

# 粮食与种子

# 贮藏技术

LIANGSHI YU ZHONGZI ZHUCANG JISHU

张宏宇 主编



金盾出版社  
JINDUN CHUBANSHE

# 粮食与种子贮藏技术

主 编

张宏宇

副主编

熊鹤鸣 陈浩梁 黄胜威

编著者

(按拼音排序)

陈浩梁 黄胜威 林璐璐

宋旭红 夏长秀

熊鹤鸣 张宏宇

金 盾 出 版 社

## 内 容 提 要

本书由华中农业大学植保系张宏宇教授等编著。主要内容包括:粮食与种子贮藏概述,粮食与种子贮藏条件与设备,贮粮的干燥与通风,粮食与种子贮藏期的主要害虫、微生物及啮齿动物,粮食与种子贮藏期的有害生物调查与综合防治,以及主要粮种的贮藏技术。

本书内容丰富,通俗实用,可供各级粮食贮藏单位工作人员和贮粮的农民朋友学习使用,也可供农业院校相关专业师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

粮食与种子贮藏技术/张宏宇主编. —北京:金盾出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-5082-5699-3

I. 粮… II. 张… III. ①粮食—贮藏②种子—贮藏  
IV. S379 S339.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 051791 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京印刷一厂

彩页正文印刷:北京天宇星印刷厂

装订:北京天宇星印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:6.125 彩页:4 字数:135 千字

2009 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~10 000 册 定价:10.00 元

---

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

## 前 言

我国是农业大国,人口众多。进入 20 世纪 90 年代,我国粮食产量稳中有升,年粮食总产量基本稳定在 5 亿吨左右,人均粮食占有量为 400 千克,达到世界平均水平。1990 年我国建立国家专项贮备制度以来,基本形成国家、地方和农户三级粮食贮备系统,粮食总库存占全年粮食总产量的 40%~50%。2003 年初国家粮食总库存在 2.4 亿吨以上,农民存粮总量约 1.2 亿吨。

粮食在贮运过程中常遭受到虫、霉、鼠的严重危害,导致贮粮损失巨大,品质陈化严重,粮食霉变,甚至产生具有强烈毒性和致癌性的毒素。据报道,全世界贮粮因害虫而造成的损失高达 10%。我国由于粮食贮备量大,贮藏期长,有些地方和农户贮粮中存在着许多不足之处,使每年粮食收获后的损失高达 8%,其中由贮粮害虫造成的损失达到 3%~5%。

因此,粮食和种子的贮藏在农业生产中的地位越来越重要,再加上我国改革开放的深入,加入世贸组织后粮食和种子的国际贸易量增大,也对粮食和种子的贮藏提出了更高的要求,所以如何科学安全地贮藏粮食和种子成为广大人民群众尤其是农民朋友非常关心的一个问题。为促进当前粮食和种子贮藏的发展,满足广大农民朋友以及基层粮食部门工作者对粮食和种子贮藏方面科学理论知识的需要,在金盾出版社和“十一五”国家科技支撑计划(2006 BAD02A18-03 和 2006 BAI 09B04-06)的大力支持下,我们编写了《粮食与种子贮藏技术》一书。

本书是在长期教学、科研的基础上,参考目前国内外粮食和种子贮藏科学领域研究的进展和成果编写而成,是各级粮食贮藏单位工作人员和农民朋友学习、掌握粮食和种子贮藏技术的好帮手。

由于编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 著 者

2008 年 4 月

于武汉狮子山

# 目 录

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| <b>第一章 粮食与种子贮藏概述</b> .....    | (1)  |
| 一、粮食与种子贮藏的目的与意义 .....         | (1)  |
| (一)粮食贮藏的目的与意义.....            | (1)  |
| (二)种子贮藏的目的与意义.....            | (2)  |
| 二、国内外粮食和种子贮藏概况 .....          | (3)  |
| (一)国内外粮食贮藏概况.....             | (3)  |
| (二)国内外种子贮藏概况.....             | (6)  |
| <b>第二章 粮食与种子贮藏条件及设备</b> ..... | (9)  |
| 一、粮食与种子贮藏的硬性条件 .....          | (9)  |
| (一)仓库的要求.....                 | (9)  |
| (二)仓库的类型 .....                | (12) |
| 二、粮食与种子贮藏的附属设备.....           | (19) |
| (一)检验设备 .....                 | (19) |
| (二)加工设备 .....                 | (20) |
| (三)熏蒸设备 .....                 | (20) |
| (四)机械通风设备 .....               | (20) |
| (五)运输设备 .....                 | (20) |
| (六)计算机设备 .....                | (21) |
| <b>第三章 贮粮的干燥与通风</b> .....     | (25) |
| 一、贮粮的干燥.....                  | (25) |
| (一)贮粮干燥的基本知识和原理 .....         | (25) |
| (二)贮粮干燥的方法和设备 .....           | (31) |
| 二、贮粮的通风.....                  | (40) |

