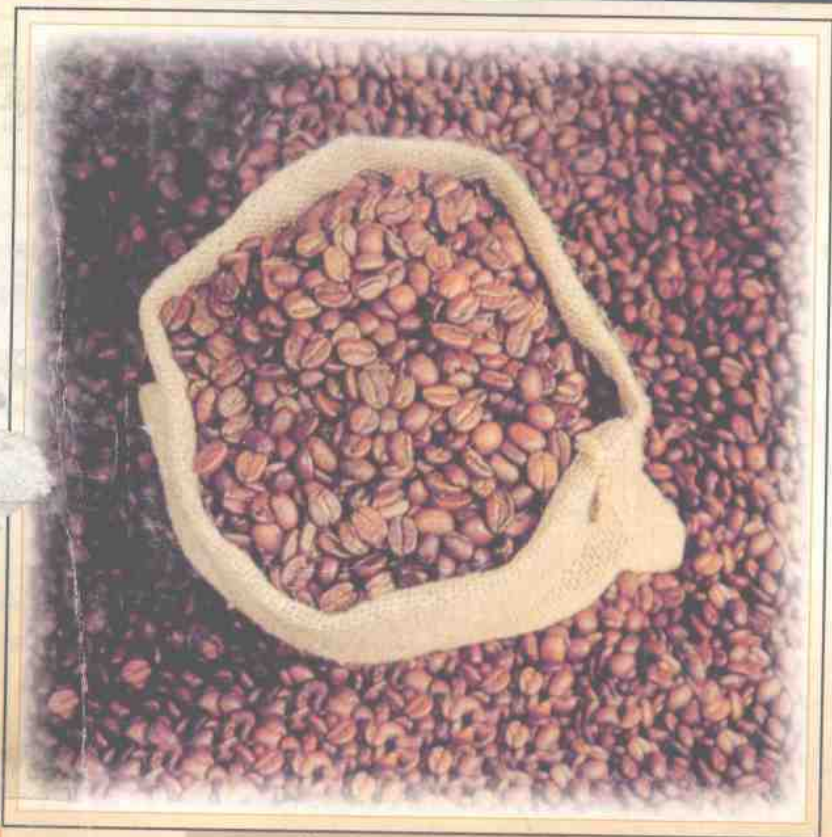
中国农业实用技术丛书

图说



粮食及油料 加工新技术

孙正和 姜松 编



科学出版社

中国农业实用技术丛书

图说粮食及油料加工新技术

孙正和 姜 松 编

科 学 出 版 社

1998

内 容 简 介

本书介绍了我国的主要粮食作物（水稻、小麦、高粱、粟、玉米）和主要油料作物（大豆、花生、油菜、葵花籽等）的加工工艺。并对所用到的加工机械设备的结构和使用、维修等技术进行了详细叙述。

本书还介绍了米制食品和面食品、玉米制品的加工工艺以及粮油加工的副产品利用等技术。

本书可以作为农村粮食和油料流通、贮藏、加工部门的干部和广大农民的技术参考书。

中国农业实用技术丛书 图说粮食及油料加工新技术

佟正和 姜 松 编

责任编辑 徐一帆 胡红波

科学出版社出版

北京东黄城根北街13号

邮政编码 100717

陕西省印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

※

1998年9月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1998年9月第一次印刷 印张 1

印数：1—500 127—15000

ISBN 7-03-005111-3/S·2026

定价 1.50 元

出版说明

党的十五大要求把农业工作放在我国经济工作的首位,突出强调了农业做为国民经济基础的重要作用。为了贯彻党的农业方针,同时也为了促进、提高科学技术在农业增产的贡献率,达到我国在人均农业资源明显低于世界平均水平的条件下,用占世界7%的耕地,养活占世界22%的人口这一基本目标,我社组织数十名有造诣、有成就、有实践经验的专家、学者,集体编写了这套《中国农业实用技术》丛书。

本套丛书精选了现代农业生产中急需的、科技含量高的实用技术,分33个分册出版,重点突出了形象、直观和新技术含量,图文并茂,易学易懂,内容实用,便于操作,便于学习和掌握,适合广大农村专业户和具有一定文化知识的农民朋友阅读和参考。

