



种子行业培训教材

Textbook for Seed Industry Training

种子贮藏原理与技术

马志强 胡 晋 马继光 主编



 中国农业出版社

种子行业培训教材
Textbook for Seed Industry Training

种子贮藏原理与技术

马志强 胡 晋 马继光 主编



中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

种子贮藏原理与技术/马志强, 胡晋, 马继光主编
—北京: 中国农业出版社, 2010.10
ISBN 978-7-109-14974-8

I. ①种… II. ①胡…②马…③马… III. ①种子—
贮藏 IV. ①S339.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 180358 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 殷 华

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 22.5

字数: 398 千字 印数: 1~8 000 册

定价: 53.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 马志强 胡 晋 马继光

副 主 编 何艳琴 柏长青 宁明宇 胡伟民

编写人员 (按姓名笔画为序)

丁晓松 马志强 马晓明 马继光 王 宙

王 秋 王新刚 方明奎 宁明宇 付 玲

吕小瑞 汤传喜 李小宁 李寅仁 杨智勇

吴 伟 吴开均 何庆学 何艳琴 汪 海

张保友 陈 梁 陈善杰 周志军 赵志坚

赵杰平 胡 晋 胡伟民 查春宏 柏长青

钟家富 宣立中 莫 远 顾建成 高 捷

高增永 常 萍 常学文 温 浩 廖 媛

审核人员 王建华 马继光 孙庆泉

前 言

种子贮藏是种子产业的重要环节，是保证种子质量的重要措施。种子的科学、安全贮藏，能使种子在较长时间内保持活力，从而保证农业生产的用种安全。农业部、各级种子管理机构和种子企业对种子贮藏工作非常重视，充分利用现有种子贮藏条件，研究行之有效的贮藏保管技术，并在实践中不断改进和完善。

为配合《中华人民共和国种子法》的实施，同时提高种子企业贮藏保管技术水平和相关人员业务素质，全国农业技术推广服务中心于2001年组织编写了《种子贮藏原理与技术》培训教材。经过近十年的发展，种子贮藏技术又有了新的发展，同时国家也颁布了新的种子贮藏标准。为此，在农业部种植业管理司的指导下，全国农业技术推广服务中心组织有关学者、专家和企业相关人员对原教材内容进行了全面补充修订。

为便于广大学员学习和实践应用，本次修订时将《种子贮藏原理与技术》分为上篇和下篇，上篇主要介绍了种子生物学基础、种子物理特性、种子仓库及设备贮藏基础知识。其中“种子仓库及其设备”一章中，对种子“低温库”内容进行了重新编写，并增加了仓库建设费用、投资概预算和种子流转仓库类型等内容。下篇主要介绍了种子入库、种子贮藏期间生理变化、仓虫和微生物的控制、贮藏管理方法和不同作物种子的具体贮藏应用技术，并对种子贮藏新技术和如何应用现代化手段管理种子库做了介绍。其中对“蔬菜种子贮藏方法”进行了重新编写，按照不同科介绍种子贮藏技术，并增加了芝麻、烟草、种薯、牧草和花卉种子的贮藏方法。本书可作为农业院校师生、种子贮藏技术人员的参考书，希望能对他们有所启发，有所裨益。

本书在编撰过程中，种子企业、农业工程院所和同行专家提出了很好的改进意见，并提供了珍贵资料，特别对北京金色农华种业科技有限公司和袁隆平农业高科技股份有限公司、大连冷冻机股份有限公司提供的帮助在此表示衷心感谢。

由于时间仓促，书中不当之处恳请读者批评指正。

编 者

二〇一一年六月二十四日

目 录

前言

上篇 种子贮藏基础知识

绪论	3
一、种子的含义	3
二、种子贮藏的任务	4
三、种子贮藏研究的内容	5
四、种子贮藏在农业生产中的重要性	5
第一章 种子的形态构造和化学成分	7
第一节 种子形态和构造	7
一、种子的一般形态构造	7
二、种子的植物学分类	14
三、主要作物种子的形态结构	16
第二节 种子化学成分	28
一、种子的主要化学成分及其分布	28
二、种子水分	31
三、种子的营养成分	35
四、种子生理活性物质	41
五、其他化学成分	45
第二章 种子休眠与寿命	48
第一节 种子休眠原因和机理	48
一、种子休眠的原因（类型）和机理	48
二、禾谷类种子的休眠	56
三、豆类种子的休眠（硬实）	58
四、其他作物种子的休眠	61
五、种子休眠的调控	63
第二节 种子的寿命和劣变衰老	67