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| (一)贮粮通风的意义和原理 .....            | (40)        |
| (二)贮粮通风的作用 .....               | (47)        |
| <b>第四章 粮食与种子贮藏期的主要害虫 .....</b> | <b>(54)</b> |
| <b>一、玉米象.....</b>              | <b>(54)</b> |
| (一)分布与危害 .....                 | (54)        |
| (二)形态识别 .....                  | (54)        |
| (三)发生规律 .....                  | (56)        |
| (四)防治技术 .....                  | (57)        |
| <b>二、谷蠹.....</b>               | <b>(57)</b> |
| (一)分布与危害 .....                 | (57)        |
| (二)形态识别 .....                  | (58)        |
| (三)发生规律 .....                  | (59)        |
| (四)防治技术 .....                  | (60)        |
| <b>三、长角扁谷盗.....</b>            | <b>(61)</b> |
| (一)分布与危害 .....                 | (61)        |
| (二)形态识别 .....                  | (61)        |
| (三)发生规律 .....                  | (64)        |
| (四)防治技术 .....                  | (64)        |
| <b>四、豆象类.....</b>              | <b>(65)</b> |
| (一)分布与危害 .....                 | (65)        |
| (二)形态识别 .....                  | (65)        |
| (三)发生规律 .....                  | (68)        |
| (四)防治技术 .....                  | (69)        |
| <b>五、赤拟谷盗和杂拟谷盗.....</b>        | <b>(70)</b> |
| (一)分布与危害 .....                 | (70)        |
| (二)形态识别 .....                  | (70)        |
| (三)发生规律 .....                  | (71)        |

|                |      |
|----------------|------|
| (四)防治技术 .....  | (72) |
| 六、锯谷盗.....     | (73) |
| (一)分布与危害 ..... | (73) |
| (二)形态识别 .....  | (73) |
| (三)发生规律 .....  | (74) |
| (四)防治技术 .....  | (74) |
| 七、大谷盗.....     | (75) |
| (一)分布与危害 ..... | (75) |
| (二)形态识别 .....  | (76) |
| (三)发生规律 .....  | (77) |
| (四)防治技术 .....  | (77) |
| 八、脊胸露尾甲.....   | (78) |
| (一)分布与危害 ..... | (78) |
| (二)形态识别 .....  | (78) |
| (三)发生规律 .....  | (79) |
| (四)防治技术 .....  | (79) |
| 九、烟草甲.....     | (79) |
| (一)分布与危害 ..... | (79) |
| (二)形态识别 .....  | (80) |
| (三)发生规律 .....  | (81) |
| (四)防治技术 .....  | (81) |
| 十、药材甲.....     | (82) |
| (一)分布与危害 ..... | (82) |
| (二)形态识别 .....  | (83) |
| (三)发生规律 .....  | (83) |
| (四)防治技术 .....  | (84) |
| 十一、麦蛾.....     | (84) |

|                |      |
|----------------|------|
| (一)分布与危害 ..... | (85) |
| (二)形态识别 .....  | (85) |
| (三)发生规律 .....  | (86) |
| (四)防治技术 .....  | (87) |
| 十二、印度谷螟.....   | (87) |
| (一)分布与危害 ..... | (87) |
| (二)形态识别 .....  | (88) |
| (三)发生规律 .....  | (89) |
| (四)防治技术 .....  | (89) |
| 十三、粉斑螟蛾.....   | (90) |
| (一)分布与危害 ..... | (91) |
| (二)形态识别 .....  | (91) |
| (三)发生规律 .....  | (92) |
| (四)防治技术 .....  | (92) |
| 十四、紫斑谷螟.....   | (93) |
| (一)分布与危害 ..... | (93) |
| (二)形态识别 .....  | (93) |
| (三)发生规律 .....  | (94) |
| (四)防治技术 .....  | (95) |
| 十五、啮虫类.....    | (95) |
| (一)分布与危害 ..... | (95) |
| (二)形态识别 .....  | (95) |
| (三)发生规律 .....  | (96) |
| (四)防治技术 .....  | (96) |
| 十六、粉螨类.....    | (97) |
| (一)分布与危害 ..... | (97) |
| (二)形态识别 .....  | (98) |

|               |      |
|---------------|------|
| (三)发生规律 ..... | (98) |
|---------------|------|

|               |      |
|---------------|------|
| (四)防治技术 ..... | (99) |
|---------------|------|

