



教育部“一村一名大学生计划”教材

农产品贮藏加工

主编 申琳



中央广播电视大学出版社

教育部“一村一名大学生计划”教材

农产品贮藏加工

主编 申 琳

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农产品贮藏加工 / 申琳主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2006. 1

教育部“一村一名大学生计划”教材

ISBN 7-304-03506-4

I. 农… II. 申… III. ①农产品-贮藏-电视大学-教材②农产品加工-电视大学-教材 IV. S37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 006322 号

版权所有, 翻印必究。

教育部“一村一名大学生计划”教材

农产品贮藏加工

主编 申琳

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 发行部 010-68519502

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号 邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 何勇军

责任编辑: 蒋全龙

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001 ~ 5000

版本: 2006 年 1 月第 1 版

2006 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

印张: 12 字数: 276 千字

书号: ISBN 7-304-03506-4/S·113

定价: 13.60 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

序

“一村一名大学生计划”是由教育部组织、由中央广播电视大学实施的面向农业、面向农村、面向农民的远程高等教育试验。令人高兴的是计划已开始启动，围绕这一计划的系列教材也已编撰，其中的《种植业基础》等一批教材已付梓。这对整个计划具有标志意义，我表示热烈的祝贺。

党的十六大提出全面建设小康社会的奋斗目标。其中，统筹城乡经济社会发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的一项重大任务。而要完成这项重大任务，需要科学的发展观，需要坚持实施科教兴国战略和可持续发展战略。随着年初《中共中央国务院关于促进农民增收收入若干政策的意见》正式公布，昭示着我国农业经济和农村社会又处于一个新的发展阶段。在这种时机面前，如何把农村丰富的人力资源转化为雄厚的人才资源，以适应和加速农业经济和农村社会的新发展，是时代提出的要求，也是一切教育机构和各类学校责无旁贷的历史使命。

中央广播电视大学长期以来坚持面向地方、面向基层、面向农村、面向边远和民族地区，开展多层次、多规格、多功能、多形式办学，培养了大量实用人才，包括农村各类实用人才。现在又承担起教育部“一村一名大学生计划”的实施任务，探索利用现代远程开放

教育手段将高等教育资源送到乡村的人才培养模式，为农民提供“学得到、用得好”的实用技术，为农村培养“用得上、留得住”的实用人才，使这些人才能成为农业科学技术应用、农村社会经济发展、农民发家致富创业的带头人。如若这一预期目标能得以逐步实现，这为把高等教育引入农业、农村和农民之中开辟了新途径，展示了新前景，作出了新贡献。

“一村一名大学生计划”系列教材，紧随着《种植业基础》等一批教材出版之后，将会有诸如政策法规、行政管理、经济管理、环境保护、土地规划、小城镇建设、动物生产等门类的30种教材于9月1日开学前陆续出齐。由于自己学习的专业所限，对农业生产知之甚少，对手头的《种植业基础》等教材，无法在短时间精心研读，自然不敢妄加评论。但翻阅之余，发现这几种教材文字阐述条理清晰，专业理论深入浅出。此外，这套教材以学习包的形式，配置了精心编制的课程学习指南、课程作业、复习提纲，配备了精致的音像光盘，足见老师和编辑人员的认真态度、巧妙匠心和创新精神。

在“一村一名大学生计划”的第一批教材付梓和系列教材将陆续出版之际，我十分高兴应中央广播电视大学之约，写了上述几段文字，表示对具体实施计划的学校、老师、编辑人员的衷心感谢，也寄托我对实施计划成功的期望。

