



种子行业培训教材

Textbook for Seed Industry Training

种子加工原理与技术

马志强 马继光 主编

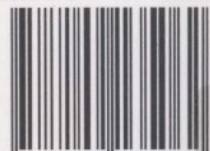
 中国农业出版社

Textbook for Seed Industry Training



封面设计 吴 瑶

ISBN 978-7-109-13506-2



9 787109 135062 >

定价：41.00元

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

种子加工原理与技术

马志强 马继光 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

种子加工原理与技术/马志强, 马继光主编. —北京:
中国农业出版社, 2009. 9

种子行业培训教材

ISBN 978-7-109-13506-2

I. 种… II. ①马…②马… III. 种子—加工—技术培训—
教材 IV. S339

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 151291 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

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 23

字数: 412 千字

定价: 51.00 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 马继光

副 主 编 柏长青 姜玉楠 宁明宇

编写人员 (按姓氏笔画为序)

马志强	马晓明	马继光	王广万	王 珏
王 秋	付 玲	乔 弘	刘国定	刘学宏
齐朝林	汤传喜	许金博	肖小余	何庆学
何艳琴	张建勋	张保友	张剑民	张晓传
陈玉麟	陈海军	陈 梁	周志魁	宗树秋
赵志坚	胡志超	姜玉楠	贾生活	顾建成
徐 虎	高增永	郭恩华	龚明清	董小平
温 浩	潘九君			

审核人员 汪裕安 赵成甫 杨智勇

前 言

种子加工是种子产业的重要环节，是提高种子质量和科技附加值的重要措施。同时也是实现种子商品化、标准化的重要手段。为提高从业人员素质，同时配合《中华人民共和国种子法》实施，提高种子企业加工技术人员的业务素质，全国农业技术推广服务中心于2001年编写了《种子加工原理与技术》培训教材。经过近十年的发展，国内外种子加工技术在生产实践中有了新的发展，特别是我国种子烘干、尺寸分级和自动包装、种子丸粒化等技术有了新的突破，为此，在农业部种植业管理司指导下，我中心组织全国有关种子加工机械科研、生产和推广专家和技术人员，对原教材进行了全面修订和完善，教材荟萃了近年来种子加工技术的新标准、新机型和新成果。集中展现了国内外种子加工技术的最新发展成就。

本书系统地论述了种子干燥、精选加工、种子包衣等种子加工技术基础理论、种子加工设备及工艺流程，并收录了种子干燥、精选加工、包衣、计量和包装等主要设备的操作手册。全书内容翔实，融理论性、知识性和实用性于一体。作为全国种子加工技术人员培训教材，对基层技术人员正确使用当前主要种子加工设备很有裨益。该书理论扎实，内容新颖，设备操作过程表述详细、准确，不仅可供种子生产单位加工技术人员使用，还可作为农业院校师生、育种者及种子加工技术研究单位人员的参考书籍。

本书共分十三章，另外还增加了相关附录。第一章基础知识与基本原理介绍了种子相关知识、种子干燥基本知识和原理、种子加

工基本原理、主要工艺流程和安全生产知识；第二章种子预加工介绍了种子脱粒、除芒、预清、刷种和磨光等种子的特殊加工工艺；第三章种子干燥介绍了种子干燥主要方式及固定床式干燥设备、批式循环干燥机、混流干燥机等机型的使用与维护；第四章基本清选介绍了风筛式清选机结构、原理及使用维护；第五章长度分选介绍了窝眼筒的结构、原理、配套及使用维护；第六章比重分选介绍了比重式清选机结构、原理、常用机型和使用维护；第七章种子尺寸分级介绍了圆筒筛和平面筛分级机结构、原理及使用维护；第八章种子包衣和丸粒化机介绍了种子包衣机、丸粒化机基本结构原理，包衣机常用机型的使用维护和包衣后干燥工艺；第九章棉种脱绒介绍了棉种脱绒的一般工艺方法和稀硫酸脱绒、泡沫酸脱绒工艺原理及使用维护；第十章其他种子加工设备介绍了谷糙分离机、重力去石机、带选机、螺旋分选机和色选机基本原理、结构和使用维护；第十一章种子定量包装介绍了定量包装的意义、要求、包装材料、定量包装机工作原理结构和半自动、全自动定量包装机组的使用维护；第十二章移动式种子加工设备介绍了移动式种子加工设备的一般特点、组装形式和风筛式、比重式、玉米脱粒加工车、复式清选机的使用维护；第十三章种子加工成套设备介绍了成套设备的组成、布置方式、设计原则、安装调试、操作维护原则，介绍了种子输送、除尘、电控温控等辅助系统和选型配套、设备工艺解决方案和当前种子加工成套设备主要技术参数；附录介绍了我国及国外种子加工发展概况，种子加工机械术语，产品型号编制规则，种子学、种衣剂、种子标签相关知识和《中华人民共和国种子法》、《中华人民共和国产品质量法》相关内容。