## 第五章 粮食与种子贮藏期的微生物及啮齿动物

|       |       |
|-------|-------|
| ..... | (100) |
|-------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 一、粮食与种子贮藏期的微生物 ..... | (100) |
|----------------------|-------|

|                        |       |
|------------------------|-------|
| (一)常见微生物种类及其活动规律 ..... | (100) |
|------------------------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| (二)粮食和种子微生物的防治 ..... | (102) |
|----------------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| 二、贮粮中的害鼠 ..... | (103) |
|----------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| (一)我国主要害鼠 ..... | (103) |
|-----------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (二)鼠类特点 ..... | (106) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (三)鼠害防治 ..... | (107) |
|---------------|-------|

## 第六章 粮食与种子贮藏期有害生物的调查 .....

|               |       |
|---------------|-------|
| 一、直观检查法 ..... | (109) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| 二、取样检查法 ..... | (110) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (一)样品扦取 ..... | (111) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (二)害虫检查 ..... | (111) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| 三、诱集检查法 ..... | (112) |
|---------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| (一)诱捕器诱集 ..... | (113) |
|----------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (二)光电诱捕 ..... | (113) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| (三)习性诱集 ..... | (114) |
|---------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| (四)信息素诱捕 ..... | (114) |
|----------------|-------|

|                  |       |
|------------------|-------|
| (五)食物引诱剂诱捕 ..... | (115) |
|------------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| 四、其他检查方法 ..... | (115) |
|----------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| (一)声测法 ..... | (115) |
|--------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| (二)近红外检测 ..... | (116) |
|----------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| (三)图像识别法 ..... | (117) |
|----------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| (四)生物检测法 ..... | (118) |
|----------------|-------|

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| (五)X射线检测法 .....            | (118)        |
| <b>第七章 有害生物的综合防治 .....</b> | <b>(119)</b> |
| 一、检疫防治 .....               | (119)        |
| (一)检疫防治的意义 .....           | (119)        |
| (二)检疫防治的任务 .....           | (120)        |
| (三)检疫防治的特点 .....           | (121)        |
| 二、仓储环境治理 .....             | (121)        |
| (一)仓储环境治理的意义及其基本原理 .....   | (121)        |
| (二)仓储环境治理的范围 .....         | (122)        |
| (三)仓储环境治理的方法 .....         | (122)        |
| 三、物理机械防治 .....             | (125)        |
| (一)物理防治 .....              | (125)        |
| (二)机械防治 .....              | (126)        |
| 四、化学防治 .....               | (128)        |
| (一)常用保护剂 .....             | (128)        |
| (二)常用熏蒸剂 .....             | (130)        |
| 五、生物防治 .....               | (132)        |
| (一)利用天敌昆虫防治害虫 .....        | (132)        |
| (二)利用病原微生物防治仓虫 .....       | (133)        |
| <b>第八章 主要粮种的贮藏技术 .....</b> | <b>(136)</b> |
| 一、水稻粮种的贮藏 .....            | (136)        |
| (一)水稻粮种的主要贮藏特性 .....       | (136)        |
| (二)水稻粮种的主要贮藏技术 .....       | (138)        |
| 二、小麦粮种的贮藏 .....            | (140)        |
| (一)小麦粮种的主要贮藏特性 .....       | (140)        |
| (二)小麦粮种的主要贮藏技术 .....       | (142)        |
| 三、玉米的贮藏 .....              | (144)        |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| (一)玉米的贮藏特性.....      | (144) |
| (二)玉米的贮藏技术.....      | (146) |
| 四、豆类的贮藏 .....        | (149) |
| (一)大豆的贮藏.....        | (149) |
| (二)蚕豆的贮藏.....        | (151) |
| 五、油料作物种子的贮藏 .....    | (153) |
| (一)油菜籽的贮藏.....       | (154) |
| (二)花生的贮藏.....        | (156) |
| 六、甘薯的贮藏 .....        | (158) |
| (一)甘薯的贮藏特性.....      | (158) |
| (二)甘薯的贮藏技术.....      | (159) |
| (三)薯干的贮藏.....        | (161) |
| 七、棉籽的贮藏 .....        | (162) |
| (一)棉籽的主要贮藏特性.....    | (162) |
| (二)棉籽主要贮藏技术要点.....   | (165) |
| 八、蔬菜的贮藏 .....        | (167) |
| (一)蔬菜种子的主要贮藏特性.....  | (167) |
| (二)蔬菜种子主要贮藏技术要点..... | (170) |
| 九、马铃薯的贮藏 .....       | (173) |
| (一)马铃薯的主要贮藏特性.....   | (173) |
| (二)马铃薯的主要贮藏技术.....   | (175) |
| 主要参考文献.....          | (178) |

