

6630400

中等粮食学校试用教材

# 粮 食 储 藏



中国财政经济出版社

TS2  
中等粮食学校试用教材

# 粮 食 储 藏

粮食储藏编写组 编



0040859

中国财政经济出版社

中等粮食学校试用教材

粮 食 储 藏

粮食储藏编写组 编

\*

中国财经出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京印刷二厂印刷

\*

787×1092 毫米 32开本 13.625印张 1插页 280,000字

1980年8月第1版 1980年8月北京第1次印刷

印数: 1—45,000

统一书号: 15166·067 定价: 1.10 元

## 编 审 说 明

本书是为中等粮食学校储藏专业的学生编写的。也可供粮食储藏工作人员进修的参考用书。

参加本书编写工作的有：南京粮食学校赵慕铭、项琦、倪兆桢、瞿起荣、万慕麟，安徽省粮食学校彭敷万，四川省粮食学校陆联高，辽宁省粮食学校高鼎，江西省粮食学校胡行健，甘肃省财贸学校孔令仪，吉林省财贸学校杨树长，广西省商业学校刘一德。初稿完成后，曾邀请上海市粮食局储运公司、黑龙江省粮食局、河北省玉田县粮食局等单位的一些同志参加讨论，提出修改意见。由赵慕铭和项琦负责总纂。

本书经我们审定，可以作为中等粮食学校试用教材。

中华人民共和国粮食部教材编审委员会

一九八〇年一月

## 绪 言

粮食储藏是一项十分重要的工作。手中有粮，心里不慌。有了粮食，军需民食才有可靠的保证，社会主义建设才有牢固的经济基础。随着我国“四化”建设的发展，今后，国家和农村社队的储备粮将会不断增加，我们保粮工作者所肩负的使命也必将日益繁重、更加光荣。

粮食储藏的基本任务：第一，要尽量保持粮食原有的品质；第二，要防止不应有的数量损耗；第三，要节约保管费用，为社会主义建设积累资金。粮食储藏过程，是粮食生产过程的继续。如果农业上粮食增产，而在储藏过程中发生数量损耗或质量败坏，就会造成实际的不增产或减产。在国外，粮食在储藏期间的损耗是惊人的。据联合国粮农组织一九七七年对五十个国家的调查，储粮损耗高达6—10%。即使是工业发达的美国、日本等，储粮损耗亦有5%。我国广大保粮职工艰苦奋斗，奋发图强，坚持“以防为主，防治并举”的保粮方针，因而在防治虫、霉、鼠、雀方面成效显著，各地涌现了大批“四无粮仓”，储粮损耗与世界各国相比是较低的，储粮品质也是比较好的。

我国广大劳动人民在长期的生产斗争中，对储粮技术创造了极为宝贵的经验。例如，在一四〇〇年以前，贾思勰所著的《齐民要术》一书中，对种籽粮的储藏要“……先治，

场净，不杂；窖埋又胜器盛”，储粮防虫要“麦一石，艾一把”等的记载。在河南洛阳发掘出来的隋唐时代的“含嘉仓”，则是大型地下储藏的典范。新中国成立以后，在党的领导下，继承与发扬了我国的保粮经验，修建大批粮仓，购置大量保粮仪器，积极培训保粮人员，从而使粮食储藏水平获得迅速提高。近年来，在向科学进军中，广大保粮职工和科技人员，积极研究与试制保粮新技术和新设备，大力推广先进经验，为不断地提高保粮技术水平作出了贡献。

《粮食储藏》课程的主要内容包括：粮堆的物理性质与温、湿度，水分变化，储粮的生理生化，储粮微生物，储粮的管理与技术措施，各种粮食的储藏特点与经验等。上述内容，我们将在下面有关章节分别加以叙述。