教育部副部长 吴启迪

2004年6月30日

前 言

本书是中央广播电视大学为教育部“一村一名大学生计划”种植类专业学生编写的教材，也可供有关行业的科技人员和其他高等院校、业余大学、函授大学及自学者选用。

农产品贮藏加工业，是一个既古老而又永恒不衰的常青产业；发展农产品贮藏加工业是我国经济社会发展的一个重大战略。改革开放以来，我国农产品贮藏加工业发展迅速，产品种类不断丰富，质量不断提高，为促进经济增长、提高人民生活水平发挥了重要作用。但长期以来，我国农产品是以初级原料或半成品原料形态进入市场的，产后产业十分薄弱。我国粮食贮存年平均损失达9%，每年损失粮食220亿千克。贮藏加工业的落后，加剧了“米袋子”、“菜篮子”的产供销矛盾。市场经济的建立与完善，有力地推动了农产品贮藏加工业从销地向产地转移，农民正从传统的自然经济贮藏加工方法向商品经济和科学贮藏加工方法转化，以农户为主体的新的农产品贮藏加工产业正在成长壮大，季产年销的生鲜农产品和加工品在不断丰富着我国的城乡市场。农产品贮藏加工产业已成为农村经济最活跃的领域，正在迅速发展。

目前，我国农产品加工产品主要是白酒、啤酒、面粉、食用油、罐头、果脯、葡萄酒、果汁、脱水菜等，绝大多数企业规模小、设备落后、技术含量较低、质量不稳定，又缺乏固定的原料基地，技术人员缺乏，管理人员基础知识不够，产品市场占有率低，投入与产出都处在较低水平上，直接影响到种植业的稳定发展。因此，如何解决农产品贮藏加工中的问题，是农业生产中一个急需解决的重要课题。

从广义上说，农产品贮藏加工既包括对农、林、牧、水产各业产品及物料的贮藏加工，也包括对野生动植物资源的贮藏加工与利用，是对农业生产上动植物产品及其物料进行贮藏加工的过程。种植业上所讲的狭义上的农产品贮藏加工，一般只包括果品、蔬菜等园艺产品和粮、油产品的贮藏加工。本教材根据“一村一名大学生计划”相关课程设置要求，仅讨论粮油产品贮藏加工的相

关问题，主要介绍粮油产品贮藏加工的基础知识、粮油贮藏、粮油加工、豆类加工、植物油制取、调味品的酿造、酿酒等，以及粮食平衡水分的测定和新陈米的鉴别方法等基本实验技能。本课程的任务是在研究农产品品质特点的基础上，使学生学会对农产品进行有效的贮藏，掌握采用不同的工艺方法加工各种成品或半成品的科学、合理的方法，从而为人们提供各种丰富多彩的食品，满足人们对食品结构调整的需要，提高营养水平，并为培养农产品贮藏加工专业人才提供理论依据和技术支持。

本课程是一门实践性很强的实用技术课程，为适应现代远程开放教育自主化和个别化学习的需要，本书将教学内容和学习指导有机地融为一体，每章前面有学习目标、教学内容，章后附有思考题。在编写过程中，从培养农产品贮藏加工专业高等专科学校应用性人才和农村实际需要出发，教学内容以“必需”、“够用”为原则，以基本概念、基本知识、基本理论为主，理论联系实际，力求少而精，文字叙述力求通俗易懂，便于自学。学习本课程时，在掌握必要基础知识的同时，还要注意理论联系实际，仔细观察本地主要农产品贮藏加工的过程和方法，并积极创造条件，加强操作训练，以加深对所学内容的理解，为今后实际工作奠定基础。

本教材第一至第八章主要由申琳、生吉萍、周月明、孙建军等编写，实习部分由刘宝廷编写、生吉萍修改。另外，代晓霞、李雅芳、杨杨、史兰、渔泳泳、范蓓、马永骄、石凤、赵丹莹、徐培培、李雨林等也参加了编写。全书由申琳统稿，吴显荣教授、姜微波教授和曲桂琴副教授审稿。