# 第一章 粮食与种子贮藏概述

## 一、粮食与种子贮藏的目的与意义

### (一)粮食贮藏的目的与意义

粮食是人类生存和发展最基本的生活资料,粮食商品在使用上具有普遍性、经常性和不可替代性。粮食生产周期长,季节性强,粮食消费却存在经常性和连续性,这就要求人们在粮食生产之后进行粮食贮备,以备人类生产和生活之需。

粮食生产具有很强的地理性,不同地理环境适合不同的粮食生长,不同地区所产粮食的品质也有很大不同。为了满足不同消费人群的需求和人类的生存需要,就需要把粮食由生产地调往消费地,或是把不同地区或者国家间的粮食进行转移。为了使粮食能够及时、足量地调运,必须建立完善的粮食流通系统,其中较为关键的一环就是建立完备的粮食贮藏机制。

粮食不仅是人们一日三餐不可缺少的基本生活资料,同时也是食品、化工和医药工业的重要原料。据统计,我国轻工业所需的原料有 70% 来自农产品和粮食,酿酒行业每年消耗粮食 200 亿千克。因此,为了保证与粮食相关行业的正常生产和发展,就必须保证有充足的粮食供应,也就是要有足量的粮食贮备。

近年来,随着世界石化贮备的逐渐减少,粮食能源化越来越引起人们的重视,美日欧加快“粮食与能源结合战略”,引发了全世界范围内关于食物和燃料的辩论,导致世界主要玉米产区玉米贮备下降,并引起全球粮价居高不下,进而引起农产品市场结构性变化和粮食贮存模式的变化。

相对于这些国家对粮食能源化的积极态度,我国政府对粮食能源化采取了限制和严格控制的举措,这是由中国的基本国情决定的。首先,我国是人口大国,可耕地资源有限,人口快速上升与可耕地面积持续递减并存,农业基础比较薄弱,生产机械化程度较低,加上近年来自然灾害的频繁发生,就必须加强粮食贮备工作,保证有充足的人畜用粮。其次,市场经济的全球化发展,使得我国与世界的粮食价格相互影响、相互作用加强。我国粮食贮备的多少影响世界粮食价格的波动,反过来,世界粮食价格的升降也反作用于我国的粮食贮备。粮食能源化的持续发展,必然会导致国际市场粮食贸易量的减少和价格上涨,就会增加我国在世界粮源、粮食价格方面的波动性。有关专家指出,减少这种被动性最可行的方法就是依靠自己强大的粮食贮备,利用国际市场的粮食和土地资源,以增加的粮食生产反哺国内的粮食贮备。此外,为了增加农民收入,保证我国农业可持续发展,稳定国内粮食产业、粮食市场乃至整个市场经济发展稳定,必须要重视新时期的粮食贮藏工作。

## (二)种子贮藏的目的与意义

种子是生命活动的有机体,是农业、林业最基本的生产资料。农业和林业生产有较强的季节性,加上自然条件、产业结构调整以及救灾备荒用种的需要,种业部门必须越年或者多

年存贮一定数量的供生产用的种子。在人类发展史上,种子的贮存一直是农业生产的一个重要环节,随着社会生产力的发展,人类对周围环境的破坏越来越严重,不合适的生长环境给植物造成了一定的生存威胁。再者,由于人为因素影响,造成一些野生的植物品种在人们的日常生产和生活中逐渐消失,生物多样性遭到了极大的破坏。建立种质贮备库,从而增加人类面临生态多样性消失危机时的生存希望,成为人类的迫切需要。

## 二、国内外粮食和种子贮藏概况

### (一)国内外粮食贮藏概况

我国的贮粮技术有着悠久的历史,先民有意识贮粮的历史至少有七千到一万年。在贮粮设施方面,先后出现了“杆栏式”贮粮仓廩、土体地下贮粮窖穴、砖砌地下仓、房式土墙通风粮仓和楼房仓等各式贮粮设施。防虫、防鼠、通风和密闭等贮粮技术很早就被采用。对于粮食贮藏的研究始于20世纪初;50年代中期逐渐的深入和系统化;改革开放后,人们才在理论研究和实际应用方面取得巨大成就。随着科技的进步,贮粮设施建设实现了跨越式发展,新技术新装备得到了广泛应用,粮食贮藏管理形成了较为规范的模式,粮食贮藏技术标准逐步完善。