# 目 录

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 绪 言 .....                    | ( 1 )   |
| 第一章 粮堆及其物理性质的变化 .....        | ( 3 )   |
| 第一节 粮堆 .....                 | ( 4 )   |
| 第二节 粮堆的物理性质 .....            | ( 9 )   |
| 第三节 粮堆温度、湿度、水分和气体成分的变化 ..... | ( 35 )  |
| 第二章 储粮的生物化学变化 .....          | ( 68 )  |
| 第一节 粮食的化学成分 .....            | ( 68 )  |
| 第二节 糖类 .....                 | ( 71 )  |
| 第三节 脂类 .....                 | ( 87 )  |
| 第四节 蛋白质 .....                | ( 99 )  |
| 第五节 维生素 .....                | ( 114 ) |
| 第六节 矿物质 .....                | ( 119 ) |
| 第三章 储粮的生理 .....              | ( 125 ) |
| 第一节 粮食呼吸 .....               | ( 125 ) |
| 第二节 粮食的后熟 .....              | ( 134 ) |
| 第三节 粮食的发芽 .....              | ( 140 ) |
| 第四节 粮食的陈化 .....              | ( 145 ) |
| 第四章 粮食微生物 .....              | ( 149 ) |
| 第一节 粮食微生物概说 .....            | ( 149 ) |
| 第二节 粮食上的主要微生物 .....          | ( 161 ) |
| 第三节 粮食的发热 .....              | ( 182 ) |

|            |                       |              |
|------------|-----------------------|--------------|
| 第四节        | 粮食的霉变 .....           | (193)        |
| 第五节        | 粮食中真菌毒素的污染与处理 .....   | (206)        |
| <b>第五章</b> | <b>粮油仓储管理 .....</b>   | <b>(216)</b> |
| 第一节        | 仓房管理 .....            | (216)        |
| 第二节        | 粮油进出库 .....           | (230)        |
| 第三节        | 巩固与发展“四无粮仓” .....     | (240)        |
| 第四节        | 粮油保管损耗和保管费用管理 .....   | (251)        |
| <b>第六章</b> | <b>储粮技术 .....</b>     | <b>(259)</b> |
| 第一节        | 常规储藏 .....            | (259)        |
| 第二节        | 低温储藏 .....            | (264)        |
| 第三节        | 缺氧储藏 .....            | (286)        |
| 第四节        | 化学储藏 .....            | (314)        |
| 第五节        | 地下储藏 .....            | (329)        |
| 第六节        | 试验中的一些储粮技术 .....      | (337)        |
| <b>第七章</b> | <b>主要粮油的储藏法 .....</b> | <b>(348)</b> |
| 第一节        | 原粮的储藏 .....           | (348)        |
| 第二节        | 成品粮的储藏 .....          | (370)        |
| 第三节        | 油料的储藏 .....           | (384)        |
| 第四节        | 油品的储藏 .....           | (405)        |
| 第五节        | 薯类的储藏 .....           | (411)        |
| 第六节        | 种籽粮的储藏 .....          | (423)        |

## 绪 言

粮食储藏是一项十分重要的工作。手中有粮，心里不慌。有了粮食，军需民食才有可靠的保证，社会主义建设才有牢固的经济基础。随着我国“四化”建设的发展，今后，国家和农村社队的储备粮将会不断增加，我们保粮工作者所肩负的使命也必将日益繁重、更加光荣。

粮食储藏的基本任务：第一，要尽量保持粮食原有的品质；第二，要防止不应有的数量损耗；第三，要节约保管费用，为社会主义建设积累资金。粮食储藏过程，是粮食生产过程的继续。如果农业上粮食增产，而在储藏过程中发生数量损耗或质量败坏，就会造成实际的不增产或减产。在国外，粮食在储藏期间的损耗是惊人的。据联合国粮农组织一九七七年对五十个国家的调查，储粮损耗高达6—10%。即使是工业发达的美国、日本等，储粮损耗亦有5%。我国广大保粮职工艰苦奋斗，奋发图强，坚持“以防为主，防治并举”的保粮方针，因而在防治虫、霉、鼠、雀方面成效显著，各地涌现了大批“四无粮仓”，储粮损耗与世界各国相比是较低的，储粮品质也是比较好的。