一、种子寿命的概念和差异性	67
二、种子寿命的影响因素	69
三、种子衰老的原因及机理	74
第三节 陈种子的利用与种子寿命的预测	77
一、陈种子的利用	77
二、种子寿命的预测	78
第三章 种子贮藏基本原理	85
第一节 种子的呼吸	85
一、种子呼吸的概念	85
二、种子呼吸的性质	86
三、种子的呼吸强度和呼吸系数	87
四、影响种子呼吸强度的因素	88
五、呼吸与种子贮藏的关系	92
第二节 种子的后熟作用	93
一、种子的后熟	93
二、种子后熟期间的生理生化变化	94
三、影响后熟的因素	95
四、后熟与种子贮藏的关系	96
第三节 种子贮藏期间温度和水分的变化	97
一、温度的变化	97
二、水分的变化	99
第四章 种子的物理特性	101
第一节 种子的容重和比重	101
一、种子的容重	101
二、种子的比重	102
第二节 种子的密度和孔隙度	104
第三节 种子的散落性和自动分级	106
一、种子的散落性	106
二、种子的自动分级	109
第四节 种子的导热性和比热容	111
一、种子的导热性	111
二、种子的比热容	113
第五节 种子的吸附性和吸湿性	114
一、种子的吸附性	114

二、种子的吸湿性	115
三、种子平衡水分测定与应用	116
第五章 种子仓库及其设备	120
第一节 建仓标准及仓库维护	120
一、仓址选择及建仓标准	120
二、仓库的维护	122
三、防火设计	122
第二节 仓库的类型	126
一、平房仓	126
二、钢板筒仓	130
三、低温库	132
第三节 仓库设备	136
一、检验设备	136
二、装卸、输送设备	136
三、机械通风设备	137
四、种子加工设备	138
五、熏蒸设备与消防设备	138
六、制冷设备	138
第四节 仓库建设费用及投资概预算	141
一、建设阶段与造价确定及对种子库投资的影响	141
二、种子库建设费用构成	143
三、种子库建设投资估算及概预算编制	147
第五节 种子流转过程仓库类型应用	151
一、南方流转过程仓库类型	151
二、北方流转过程仓库类型	152

下篇 种子贮藏技术

第六章 种子的入库	155
第一节 种子入库前的准备	155
一、种子的准备	155
二、仓库的准备	161
第二节 种子的入库	163
一、种子的包装	163

二、袋装堆放	168
第七章 种子结露和发热的预防	170
第一节 种子结露和预防	170
一、种子结露的原因和部位	170
二、种子结露的预测	171
三、种子结露的预防	173
四、种子结露的处理	174
第二节 种子发热和预防	174
一、种子发热的判断	174
二、种子发热的原因	175
三、种子发热的种类	175
四、种子发热预防	177
第八章 种子仓虫和微生物的控制	178
第一节 仓库害虫防治	178
一、仓库害虫概念及其危害性	178
二、仓库害虫的传播途径	179
三、仓库害虫为害方法	179
四、主要仓虫种类及生活习性	180
五、影响仓库害虫的生态因子	189
六、仓库害虫防治方法	193
第二节 种子微生物的控制	202
一、种子微生物区系及变化	202
二、贮藏种子主要的微生物种类	203
三、微生物对种子生活力的影响	211
四、微生物与种子霉变	211
五、影响微生物活动的主要因子	212
六、种子微生物的控制	216
第九章 种子贮藏期间的管理	218
第一节 管理制度和管理工作	218
一、管理制度	218
二、管理工作	220
第二节 种子通风	222
一、通风的目的	222