本套丛书在出版以后,将对其中能够适应农业发展需要的书目进行修订,也还会不断地补充新的书目。需要说明的是,本套丛书尽管在编写过程中强调了图文并茂,力求“图说”,但由于时间仓促,部分图书

对图的绘制有些粗糙,还有的文字所占篇幅多了一点。上述不足,我们将在今后再版时予以更正和补充。

希望广大农业科技人员对本套丛书提出宝贵意见,寄期望于将来,在实现农业现代化的伟大进程中,本套丛书能发挥出更大的作用。

目 录

第一章 粮食加工概述	1
一、粮食的形态与结构	1
二、粮食的物理特性与化学成分	8
三、粮食机械的种类和用途	18
第二章 稻谷加工	22
一、稻谷的清理	23
二、砻谷及其设备	85
三、谷糙分离	103
四、碾米	123
五、小型碾米组合机械	157
六、成品整理机械	173
七、特种大米加工	187
八、大米制品	203
九、稻谷加工副产品的利用	218
第三章 小麦加工	222
一、小麦清理专用机械与设备	222
二、水分调节设备	240
三、小麦制粉	243
四、小麦制粉工艺流程	262
五、农村小麦制粉	264
六、面制食品	280
第四章 杂粮加工	293
一、高粱加工	293
二、粟加工	312

三、玉米加工	325
四、玉米食品	340
五、玉米淀粉	342
六、玉米副产品的利用	345
第五章 植物油料加工	346
一、植物油料	346
二、油料的化学成分	350
三、油料的预处理	351
四、油料的蒸炒	370
五、榨油设备	378
六、主要油料压榨工艺流程	404
七、水代法取油	423
八、粗油预处理	427
附录一 稻谷的分类和质量标准	435
附录二 大米的分类和质量标准	436

第一章 粮食加工概述

稻谷、小麦、玉米、高粱、谷子等加工成可供消费的成品粮，必须应用各种机械设备。这些机械与设备，我们称之为粮食加工机械。由于粮食种类较多，各种粮食又有不同的品种和特性，因而对现有粮食加工机械进行合理使用，使它们在生产中既能达到一定的产量、质量和成品率，又能降低生产成本、保证安全操作，首先需要了解粮食的形态结构和有关特性。

一、粮食的形态与结构

1. 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，根据其粒形与性质的不同，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。

稻谷籽粒的外层是颖壳（颖），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

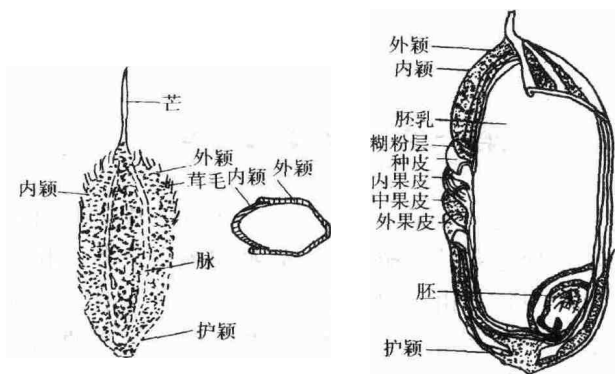


图 1.1 稻谷的形态与结构

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 $1/5$ 到 $1/4$ 。颖起保护颖果的作用，加工时须先将颖剥除，剥下去的颖称谷壳，也有称荃糠或大糠。

颖的厚度约为 $25\sim 30$ 微米，其重量为稻谷重量的 $18\%\sim 20\%$ 。颖主要由粗纤维构成，外颖中部的拉断强度为 $188\sim 216$ 克，外颖根部为 $211\sim 235$ 克，内外颖的联接处为 $168\sim 182$ 克。颖的厚度薄，拉断强度小，便于脱壳。稻谷的颖壳剥除后即为糙米，它的表面平滑有光泽，随品种的不同和成熟与否，它的色泽也不同，一般成熟粒呈蜡白、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，一般用长、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%，含有较多的脂肪及其它营养成分，加工时大部分脱落。