本书编写过程中，参考了大量文献资料，在此对各位作者一并表示感谢。

由于编者水平所限，成稿时间仓促，错误和不妥之处在所难免，敬请广大读者及同行专家提出宝贵意见。

编 者

2005年9月

目 录

绪 论	(1)
第一章 粮油产品贮藏加工的基础知识	(5)
第一节 主要粮油产品的组成与品质特征	(5)
第二节 粮油的化学成分与营养价值	(9)
第三节 粮油产品在贮藏过程中的品质变化及预防措施	(13)
第二章 粮油贮藏	(25)
第一节 粮油贮藏方法	(25)
第二节 贮粮的设备	(28)
第三节 贮粮的日常管理	(30)
第四节 贮粮害虫及防治	(32)
第五节 主要粮油的贮藏	(35)
第三章 粮食加工	(46)
第一节 稻谷的加工	(46)
第二节 小麦的加工	(53)
第三节 淀粉生产及淀粉制糖	(63)
第四章 大豆加工	(70)
第一节 豆浆生产	(70)
第二节 豆腐生产	(73)
第三节 腐乳生产	(75)
第四节 腐竹生产	(79)
第五章 植物油加工	(82)
第一节 植物油料的种类及化学成分	(82)

第二节	油料的预处理	(85)
第三节	植物油的提取	(91)
第四节	油脂的精炼	(94)
第五节	油脂的加工	(98)
第六章	酿造调味品	(103)
第一节	酱 油	(103)
第二节	食 醋	(111)
第七章	酿 酒	(121)
第一节	概 论	(121)
第二节	白 酒	(122)
第三节	黄 酒	(134)
第八章	农副产品综合利用	(139)
第一节	概 述	(139)
第二节	米糠综合利用的新途径	(140)
第三节	玉米芯的综合利用	(145)
第四节	酒糟的利用	(148)
第五节	秸秆的利用	(153)
实 习	(159)
实习一	样品采集	(159)
实习二	样品的制备与保存	(163)
实习三	粮食平衡水分的测定	(166)
实习四	新陈米的鉴别方法	(171)
实习五	粮食的杂质、不完善粒和纯粮率的检验	(173)
实习六	豆腐的制作	(175)
实习七	甜面包的制作	(178)
实习八	参 观	(181)
实习九	调 查	(182)
主要参考文献	(183)

绪 论

一、我国农产品贮藏加工业发展概况

我国是一个农业生产和农产品消费大国。改革开放 20 多年来，在党中央和国务院的正确领导下，亿万农民迸发出巨大的积极性，农业和农村经济发展取得了举世瞩目的伟大成就，综合生产能力不断提高，我国农产品的供求关系，已从以往的长期短缺转为总量基本平衡、丰年有余，农业发展又进入了一个新阶段。

随着农产品供求关系的根本变化，市场需求对农业发展的约束逐渐显现出来，由此带来农产品销售困难、价格下跌、农民收入增长减缓等一系列新问题。加入世贸组织，也使中国农业面临积极参与国际竞争的新机遇和挑战。为此，必须对农业和农村经济结构进行战略性调整。推进战略性结构调整的中心任务和基本目标是全面优化农业结构，提高农业效益，增强我国农产品的国际竞争力，千方百计增加农民收入，努力提高农村购买力水平。

人均收入水平的不断提高，促使人们对加工型农产品的需求量迅速增加。农产品贮藏加工不仅可以提高农产品自身的收入弹性，开拓农产品的市场需求空间，而且可以延长农业产业链，增加农产品附加值。以普通的土豆为例，土豆加工成淀粉，可增值 30%；加工成粉条可增值 80%；加工成麦当劳餐点的薯条，可增值 15 倍；加工成环糊精，可增值 20 倍，高的可达 30 倍。

在经济社会中，农产品生产以商品性生产为其特征，农产品产业化是农产品生产的社会化、商品化、集约化生产的全过程，它应包括产前、产中和产后的全部内涵。但长期以来，我国农产品生产重产中，轻产后，产前、产后严重脱节，造成农产品增产不增收、增收不增值，经济效益差，已无法适应社会主义市场经济的发展需要。另外，我国农产品贮藏加工产品主要是白酒、啤酒、面粉、食用油、罐头、果脯、葡萄酒、果汁、脱水菜等，一般企业规模小、设备落后，技术含量较低，质量不稳定，又缺乏固定的原料基地，因此，市场占有率低，投入与产出都处于较低水平上，从而影响经济效益的进一步提高。重视和认识农产品贮藏加工在产业化中的地位，并认真研究农产品产后贮藏加工技术，已成为促进我国农民增收、农村繁荣、农业发展的重要课题。