我国广大劳动人民在长期的生产斗争中，对储粮技术创造了极为宝贵的经验。例如，在一四〇〇年以前，贾思勰所著的《齐民要术》一书中，对种籽粮的储藏要“……先治，

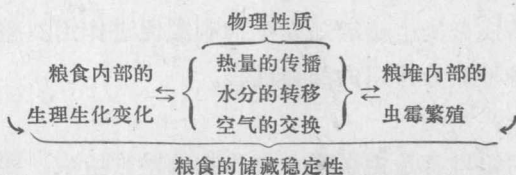
场净，不杂；窖埋又胜器盛”，储粮防虫要“麦一石，艾一把”等的记载。在河南洛阳发掘出来的隋唐时代的“含嘉仓”，则是大型地下储藏的典范。新中国成立以后，在党的领导下，继承与发扬了我国的保粮经验，修建大批粮仓，购置大量保粮仪器，积极培训保粮人员，从而使粮食储藏水平获得迅速提高。近年来，在向科学进军中，广大保粮职工和科技人员，积极研究与试制保粮新技术和新设备，大力推广先进经验，为不断地提高保粮技术水平作出了贡献。

《粮食储藏》课程的主要内容包括：粮堆的物理性质与温、湿度，水分变化，储粮的生理生化，储粮微生物，储粮的管理与技术措施，各种粮食的储藏特点与经验等。上述内容，我们将在下面有关章节分别加以叙述。

## 第一章 粮堆及其物理性质的变化

粮食和油料在储藏过程中，能够保持品质不降低、干物质不发生损耗的特性，称为储藏稳定性。事实上，粮油在储藏期中的变化，往往向着劣变的方向发展。因此储藏粮食和油料的主要任务，即在于设法保持和提高它们的稳定性。影响储粮稳定性的因素非常复杂，一般可分为两类：一类是粮食和油料本身的特点、特性，如形态结构、化学成分、物理性质、生理变化等等。另一类是环境条件，如收获条件、气象条件、储藏条件等等。

粮食和油料的储藏性质，以物理性质和生理生化性质为主要基础。物理性质为探讨粮油的外在状态及其在外界条件作用下所反映的一系列的物理属性；生理生化性质为探讨粮油籽粒机体的内在变化规律及其与外在因素的联系。物理性质和生理生化性质相互作用、相互影响。这种相互作用、相互影响的结果，就会直接影响到粮油的储藏稳定性。这种错综复杂的关系，简略图示于下：



## 第一节 粮 堆

粮堆是粮油籽粒的群体，进入储藏状态的粮油籽粒均堆积成粮堆。储藏期间粮油发生的各种变化过程，均在粮堆内进行。

粮堆是一个生态体系，包括生物成分与非生物成分的环境因素。在这个生态体系内，生物成分和非生物的环境因素相互作用的结果，导致粮食的败坏变质（图1-1）。这一过程在开始阶段是缓慢的，但如各种因素配合适当，粮堆又不加翻动，则随着时间的延长，粮食可以全部损坏。因此研究和掌握粮堆的生物成分与非生物的环境因素的相互作用及其变化规律，可以设法防止、控制或延缓这些不良变化的发生。

### 一、粮堆的生物成分

粮堆内的各种生物成分，均有生命活动现象，可称为粮堆内的“活成分”。各种活成分与其他成分之间能相互影响、相互制约。例如，粮堆的呼吸强度往往是各种活成分发生呼吸的总和，活成分活动的结果就会引起粮堆内温度、水分及气体成分的变化；而温度、水分、气体成分的变化又能对各种活成分的生命活动发生抑制或促进作用。整个粮堆的变化是各种成分作用的综合过程。