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，主要由淀粉组成，呈结晶状，约为整个稻谷的66%~70%。皮层去得愈多，米粒的精度也越高。

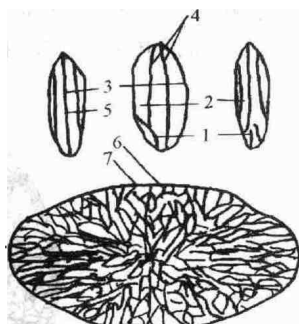


图 1.2 颖果的外形与横剖面

1. 胚 2. 腹部 3. 背部 4. 小沟 5. 背沟 6. 胚乳 7. 皮层

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。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，爆腰是由于稻谷在收割时受雨淋，经暴晒或急剧的干燥，米粒内部水分不平衡而产生内应力而形成的。籽粒爆腰后，在加工中容易折断，造成碎米，影响成品率。

2. 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和软麦；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，小麦的外层是麦皮，内部是胚乳。其结构如图 1.3 所示。

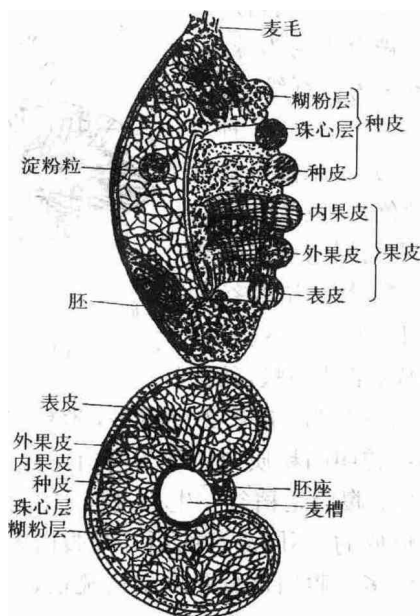


图 1.3 小麦的结构

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，灰分也就成为衡量面粉质量的指标之一。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，使面粉酸度增加，不易保管，且易使粉色变黄，因此，高等级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%，胚乳含量高，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馒头。不同品种小麦的出粉率和面粉的质量均不相同，一般白麦皮薄、色泽浅，出粉率也相对比红麦高；硬麦的皮薄且蛋白质含量高，有利于磨制高等级面粉，出粉率也高。

3. 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，按籽粒的颜色可分为黄色、白色和杂色三种，杂色中有红色、紫色等，以黄色和白色两种最为普遍。按籽粒的形状可分为马齿形、半马齿形、扁圆形等多种。按籽粒的性质可分为角质、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，宽为 4~12 毫米，厚度为 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 $1/3$ ，其重量约是整粒的 $8\% \sim 12\%$ 。胚乳是加工中的主要提取部分，约占粒重的 $70\% \sim 85\%$ 。胚乳的外层多为角质，内层则粉质多。

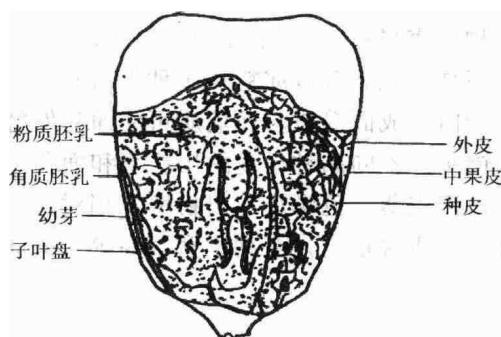


图 1.4 玉米籽粒的结构

胚中含有 $30\% \sim 45\%$ 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，粉碎成粉或渣（碎粒）。若作饲料，则可不脱皮而直接粉碎。

4. 高粱

高粱是抗碱耐旱能力较强的作物，特别适合在我国的北方干旱地区种植。高粱含有大量淀粉，其淀粉含量约占籽粒重量的 71% 左右。它可以按照群众的生活习惯碾米、制粉，也可加工成各种食品。它也是工业上酿酒、调料和淀粉生产的重要原料，同时也是牲畜的饲料。