传统意义上的农产品贮藏加工，是把初级农产品的剩余部分作为加工原料，主要目的是为了减少浪费、便于贮运，其着眼点在于初级农产品本身。初级农产品的质量决定着加工品

的最终性状。而现代意义的农产品贮藏加工，是以市场为导向，以满足消费需求为目标，以终端消费品来逆向决定农产品的生产品种、生产区域、生产规模，用专用品种作为加工原料。这样，拥有不同资源的不同区域，就必然在种植业、养殖业、林果业、瓜菜业、水产业等不同产业优势中做出选择，在生产中有重点地选择应用直接消费品种（鲜食农产品等）、初加工品种、精深加工品种等，通过不同地区农业农村经济结构的战略性调整，使得农业产业结构与农产品贮藏加工业结构的需求更加紧密地结合起来。

市场经济的建立，有力地推动了农产品贮藏保鲜和加工业从销地向产地转移，农民正从传统的自然经济贮藏加工方法向商品经济和科学贮藏加工方法转化，以农户为主体的新的农产品贮藏保鲜产业正在成长壮大，季产年销的生鲜农产品和加工品在不断丰富我国的城市市场。

最近统计显示，在农业产业化的链条中，农产品贮藏加工企业的“龙头”地位已经确立。农产品经过加工，实现了“跳跃式”增值，不再以廉价初级原料或者低档商品的形式提供给市场，更充分体现了农产品的后续效益；农产品经过加工，形成新的系列产品，满足了消费者的不同需求；农产品经过加工，更加方便运输、贮藏和消费，促进市场转化，使越来越多的农产品经过加工以后，进入广大群众的生活，并逐步走向国际市场。

二、我国农产品贮藏加工业的增值潜力

世界发达国家均将农产品的贮藏加工放在农业的首位。如美国，田间生产费用仅占总投入的30%，70%的资金投入产后环节，从而保证了农产品高附加值的实现和资源的合理利用，其果菜产后损耗只有1.17%~5.10%，粮食损耗低于1%。产品保鲜数量在意大利、荷兰为60%，其他西欧国家也在50%以上，美国、日本则高达70%左右。从食品工业转化率来看，发达国家的粮食转化率高达80%以上，果菜转化率在50%以上。从农产品产值构成来看，世界发达国家农产品产值的70%以上是通过产后的贮藏、加工等环节来实现的。产后总产值与采收时自然产值的比例美国为3.7:1，日本为2.2:1，我国仅为0.38:1。

在温饱问题已经基本解决后，我国城乡居民对食品的市场需求正在向营养、多样、便捷、安全转变，进而对农产品贮藏加工业的发展提出了新的要求。但是，我国农产品贮藏加工业的基础仍然比较薄弱，加工增值链短，农产品贮藏加工转化能力滞后，我国农产品大都以初级原料或半成品原料形态进入市场，不仅难以满足市场需求的变化，而且制约了农产品市场的开拓，不利于提高农业竞争力，不利于农业增效和农民增收。我国粮食贮存年平均损失率达9%，每年损失粮食220亿千克，果菜损失则超过25%。我国农产品贮藏加工产值与农业产值之比为0.3:1，而发达国家则为3:1；我国深加工用粮不到总产量的8%，而发达国家在70%以上；我国农产品的加工程度为45%，而发达国家在80%以上。

2003年，美国食品工业总生产值约6000亿美元，欧盟约4000亿美元，日本约3000亿美元，而中国只有1600亿美元左右。在国家加强宏观调控，推动了农业产业化发展的形势下，2003年我国农产品加工业总生产值达到3.1万亿元，占工业总产值的22.4%，全国