本书在编撰过程中，种子加工机械生产企业和同行专家提出了很好的改进意见，并提供了很多宝贵资料，特别对山本机械（苏州）

有限公司吴军工程师、农业部南京农业机械化研究所王海鸥博士提供的帮助在此表示衷心感谢。由于时间仓促，水平有限，书中错漏之处敬请读者批评指正。

编者

二〇〇九年八月二十五日

目 录

前言

第一章 基础知识与基本原理	1
第一节 种子加工的意义	1
第二节 农作物种子相关知识	2
第三节 种子干燥基础知识	4
第四节 种子干燥基本原理	9
第五节 种子清选基本原理	12
第六节 种子加工主要工艺	21
第七节 种子加工安全生产知识	25
第二章 种子预加工	27
第一节 种子脱粒机	27
第二节 种子除芒机	30
第三节 种子预清机	32
第四节 刷种机	32
第五节 种子磨光机	37
第三章 种子干燥	43
第一节 固定床式干燥设备	43
第二节 批式循环干燥机	47
第三节 混流干燥机	50
第四节 干燥机选型与配套	52
第五节 金属筒仓的选型与配套	55
第六节 干燥机常用机型的使用与维护	56
第四章 基本清选	69
第一节 风筛清选机基本结构与原理	69

第二节 风筛清选机常用机型	72
第三节 风筛清选机使用与维护	83
第五章 长度分选	86
第一节 窝眼筒清选机基本结构与原理	86
第二节 窝眼筒清选机选型与配套	88
第三节 窝眼筒清选机使用与维护	90
第六章 比重分选	94
第一节 比重清选机基本结构与原理	94
第二节 比重清选机常用机型	96
第三节 比重清选机使用与维护	111
第七章 种子尺寸分级	119
第一节 圆筒筛分级机	119
第二节 平面筛分级机	125
第三节 种子尺寸分级机选型与配套	129
第八章 种子包衣和丸粒化	131
第一节 种子包衣机基本结构与原理	131
第二节 种子包衣机常用机型及使用维护	134
第三节 种子丸粒化机及使用维护	153
第四节 包衣种子干燥设备及使用维护	161
第九章 棉种脱绒	173
第一节 棉种脱绒方法分类	173
第二节 主要脱绒工艺、技术参数与质量指标	176
第三节 MPT 型泡沫酸脱绒成套设备	184
第四节 泡沫酸脱绒工艺操作规程	188
第五节 泡沫酸脱绒设备的使用与维护	199
第十章 其他种子加工设备	207
第一节 谷糙分离机	207
第二节 重力去石机	211

第三节	形状分选机械	215
第四节	色选机	220
第十一章	种子定量包装	223
第一节	电脑定量秤基本结构与原理	225
第二节	电脑定量秤选型与配备	231
第三节	电脑定量秤使用与维护	233
第四节	LCS 系列电脑定量秤的使用和维护	234
第五节	全自动定量包装机组	242
第六节	喷码机	249
第十二章	移动式种子加工设备	250
第一节	移动式种子加工设备简介和分类	250
第二节	移动式种子加工设备基本结构与原理	252
第三节	移动式种子加工设备常用机型的使用与维护	256
第十三章	种子加工成套设备	271
第一节	种子加工成套设备的组成与操作原则	271
第二节	种子输送系统	275
第三节	除尘系统	279
第四节	电控和温控系统	285
第五节	选型与配套	288
附录		303
附录一	我国种子加工发展概况	303
附录二	国外种子加工机械概况	309
附录三	种子加工机械术语	317
附录四	种子加工机械产品型号编制规则	320
附录五	种子学相关知识	322
附录六	种衣剂相关知识	334
附录七	农作物种子标签	341
附录八	《中华人民共和国种子法》及配套法规有关内容	347
附录九	《中华人民共和国产品质量法》有关内容	352
主要参考文献		355