高粱根据产区可分为东北高粱、华北高粱和西北高粱。东北高粱的籽粒坚硬饱满、品质好，碾出的米破碎率低、色泽好、适口，是这一带人民喜爱的主食；在华北高粱中，以河

北省东部各县所产的高粱品质最好；张家口以西及内蒙古自治区西部产的高粱为西北高粱，籽粒结构松散，不宜于碾米。近几年来，随着杂交高粱品种的推广，使各地的原有的高粱品质均有不同程度的变化。

高粱籽粒是由种皮、糊粉层、胚乳和胚所组成。高粱籽粒的最外层是由子房壁发育而成的果皮和胚珠壁发育成的种皮形成的，二者紧紧连接，通常称之为种皮，有保护种子的作用，种皮的厚度因品种和生长条件而有差异。高粱籽粒的种皮内含有单宁，具有涩味，食后会妨碍人体消化，其含量与高粱的新鲜程度、色泽和品种有关。通常，种皮色泽愈深，其量愈多；新鲜高粱比陈高粱的含量多。如黑高粱含有0.67%；红高粱含有0.61%；黄高粱含有0.58%；白色高粱一般为0.1%左右。单宁是影响高粱品质的主要成分。另外，单宁在籽粒的各个部位的含量也不相同，种皮中含量较多，胚乳中含量较少。种皮中又以内层的含量较多（4.37%），外层的含量较少（4.04%）。高粱籽粒胚乳的外面是角质层，富含蛋白质；内部为粉质层，充满淀粉粒。

根据高粱的用途可分为食用高粱、糖用高粱和帚用高粱。

食用高粱：有较大的食用价值，也可供工业用和饲料用。它的特点是：籽粒大，裸露在护颖外边，容易脱落。

糖用高粱：这类高粱的茎含有大量糖分（8%~19%），可用来制作糖浆。而其籽粒小，呈黑红色，多被颖壳包裹住，不易脱落，只能作为饲料。

帚用高粱：主要利用其穗茎部分，用来制作扫地的笤帚。食用价值不高，其籽粒可作饲料或工业用原料，有一定经济价值。

5. 谷子

谷子（又称粟）在杂粮加工中占有一定的比重，其成品一般叫做小米，是北方人民群众喜爱的主食之一。在农业上谷子也是一种耐旱作物，因此，播种面积分布很广，主要产区是华北和东北各省，只是由于产量的限制，得不到进一步的推广。谷子的物理结构与稻谷的差异不大，只是比稻谷的粒度小、粒形是椭圆而非长扁椭圆形。谷子除掉外壳和糠层即为小米。小米的用途很广，除作为主食外，工业上还可作为酿造的原料，用来制酒和酿醋，也可作为食品工业上制糖和糕点的原料。它同时也是精饲料之一。

谷子的谷壳率一般在15%~20%，也有达30%左右的，这决定于产地、品种及成熟程度。千粒重在1.5~5.1克之间。

二、粮食的物理特性与化学成分

1. 粮食的物理特性

粮食的物理特性指硬度、容重、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粮食机械的重要依据。

（1）粒形、粒度和千粒重

各种粮食和杂质的粒形和大小各不相同，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、小麦等；高粱和栗子等近似球形；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差；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大，如粟的平均直径约为2毫米，玉米的平均直径在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。显然一千粒谷子的重量小于一千粒稻谷，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。

表 1.1 各种粮粒的粒度 (单位：毫米)

名 称	长 度	宽 度	厚 度
梗 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
荞 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

(2) 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³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。设粮堆的总体积为 V ，孔隙的体积为 V_K ，粮食的体积为 V_L ，则

$$V = V_K + V_L$$

$$\text{孔隙度} = \frac{V_K}{V} \quad (1.1)$$

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 ³)	比 重	千粒重 (克)
荞 麦	0.51~0.7	1.18~1.23	21
燕 麦	0.39~0.5	1.13~1.25	25
大 麦	0.43~0.75	1.23~1.3	34
小 麦	0.65~0.81	1.27~1.49	17~41