规模以上食品工业企业达到 19 395 家，完成工业总产值 1.3 万亿元，按照可比价格计算，比 2002 年同期增长 19.67%。2003 年，我国食品进出口总值 330.53 亿美元，比 2002 年同期增长 33.40%，其中出口金额 187.59 亿美元，进口金额 142.94 亿美元，分别比 2002 年增长 20.93% 和 54.28%，实现贸易顺差 44.65 亿美元。从整体情况分析，我国农产品贮藏加工产业发展形势喜人，潜力巨大。

三、农产品贮藏加工与食品工业

农产品贮藏加工广泛应用于人们的衣食住行、动物饲料、医药保健、建筑材料、化工原料、再生能源及其他生活和生产。农产品贮藏加工业中为人们提供食物和享用品的行业称为食品工业。

食品工业作为农产品面向市场的重要后续加工产业和先导性产业，在农产品贮藏加工业中占有最大比重，且投资少、见效快。食品加工业是关联农业、工业和第三产业的重要支柱产业，食品加工业与农业相辅相成、相互促进、紧密相关。食品工业的发展不仅能够带动农产品之间需求的扩张和最终消费的增长，还会带动农业增长方式的转变，使农业发展更好地走上以市场需求为导向的轨道，促进农业提高整体素质和竞争力。食品工业被称为是人类的生命工程，其产值和销售额位于世界工业各行业之首。

目前，我国大部分地区的人们生活在总体上已经达到了小康水平，工业化、城镇化、现代化的潮流，正日益影响着城乡居民的消费需求和消费机构。从国际经验来看，这一阶段往往是食品消费结构加快变化、加工食品需求迅速上升的阶段，食品工业在国民经济中容易成为重要的支柱产业和相对旺盛的增长点。可以说，食品工业的发展，是带动农业产业化，调整农业结构，提高农产品附加值，实现农民增收，缓解农村、农民、农业问题的主要渠道，是农业产业化的主要龙头产业之一，是农业保持可持续发展的必由之路。

以市场为导向大力加快发展农产品深加工，特别是食品工业，全面提高人民的生活质量和水平，是实现人民生活向更加富裕和更加丰富多彩的小康生活过渡的首要任务；对调整农业产业结构，提高农产品附加值，实现农民增收，扩大内需，推动农业产业化进程，进而在参与全球经济，提高我国农业的国际竞争力，具有重要的战略意义。

四、我国农产品贮藏加工业发展前景广阔

发展农产品贮藏加工业，可促进运输、销售等诸多服务企业，使农民的就业岗位不再仅仅局限于土地，巨大的产加销一体化产业空间为农民就业开拓了新的就业渠道，促进了农村富余劳动力的转移。同时，由于农产品贮藏加工推动了农业工业化、农村城镇化，农民在农产品贮藏加工业中的组织化、集约化水平不断提高，受到了现代企业管理理念、现代市场营销方法等潜移默化的熏陶，农民的市场经济意识日益浓厚，活跃了农村经济。农产品贮藏加工企业以及衍生的个体从业者队伍，极大地繁荣了城乡经济，拉动了国内需求，带动了小城

镇建设的城乡一体化进程。

可以说，农产品贮藏加工业的发展，事关我国农业可持续发展的全局，是实现农业“两个根本转变”和国民经济“三步走”伟大战略目标的一项重要举措，对促进农民增收、农村稳定、改善城乡居民生活，具有十分重要的战略意义和现实意义。

中国农产品贮藏加工业前程似锦，市场广阔，生机无限。我们要抓住机遇，齐心协力，全力推动农产品贮藏加工业特别是食品工业的快速持续、健康发展，加速推动农业产业化进程。

五、“农产品贮藏加工”课程的内容、学习方法与要求

“农产品贮藏加工”是中央广播电视大学根据教育部“一村一名大学生计划”相关课程设置要求，为种植类专业学生学习而设置的一门专业课程，它把农产品贮藏加工的相关知识与技术融为一体。