第一章 基础知识与基本原理

种子是农业生产中特殊的、不可替代的、最基本的生产资料，是农业科学技术和各种农业生产资料发挥作用的载体。种子加工是提高种子质量的重要手段，是种子商品化的关键环节。通过加工，促进良种和良法有机结合，不仅使种子优异的生物学、遗传学特性得到充分的保留和发挥，而且可大大提高良种的科技含量和商品价值，并为实现机械化精播奠定基础，达到保苗、壮苗，增产、增收的目的。种子经过加工处理，单产可提高5%~10%。

第一节 种子加工的意义

种子从田间收获后，不仅要使种子降到安全水分，而且要根据种子的物理特性（形状、密度、表面特性等）除去种子中的惰性物质，茎叶、杂草种子、昆虫及未成熟的、破碎的、遭受病虫害的种子，同时对种子进行各种物理、化学处理，提高播种质量。必要时还要依据外形尺寸等加以分级。总之，从种子收获后到播种前对种子的干燥、清选、分级和处理过程叫种子加工。

对经过干燥、精选分级、包衣的种子实施精量播种，不仅提高种子的商品性和科技附加值，而且种子本身净度可提高2%~5%，通常可达到国家1、2级标准要求，千粒重提高5g左右，用种量减少10%~20%，一般发芽率提高2%~3%。可增产5%~10%，是一项节本增效的实用技术。种子包衣后可防治病毒和苗期病虫害，使苗齐苗壮，而且施药隐蔽，与喷撒农药相比，有效成分散失小，节省农药，有利于环保、生态环境和农业可持续发展。

实践证明，实现种子加工机械化，除有上述的颗粒均匀、净度和千粒重提高、病虫害减少、发芽整齐健壮，最后增产优产外，归纳起来还有以下优点：

第一，减轻劳动强度，提高劳动效率。人工选种不仅劳动强度大，而且效率低，而机械化加工处理种子，不但比人工提高效率几十倍，而且加工质量稳定。

第二，有利于种子的储存与运输、种子经机械加工后，可以更好地减少病粒和有生命的杂质，更多地提高质量，加大储存期限。而且净度高，包装封闭

好，减少了长途运输量及品种混杂、变质引起的损耗。

第三，增加了后继工作的方便性，有利于种子包衣、丸粒化与精密点播等。

第四，增加了种子在市场上的销售竞争能力。因质量好而受农民的欢迎。

第五，种子机械包衣处理，不仅保苗壮苗，而且减少人工接触农药机会，提高安全性，有利于环保和农业可持续发展。

第二节 农作物种子相关知识

种子是种子加工的对象，了解和掌握种子的形态、特性、特征是做好种子加工的基础。种子在植物学上是指胚珠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，其涵义要比植物学上的种子广泛得多，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。所以，农业上所称种子是指农作物种植材料或者繁殖材料，包括籽粒、果实和根、茎、苗、芽、叶等。大体上可分为：

真种子：系植物学上所指的种子，它们都是由胚珠发育而成的，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、苹果等。

类似种子的干果：某些作物的干果，成熟后不开裂，可以直接用果实作为播种材料。如禾本科作物的颖果（小麦及玉米等为典型的颖果，而水稻与皮大麦果实外面包有稃壳，在植物学上称为假果）；向日葵、荞麦、大麻、苕麻的瘦果；伞形科（如胡萝卜和芹菜）的分果；黄花苜蓿的荚果。在这些干果中，以颖果和瘦果在农业生产上最为重要。

营养器官：许多根茎类作物具有自然无性繁殖器官，如甘薯的块根，马铃薯的块茎，芋的球茎，葱、蒜的鳞茎等。另外，又如甘蔗和木薯用地上茎繁殖，莲用根茎繁殖，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利用其营养器官种植，以发挥其特殊的优越性。一般只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。