二、通风的原则	222
三、通风方法	223
第三节 种子低温仓库技术管理特点	226
一、种子低温仓库设备管理	226
二、种子低温仓库技术管理特点	226
三、种子低温库技术档案管理	227
第四节 种子的检查	227
一、种温的检查	227
二、种子水分的检查	228
三、仓库害虫的检查	229
四、发芽率、活力的检查	230
五、鼠、雀、霉检查	231
六、仓库设施检查	231
第五节 种子耐藏性的预测	231
一、加速老化方法	231
二、预测效果	233
第十章 粮食作物种子贮藏技术	235
第一节 水稻种子的贮藏方法	235
一、水稻种子的贮藏特性	235
二、水稻种子贮藏技术要点	236
三、杂交水稻种子贮藏特性和越夏贮藏技术	239
第二节 小麦种子的贮藏方法	242
一、小麦种子的贮藏特性	242
二、小麦种子贮藏技术要点	243
第三节 玉米种子的贮藏方法	245
一、玉米种子的贮藏特性	245
二、玉米种子贮藏技术要点	247
三、北方玉米种子越冬贮藏管理技术	249
四、南方玉米种子越夏贮藏技术	250
五、包衣玉米种子贮藏方法	251
第四节 大豆种子的贮藏方法	252
一、大豆种子的贮藏特性	252
二、大豆种子在贮藏期间的变化	254
三、大豆种子贮藏的技术要点	254
第五节 蚕豆种子的贮藏方法	255

一、蚕豆种子的贮藏特性·····	255
二、蚕豆种子贮藏技术要点·····	256
第六节 高粱种子的贮藏方法·····	258
一、高粱种子的贮藏特性·····	258
二、高粱种子贮藏技术要点·····	259
第十一章 经济作物种子贮藏技术·····	260
第一节 油菜种子的贮藏方法·····	260
一、油菜种子的贮藏特性·····	260
二、油菜种子在贮藏期间的变化·····	261
三、油菜种子贮藏技术要点·····	262
第二节 棉花种子的贮藏方法·····	264
一、棉籽的贮藏特性·····	264
二、棉籽贮藏技术要点·····	265
三、包衣棉籽的贮藏要点·····	266
第三节 花生种子的贮藏方法·····	267
一、花生种子的贮藏特性·····	267
二、花生种子在贮藏期间变化·····	268
三、花生种子贮藏技术要点·····	269
第四节 芝麻种子的贮藏方法·····	271
一、芝麻种子的贮藏特性·····	271
二、芝麻种子的贮藏技术·····	271
第五节 蔬菜种子的贮藏方法·····	272
一、蔬菜种子贮藏技术要点·····	274
二、十字花科蔬菜种子贮藏技术·····	275
三、茄科蔬菜种子贮藏技术·····	280
四、豆科蔬菜种子贮藏技术·····	285
五、葫芦科蔬菜种子贮藏技术·····	288
六、其他蔬菜种子贮藏技术·····	296
第六节 烟草种子的贮藏方法·····	299
一、烟草种子的贮藏特性·····	299
二、烟草种子贮藏技术要点·····	299
第七节 种薯的贮藏方法·····	302
一、甘薯种薯贮藏方法·····	302
二、马铃薯种薯贮藏方法·····	308

第十二章 其他作物种子贮藏技术	313
第一节 牧草种子的贮藏方法	313
一、牧草种子的收获	313
二、牧草种子的干燥	315
三、牧草种子贮藏技术	316
第二节 花卉种子的贮藏方法	318
一、及时合理采收种子	318
二、采收后处理	319
三、花卉种子贮藏技术要点	320
第十三章 种子贮藏新技术及其应用	322
第一节 种子贮藏的计算机管理	322
一、种子贮藏计算机应用开发系统类型	322
二、种子安全贮藏专家系统的开发和应用	322
第二节 种子贮藏新技术	326
一、种子超低温贮藏的原理和技术	326
二、种子超干贮藏原理和技术	330
三、贮藏种子生活力和活力非破坏性测定研究	333
参考文献	338

.....
 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

种子贮藏基础知识

绪 论

一、种子的含义

种子在植物学上是指由胚珠 (ovule) 发育而成的繁殖器官。在农业生产上, 种子是最基本的生产资料, 其含义要比植物学上种子概念广泛得多。凡是农业生产上可直接利用作为播种材料的植物器官都称为种子。为了与植物学上的种子有所区别, 后者称为农业种子更为恰当, 但在习惯上, 农业工作者为了简便起见, 笼统称为种子。目前世界各国所栽培的作物, 包括农作物、园艺作物、牧草和森林树木等种类, 播种材料种类繁多, 大体上可分为真正的种子、类似种子的果实、营养器官和植物人工种子。