该课程主要讨论粮油产品贮藏加工的相关问题，内容主要包括粮油产品贮藏加工的基础知识、粮油贮藏、粮油加工、豆类加工、植物油制取、调味品的酿造、酿酒、综合利用等。

本课程的任务是在了解农产品品质特点的基础上，使学生学会农产品有效贮藏和加工的方法与技术。在学习中，应当及时进行总结，将各章节内容联系起来，以便更好地理解所学的知识。

实践教学也是本课程教学的重要内容，其中，包括样品采集、样品的制备与保存、粮食平衡水分的测定、新陈米的鉴别方法、粮食的杂质、不完善粒的检验、豆腐加工、面包加工等，还包括参观和社会调查等内容。通过这些基本实验技能的训练和社会实践的内容，可使学生增强理论联系实际的能力，提高在生产实践中自觉地运用所学的知识分析和解决问题的能力。

总之，希望通过本课程的学习，学生能够提高理论水平和解决实际问题的能力。

第一章 粮油产品贮藏加工的基础知识

学习目标

1. 熟悉主要粮油产品的组成和品质特征；
2. 了解粮油产品的化学成分与营养价值；
3. 掌握粮油在贮藏过程中的品质变化及预防措施。

引 言

粮油产品贮藏加工是农作物种植业生产与销售、消费之间的一个极其重要的环节，同时也是商品化中的必然阶段。许多产品如稻谷、小麦只有经过制米工业和面粉工业的加工处理，才能供食用或工业用，同样，我们常见的各种食用油也是经过一系列加工过程才得到的。应用现代科学技术将粮油产品贮藏加工后投放市场，可充分发挥其可利用价值，提高产业的经济效益。

随着人口的增长，资源匮乏是每个国家不得不面对的现实问题。在诸多资源中，粮油又是最重要的基础食物，是人们每天正常生活所不可缺少的，有“人是铁，饭是钢”之说。粮油问题的确是关系国计民生的重大问题。在粮油产品增产越来越难的情况下，粮油产品的有效贮藏和有效利用，自然成为解决粮食问题的重要途径。所以，世界各国都从战略高度来对待粮油产品的贮藏加工。

第一节 主要粮油产品的组成与品质特征

广义的粮食应该包括谷物、油料、豆类和薯类。初加工产品一般为米、面、油、淀粉等；深加工则可以运用各种加工方式对原料中的组分进行分离、提取，根据其理化性质和生物学特征，进行转化和重新组合，得到应用价值和经济价值更高的产品。粮油产品就是以粮油原料或粮油加工副产品为原料，经加工或深加工而制成的食品。实际生产中，粮油原料包括的范围很广，种类很多，大致可以分为谷物类、油料类、豆类、薯类和杂粮类等。

一、粮油产品分类与组成

习惯上，人们根据粮油产品的原料进行分类。而对粮油原料分类，一般根据其化学成分与用途的不同分以下4大类：

1. 禾谷类作物

禾谷类作物属于单子叶禾本科植物，特点为：种子含有发达的胚乳，主要由淀粉构成，淀粉含量约为70%~80%，其次为蛋白质（10%~16%）和脂肪（2%~5%），因此，一般加工为主食，提供人体所需的能量。常见的禾谷类作物有：小麦、大麦、黑麦、燕麦、水稻、玉米、高粱、粟、黍等。荞麦虽然属于双子叶植物，但是因种子中以淀粉为主要贮藏养分，所以习惯上也包括在内。

2. 豆类作物

豆类作物包括一些双子叶的豆科植物，特点是：种子无胚乳，却有两片发达的子叶，子叶中含有丰富的蛋白质（20%~40%）和脂肪，通常可用来榨油，如花生与大豆；有的含脂肪不多，却含有较多的淀粉，例如豌豆、蚕豆、绿豆与赤豆等。豆类作物在我国一般作为副食用。