植物人工种子：这是指将作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。也称合成种子、人造种子。

1 种子形态

种子由果种皮、胚、胚乳等部分组成。胚又由胚芽、胚根、胚轴和子叶组

成。种子的形态结构在作物品种之间存在差异，因此很多性状可作为鉴别植物种子和品种的依据，如种子的形状、大小、颜色；种子表面的光滑度、表皮上茸毛的有无、稀密及分布状况；胚和胚乳的部位；种脐的形状、大小、颜色等。

不同作物、不同品种种子的形态不同，有圆形、扁圆形、椭圆形、扁椭圆形、卵形、扁卵形、纺锤形、近方形、三棱形、螺旋形、盾形。如大豆为椭圆形，大麦为纺锤形，荞麦为三棱形，棉花为卵形，苜蓿（荚果）为螺旋形，葱为盾形等。种子表面有光滑的、粗糙凸凹不平的，如短绒棉籽、光泽豌豆等。

种子的色泽，由于含有各种不同的色素而呈现各种颜色和花纹。

种子外形大小一般以长、宽、厚表示，这种表示方法在种子清选分级上十分重要。另一种是以千粒重（或百粒重）表示，用来作为种子品质的指标和计算播种量。不同作物种子的重量相差悬殊，如大粒蚕豆的千粒重达 2 500g 以上，而烟草种子的千粒重仅为 0.06~0.08g，一般农作物种子的千粒重在 20~50g。

种子的形状、大小和颜色等比较稳定，而在不同品种之间，往往存在着显著的差异，可以作为鉴别品种的重要依据。

2 种子的物理特性

种子的物理特性是反映种子的形态特征、细胞结构、化学成分以及种子的成熟度、含水量、净度等外在状态及其在环境条件作用下的一系列物理属性。对于单粒种子而言，物理特性包括硬度、比重；对于种子群体而言，物理特性包括容重、密度、孔隙度、散落性和自动分级。熟悉和掌握种子的物理特性，对种子清选、分级、干燥、拌药、包衣、包装、仓储及运输都有重要的意义。

2.1 种子容重

种子的容重是指单位容积内种子的重量，所用单位以 g/L、kg/m³、kg/L 为标准。种子容重与种子大小、形状、整齐度、种子表面光滑度、内部结构的松紧、含水量高低、含杂质种类多少以及化学组成等不同而有变化。在一般情况下，凡种粒外表圆滑、内容物充实、组织结构致密、水分及油分含量低，淀粉和蛋白质含量高、混有各种沉重的杂质（如泥沙等）容重较大，反之容重较小。

2.2 种子比重

种子比重即种子的重量与绝对体积之比。种子比重与种子的形态特征、化学成分、含水量有很大关系，也与种子的成熟度、内容物的充实程度和细胞结构致密程度有很大关系。种子比重不仅是衡量种子品质的指标，也可以在某种情况下作为种子成熟度的间接指标。种子比重与容重在一般情况下呈密切的直

线正相关，即容重高，比重也高。

在种子加工中可以利用种子的比重，将瘦秕、霉变、虫蛀粒和土粒、石子等杂质与种子分离开来。利用种子比重选种的方法很多，最简单的方法是水选。另外比重清选机就是利用种子比重清选原理设计的。

2.3 散落性

种子散落性是种子由高处自由下落时，向四面流散的特性。如在散堆种子时，种粒能由落点向周围散开而形成一个圆锥体，这就是种子散落性的一种表现。种子散落性大小通常以静止角（自然倾斜角或自然坡度角）和自流角（摩擦角）来表示。静止角是种子在无外力作用下，自由落于水平面上，种粒向四面散开，当达到相当数量时，便形成一个圆锥体，圆锥体的斜面线与底面直径所构成的夹角，即为静止角。

种子自流角是指当种子堆放在其他物体的平面上，将平面的一边向上慢慢提起形成一斜面，此时斜面与水平所成之角（即斜面的陡度）亦随之逐渐增大，达到一定限度时，种子就开始在斜面上滚动直到极大多数种子已经滚落为止。这两个角度（即种子在斜面上开始滚动的角度和绝大多数种子滚落时的角度）即为种子的自流角。