我国的粮食贮备主要由中央贮备、地方贮备和农户贮备三级贮备构成。粮食贮藏的类型包括:常规贮藏、气调贮藏、温控贮藏和真空(减压)贮藏。

常规贮藏近年来被是指多年来被粮食系统普遍采用的在

常温常湿条件下按照以预防为主和综合防治的方针进行一系列简单实用的管理措施,以达到安全贮藏的目的。常规贮藏一般在普通房式仓中进行,是我国广大粮库普遍采用的基本保粮方法。

气调贮藏是指将粮食贮藏在特定气密环境下,采用各种方法,降低粮堆内的氧气含量,加大二氧化碳含量,必要时加入另外的气体,以消灭害虫和抑制真菌,从而达到安全贮粮的目的。

温控贮藏是指控制贮藏粮食的温度,通过高、低温影响贮藏粮生理、生化和生物学作用,达到抑制粮食的生命活动和虫、霉的繁殖,保证贮粮安全的技术。

真空(减压)贮藏是利用抽气减压的方法,即用抽气装置将密封良好的粮堆中的空气抽出,降低粮堆中的氧气浓度甚至使其接近无氧状态,并长时间地保持,以达到保鲜和杀虫、防虫的目的,真空贮藏实质上是一种控压贮藏方法。2001年,我国在四川省绵阳市建成了第一座现代化的二氧化碳气调库,江苏省南京市、上海市、安徽省六安市、江西省九江市等相继应用该技术。2007年,中贮粮南京直属库采用氮气气调贮粮技术。2008年,第八届气调与熏蒸大会在成都举行,这也是国际社会对我国在气调贮粮领域取得成绩的充分肯定。

在理论研究方面,20世纪70年代,著名的仓库昆虫专家李隆术教授提出了粮堆生态系统的观点,对玉米象、谷蠹、麦蛾、腐食酪螨等10余种仓虫和螨类的生物学、生态学和防治进行研究,积累了大量科学资料。粮食贮藏专家靳祖训教授在进行了详细研究后指出:我国的粮食贮藏工作必须走可持续发展道路,粮食贮藏必须以仓贮生态学和贮藏安全学为依据。这一系列理论的提出标志着我国粮食贮藏学的长足进步

和具有中国特色的生态贮粮理论体系的建立,并且说明我国的粮食贮藏正由粗放型管理向精细化管理过渡。1990年我国农业部提出了“绿色食品工程”,1992年成立了中国绿色食品发展中心,推行“绿色食品”认证制度,实行食品生产全程质量控制,并在质量标准体系、认证程序、监管措施、标志管理等方面形成了较为完善的制度体系。从而把贮粮害虫防治的侧重点放在生物防治、植物次生物质和人工利用光电诱捕、辐射等方法上来,提出和建立了相当完善的无公害综合防治技术理论体系。贮粮害虫检测方法也由原来的直接检查法、扦样检查法、诱集检测法等人工检测方法,发展到较少依赖人力的电子等检测方法。此外,使用的熏蒸剂型、剂量及熏蒸方式也有了很大变化。

国外为延缓粮食劣变最常采用的贮粮技术有4种,即机械通风法、低温贮粮法、气调贮粮法、惰性粉贮粮法。这4种贮粮方法都采用了无污染、无公害的贮粮技术。

各国的粮食贮备体系和管理并不相同。美国的粮食贮备由商业信贷公司负责,分国家和农场主两级贮备库。加拿大粮食管理具体操作者是农村收购站、粮食中转站、粮食终端站。这三级粮食作业单位全部归私人所有,并实行自由经营,自负盈亏。欧盟的粮食贮备体系由三级组成,即收纳库、中转库、加工厂原料库,粮食贮备主要实行国家采购,即按照“干预价格”收购农民的粮食。日本国家贮备粮由各地粮食事务所管理。印度管理粮食的政府机构是共和国居民用品供应部,该部下设粮食、油脂两个平行的公司分管粮油。澳大利亚粮食贮存、处理基本上是由五个分散处理机构承担,每个大陆州各一个。国外近20年对仓贮害虫的防治主要有低温防治、惰性粉防治、诱捕器防治和辐射防治等物理防治方法,还有研究