3. 油料作物

油料作物包括多种不同科属的植物，例如，十字花科的油菜，胡麻科的芝麻，菊科的向日葵和豆科中的大豆与花生等。它们的共同特点是，种子的胚部和子叶中含有丰富的脂肪（25%~55%），其次是蛋白质（20%~40%），可以作为提取食用植物油的原料；提取后的油饼中含有较多的蛋白质，可以作为饲料或经过加工制成蛋白质食品。

4. 薯类作物

薯类作物也可称为根茎类作物，由属于不同科属的双子叶植物组成，它们的特点是在块根或块茎中含有大量的淀粉，例如甘薯、木薯、马铃薯。有些地区作为主食食用，提供人体所需的能量。

二、粮油子粒的物理性质

农民收获的粮油原料，一般其子粒体积都很小，因此，通常不会单粒贮藏而是成堆存放。粮堆的物理性质决定粮食的贮藏以及在贮藏过程中可能发生的变化。

1. 粮油的色泽和气味

各种不同种类的粮食和油料，在正常成熟时，都会显现固有的颜色和味道。一般表面富有光泽，无不良气味。如新鲜正常的大豆子粒，色泽应是鲜黄色或金黄色，而未成熟的大豆子粒一般为淡绿色。如果进行贮藏或加工，正常成熟的子粒其耐贮性和加工性都会比未成熟的要好。但是在贮藏和加工的过程中，由于技术条件或管理不当，会引起粮油子粒固有色泽和气味的损失，如在贮藏时发霉的小麦，其表面灰暗、无光泽，口味也不好。

2. 容重、比重和孔隙度

(1) 容重

粮食容重是指一定单位容积内所含粮食的绝对重量，常用克/升、千克/石、千克/立方米为单位。容重是粮食检验的重要指标之一。一般粮食子粒细小，参差不齐，外形饱满圆滑，结构致密，含水量低，含淀粉和蛋白质较多，堆积密集，但混有各种沉重杂质者，容重较大。反之，粮食籽粒粗大、颗粒整齐、表面粗糙皱瘪、含水量高、脂肪含量较多、堆积松散，并混有轻飘杂质者，容重较小。

在粮食储运工作中，可以根据容重来推算一定重量粮食的体积，或从粮食的体积推算重量。

(2) 比重

粮食的比重是一定体积（无杂质）粮食的重量与同体积水的重量之比，所以，粮食的比重表示它内含物质的充实程度或细胞结构的致密程度。粮食成熟度高，营养物质积累多，子粒饱满，则比重大。油料作物发育良好，含油量高，比重较小。

(3) 粮堆密度和孔隙度

所谓的粮堆体积就是粮食自身大小和粮食子粒间所有空隙的总和。如果用百分率表示，则粮食的自身大小所占粮堆总体积的百分率叫粮堆的密度，空隙体积占粮堆总体积的百分率为粮堆的孔隙度。

孔隙度小的粮堆，粮温受气温或仓温影响较小，湿热不易散发，在水分较大和温度较高时，容易引起发热、霉变，害虫大量繁殖，发芽率降低。孔隙度大的粮堆，粮温受气温或仓温影响较大，湿热容易散发，熏蒸时气体易于渗透，也易于散气，贮藏时也要保证一定的孔隙度。（见图 1-1）



图 1-1 粮堆间隙

3. 散落性和自动分级

粮油原料的颗粒都是固体，但颗粒群体构成的粮堆却具有流动性，容易变形，这种特性叫作散落性。当粮食从一定高度自然落下时，会向四周流散，当达到相当数量时会形成一个圆锥体。这个圆锥体的斜面与底部直径所成的角，叫做粮堆的静止角（见图 1-2）。静止角可以表示粮食散落性的大小，静止角越大，散落性越小；静止角越小，散落性则越大。表面光滑、圆形颗粒的粮食，散落性较大；表面粗糙甚至有毛刺的、非圆形的粮食，散落性较小。含水量高的粮食，散落性也小。散落性是确定粮食清理、输入及各种自流设备角度的依据。