(一) 真正的种子

这一大类系植物学上所指的种子, 简称真种子。它们都是由母株花器中的胚珠发育而来, 如豆类 (除少数例外)、棉花、油菜及十字花科的各种蔬菜、黄麻、亚麻、蓖麻、烟草、芝麻、瓜类、茄子、番茄、辣椒、苋菜、茶、柑橘、梨、苹果、银杏以及松柏类等。

(二) 类似种子的果实

这一大类在植物学上称为果实 (fruit), 大部分为小型的干果。其内部含有一颗或几颗种子, 而外部则由子房壁发育而成的果皮 (pericarp) 包围着, 在某些植物中果皮的外面还附有花器的其他部分发育而来的稃壳或包片、花萼等附属物。一些作物的干果, 成熟后往往不开裂, 可以直接作为播种材料。主要包括以下几种。

1. **颖果** 禾本科作物所产生的种子都属于这一种, 子房 (ovary) 一室, 含种子一粒, 在种子外部包有薄薄的果皮, 和种皮密接在一起, 不易分离, 如小麦、玉米等。颖果有时在果皮外部还包有稃壳, 如水稻和大麦等, 这类带有稃壳的颖果在植物学上称为假果 (pseudocarpic fruit)。

2. **瘦果** 这种干果的内部也含有一粒种子, 但果皮和种皮容易分离, 包

括许多不同科的农作物种子，如荞麦、大麻、向日葵、苕麻、莴苣等。

3. 其他 主要有伞形科（如胡萝卜、芹菜、茴香）的分果（schizocarp），山毛榉科（如板栗和麻栎）和藜科（如甜菜和菠菜）的坚果，黄花苜蓿和鸟足豆的荚果，以及蔷薇科的内果皮木质化的核果（如桃、李、枣、胡桃、椰子）等。此外，有些木本植物的翅果也直接用于播种。

在这些干果中，以颖果和瘦果（achene）在农业生产上最为重要。这两类果实的内部均含有一颗种子，在外形上和真种子也很类似，所以往往称之为“子实”，意为类似种子的果实。禾谷类作物的子实有时也称为“谷实”，而子实及真种子均可称之为子粒。

（三）营养器官

这一大类主要包括根茎类作物的用于繁殖的自然无性繁殖器官，如甘薯和山药（薯蓣）的块根，马铃薯和菊芋的块茎，芋和慈姑的球茎，葱、蒜、洋葱的鳞茎等。另外又如甘蔗和木薯用地上茎繁殖，莲用根茎（藕）、苕麻用吸枝繁殖等。上述这些作物大多亦能开花结实，并且可供播种，但在农业生产上一般均利用其营养器官种植，以发挥其特殊的优越性，一般在进行杂交育种等少数情况下，才直接用种子作为播种材料。

（四）植物人工种子

这是指将植物离体培养中产生的胚状体（主要指体细胞胚），包裹在含有养分和具有保护功能的物质中而形成，在适宜条件下能够发芽出苗，长成正常植株的颗粒体。也可称为合成种子（synthetic seeds）、人造种子（man-made seeds）或无性种子（somatic seeds）。由于人工种子与天然种子非常相似，都是由具有活力的胚胎与具有营养和保护功能的外部构造（相当于胚乳和种皮）而构成，并适用于播种或繁殖，因而得名为人工种子。

由于天然种子的繁殖和生产受到气候季节的限制，并且在遗传上会发生天然杂交和分离现象，而人工种子在本质上属于无性繁殖，因此具有许多优点：①使自然条件下不结实或种子很昂贵的特种植物得以快速繁殖。②繁殖速度快。据报道，如用一个体积为12L的发酵罐，在20多天内生产的胡萝卜体细胞胚能制作1 000万粒人工种子，可供几十公顷地种植。③可固定杂种优势，使 F_1 代杂交种多代使用。

二、种子贮藏的任务

种子贮藏的任务是采用合理的贮藏设备和先进科学的贮藏技术，人为地控