#### （一）粮粒

任何粮堆都是由属于一定作物的粮粒组成，粮粒是构成

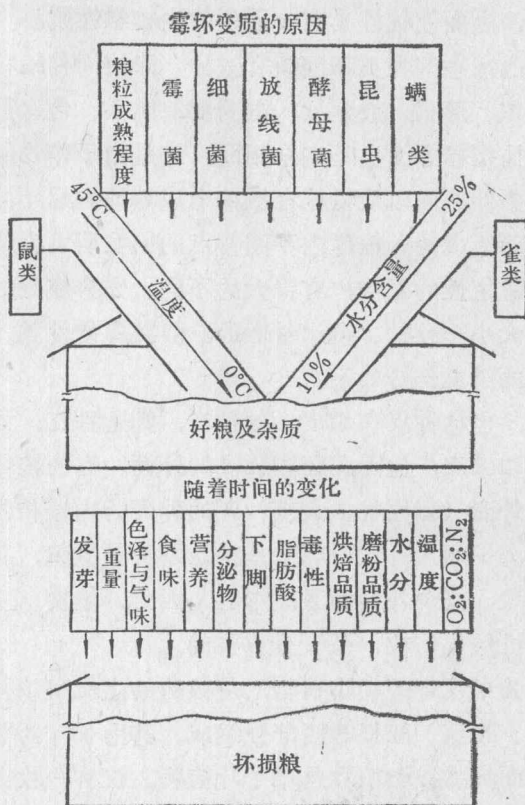


图1-1 粮堆中生物成分与非生物成分在变质过程中相互关系的图解

粮堆的主体，按体积计，一般粮粒要占粮堆总体积的60%左右（其余40%为孔隙）。粮粒是粮食作物的种籽或果实（也

可以简称为种实，习惯上则常简称为种籽），由于它们是活的有机体，因而使粮堆具有一系列的生物学性质。

粮粒的形态因种类不同而有差异，即使同种粮粒，彼此之间在体积、形状、成熟度、饱满度、比重、含水量、破碎粒以及其他指标方面也不完全相同。这是由于作物的品种不同、生长条件不同以及粮粒在植株上成熟的先后不同和脱粒条件不同而造成的。粮堆内不同特点的粮粒所发生的变化及其对储藏稳定性的影响，有很大的不同。充分成熟的、饱满完整的、大小一致的、含水量低的，储藏稳定性强。

粮粒的组成部分如下：

皮层：包括种皮和果皮。如种籽，则是种皮；如果实，则是种皮和果皮，包围在胚和胚乳的外面。有的粮粒在皮层外面还有外壳（如稻谷、大麦、粟的外壳为内颖和外颖，高粱的外壳为护颖）。这一部分是粮粒的保护组织，有利于防止虫霉侵袭，减少外界的温湿影响。因此，粮食入库储藏前，清除机械损伤粒，是十分重要的。

胚：为未发育的幼小植物，是粮粒的生命组织。胚由胚芽、子叶、胚茎、胚根等四部分组成。其中子叶的数目随粮种的不同而异。谷类粮食是单子叶植物，仅有一枚子叶。豆类和油料是双子叶植物，具有两枚子叶，其子叶一般肥大，内储有大量的营养物质。

胚部含有丰富的营养成分，含水量也较高，生活力旺盛，因而也容易生霉。检查霉粒时，一般首先观察胚部。

胚乳：谷类粮食的胚乳在整个籽粒中占有很大的比例。胚乳含有大量的营养物质，是粮粒的营养组织。但并非所有

粮油种籽都有胚乳，有些种籽仅由种皮和胚组成。从胚乳的有无来分，粮油种籽可分成三类：即单子叶有胚乳种籽，如谷类；双子叶有胚乳种籽，如芝麻、棉籽等；双子叶无胚乳种籽，如豆类、花生、油菜籽、向日葵籽等。

## （二）其他活成分

微生物：自然界中微生物到处存在，在粮食上也不例外，如以一克粮食计算，就可能带有几十万到几百万个微生物。微生物活动的结果，能直接造成粮堆状况和粮食品质的变化，而且由于很多储粮霉菌产生的毒素已经日益成为对人、畜健康的严重问题，所以抑制微生物的活动是储藏实践中的重要措施。