当粮食在运动时，由于各组成成分具有不同的散落性，就会发生性质相类似的组成部分趋向于聚集同一部位，结果使粮堆不同部位的粮食在品质上发生差异，这种现象叫做粮食的自

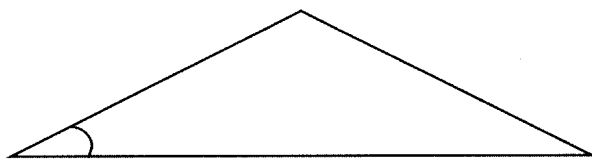


图 1-2 粮堆静止角

动分级。自动分级现象是重力、空气阻力和粮食运动三者综合作用的结果。所以，粮食移动的距离越大，散落的速度越快，特别是粮食的净度和整齐度越低，自动分级现象就越明显。粮食入仓时，要注意防止粮食产生自动分级；在筛选分级时，则要利用粮食的自动分级。

4. 导热性和热容量

粮堆具有传递热能的性能，粮堆内、外之间和粮堆内部时刻进行着热的传递和交换，这种现象叫做导热性。热在粮堆中的传递，主要是通过传导和对流两种方式进行的。实验证明，热量在粮堆中传递很慢，也就是说，粮食是热的不良导体，粮堆不易冷却，也不易升温，受热和散热都很缓慢。粮食的导热性不良，在储藏上有两方面的作用。有利的一面是利用这种特性，采取低温入库，隔热保冷，在外界温度变化较大时，受影响相对较小，延缓升温速度，为低温储藏提供条件。不利的一面是粮温高时不易迅速冷却，一旦粮堆内部发热，容易使粮食霉变。同时，由于原始粮温不一致，粮堆内部保持较大的温差，易引起低温部分结露。一般粮堆的导热系数仅为 0.12~0.2，说明粮堆受热和散热都很慢。

热容量是指使 1 千克粮油子粒温度升高 1℃ 所需要的能量，以 (千焦/千克) ×℃ 为单位。热容量的大小取决于粮油的化学成分及比例。

5. 吸附性和吸湿性

粮食颗粒是一个具有多孔毛细管的胶体。实验表明，粮粒内部的大、小毛细管的内壁都是吸附蒸气或气体的有效表面，这种有效表面的总和，大约是粮粒外部表面总和的 20 万倍，而每克粮食的活性表面大约为 200~500 平方米，由此可见，粮食吸附气体和蒸气的能力是很强的。粮食对气体和蒸气的吸附作用称为粮食的吸附性。吸附的气体或蒸气在一定条件下还可以从粮粒中逸出，称之为解吸。粮食对从空气中吸附水蒸气的作用就称之为吸湿性。

粮食吸附水汽的性能，除了由于多孔毛细管外，更重要的是粮食中含有很多亲水胶体。如粮食中的淀粉和蛋白质分子就有很多能与水作用的极性基团。油料作物种子由于含脂肪多，脂肪是疏水性的，所以对水汽的吸附能力比谷类粮食低。

粮食的吸湿性在粮食进行干燥和储存时，是不可忽视的因素。例如，在高温干燥的天气，粮食内部的水汽分子可以外逸，是粮食自然干燥的有利条件；而潮湿、阴雨天气，就应密闭粮仓，防止粮食吸附水汽、导致含水量升高。在一定温度、湿度的外界条件下，粮食吸附水汽和解吸水汽达到动态平衡，这时粮食的含水量称为平衡水分，储粮的含水量应保持在平衡水分以下。

粮食对气体的吸附和解吸作用，还是储粮过程中采用药剂熏蒸杀灭害虫及微生物的依据。经过药剂熏蒸的粮食，一定要待毒气解吸到合乎卫生标准后方可出库和食用。