虫、螨：粮食在储藏中，很易感染虫、螨。一般情况下，粮食经过打谷场和生产队的初期保管，都很容易感染害虫。虫、螨进行的为害活动使粮堆原有的状态遭到极大破坏，它们不仅是蛀食粮食，引起粮食重量损失和降低使用品质，而且在取食、呼吸、排泄和变态等生命活动中，散发热量和水分，促使结露、生芽、发热和霉变。干燥粮食由虫害引起的发热，最高温度可以达到 $42^{\circ}\text{C}$ 。同时虫、螨在活动过程中产生的分泌物、粪便、尸体、皮屑等混杂在粮食中，污染了粮食，促进了霉菌的滋生。

粮堆内感染的虫、螨与微生物之间也是相互促进，相互抑制的。一般虫、螨本身都是载菌者，因而它们是微生物的传播者，但有些虫、螨也是真菌的捕食者（如隐食甲科，蕈甲科，薪甲科的甲虫与螨类）。害虫之间的相互影响，有的可以抑制彼此群体的发展（如玉米象与谷蠹）；有的可以在

一起生长得很好（如赤拟谷盗与米象）。微生物之间的互相影响，有些真菌与其他微生物能产生如抗体一类的物质，可以抑制另一部分真菌和其他微生物的发展。这些情况进一步说明粮堆内各种生物因子之间的错综复杂的关系。

草籽：粮堆内还混有杂草种籽及其他类型的杂质。杂草种籽本身的特点是吸湿性强，原始水分含量大，生命活动旺盛，因此杂草种籽也是促进粮堆变化的一个不可忽视的因素。它能将水分转移给粮食，呼吸强度较大，增加粮堆内的湿热，同时杂草种籽和杂质阻塞孔隙，影响粮堆内部产生的湿热气体的散发，还为虫、螨的发展提供有利的环境。所以粮食在进入仓库保管前必须进行清理工作，以提高粮堆的稳定性。

## 二、粮堆中的非生物环境因素

非生物环境因素包括物理的（如温湿度）、化学的（如氧和二氧化碳）以及物理化学的（如水分）等等。这些因素都是控制粮堆有害生物（虫、螨及微生物）生长的基本因素。从温度方面考虑：①螨类在 $5^{\circ}\text{C}$ 以下不能蔓延发展，仓虫在 $15^{\circ}\text{C}$ 以下也是这样；②大部分储粮霉菌在 $0^{\circ}\text{C}$ 以下不能发生。从水分方面考虑：①粮食水分含量在13%以下，可以制止大部分微生物与螨类的生长；②水分含量在10%以下，可以限制大部分仓虫为害。粮堆内的水分含量，很少各处相同。粮堆界面以内的空气，不仅其成分与一般空气不同，且直接参与粮堆内部的一切变化。不仅粮堆内热的传递、水分的转移与粮堆内部空气运动有关，而且粮堆内部的

氮、氧与二氧化碳的比例的改变与保持粮堆的稳定性也有密切关系。粮堆内的氧气的供给，差不多对所有有害生物的生长、繁殖都有影响。限制氧的供给，可以使储粮达到最少的数量、质量损耗。另一方面，粮食中的化学成分由于氧化和水解过程的发生，就会使一些营养成分分解。储粮发热或粮食久储，引起脂肪酸增高，就是显著的例子。

总之，粮食储藏的稳定性取决于保持它自己的化学成分的完整性以及与外界环境保持平衡，只有建立了这种理想的平衡关系，才能保持粮食成分最小的变化。

## 第二节 粮堆的物理性质

粮堆的物理性质，重要的有散落性、自动分级、孔隙度、导热性和吸附性等。由于粮堆是粮粒聚合而成的一个统一体，这些性质显然是互相有关、互相影响的。如粮食散落时，有不同的具体条件，从而形成不同情况的自动分级。自动分级的结果，在粮堆不同部位形成不同的孔隙度，因而又影响到粮堆的热传导与水分转移。热湿的积聚，则使散落性和孔隙度发生新的变化。所有这些过程与结果，都会影响到储粮的稳定性。

### 一、散落性和自动分级

#### (一) 散落性

##### 1. 散落性的概念

粮食是一种散粒体，相互间的内聚力很小，因此由高处