种子静止角和自流角的大小，在一定程度上表明种子的散落状况。种子散落性的大小和种子的形态、水分含量、混杂物以及收获后加工处理等有密切关系。不同作物种子比较，形状近似球形而表面光滑者散落性大；反之则小。种子清选时，自流躺筛的倾斜角应稍大于静止角，使种子顺利通过，种子输送时，输送带的坡度应小于静止角，以防种子下滑。

第三节 种子干燥基础知识

1 种子水分

种子水分是种子生理代谢作用的介质和控制因素，在种子发育、成熟、收获及发芽各个阶段，种子的物理性质和生化变化都和水分的状态及含量有密切关系。

1.1 种子中水分的状态

种子中水分有两种状态，即游离水（自由水）和结合水（束缚水）。游离水有一般水的性质，可作为溶剂， 0°C 能结冰，容易从种子中蒸发出去。而结合水却牢固地和种子中的亲水胶体（主要是蛋白质、糖类及磷脂）结合在一起，不容易蒸发，不具有溶剂的性质，低温下不会结冰。

1.2 种子安全水分

种子的生命活动必须在游离水分存在的状况下才能进行。当种子水分减少至不存在游离水时，种子中的酶首先是水解酶将成纯化状态，种子的新陈代谢会降至很微弱的程度。当游离水出现以后，酶就会由纯化状态转变为活化状态，这个转折点的水分（即种子的结合水达到饱和程度并将出现游离水时的水分）称为临界水分。将种子水分干燥到临界水分以下，一般可安全贮藏，称为安全水分。禾谷类作物种子常规贮藏安全水分一般应在 13% 以下。

1.3 种子平衡水分

种子（籽粒）具有吸附和解吸水蒸气的特性，称为吸湿性。种子水分随着吸附和解吸而变化，当吸附占优势时，种子水分增高；当解吸占优势时，种子水分降低。如果将种子存放在固定不变的温湿度条件下，经过一段时间后，种子水分就基本稳定不变，达到平衡状态，种子对水分的吸附和解吸，以相同的速度进行，散失到空气中的水分和从空气中吸收的水分数值相等，这时的种子水分称为该条件下的平衡水分。此时空气的相对湿度称为平衡相对湿度。

表 1-1 为主要粮食作物种子在各种温湿度下的平衡水分。平衡水分指出了空气相对湿度对种子水分的影响，水分高的种子放在相对湿度较低的环境中，种子水分会散发，反之，如果把干燥的种子放在空气相对湿度较高的环境中，种子吸湿水分会增加，种子干燥正是利用种子吸湿性和平衡水分这一特性达到干燥目的。

表 1-1 各种温湿度下主要粮食作物种子平衡水分

作物名称	种子温度 (℃)	在以下空气相对湿度下种子的平衡水分 (%)							
		20	30	40	50	60	70	80	90
小麦	30	7.50	8.90	10.30	11.60	12.50	14.10	16.30	20.00
稻谷	30	7.13	8.51	10.00	10.88	11.93	13.12	14.66	17.13
玉米	30	7.85	9.00	11.30	11.24	12.39	13.90	15.85	18.30
大豆	30	5.00	5.72	6.40	7.17	8.86	10.63	14.51	20.15
小麦	25	7.55	9.00	10.30	11.65	12.8	14.2	15.85	19.70
稻谷	25	7.4	8.8	10.2	11.15	12.2	13.4	14.9	17.3
玉米	25	8.0	9.2	10.35	11.5	12.7	12.25	16.25	18.6
大豆	25	6.35	8.0	9.0	10.45	11.8	14.0	16.55	19.4
小麦	20	8.1	9.2	10.8	12.0	13.2	14.8	16.9	20.9
稻谷	20	7.54	9.10	10.35	11.35	12.50	13.70	15.23	17.83
玉米	20	8.23	9.40	10.70	11.90	13.19	14.9	16.92	19.2

(续)

作物名称	种子温度 (℃)	在以下空气相对湿度下种子的平衡水分 (%)							
		20	30	40	50	60	70	80	90
大豆	20	5.4	6.45	7.10	8.0	9.5	11.5	15.29	20.28
小麦	15	8.1	9.4	10.7	11.9	13.1	14.5	16.2	20.3
稻谷	15	7.8	9.3	10.5	11.55	12.65	13.85	15.6	18.0
玉米	15	8.5	9.7	10.9	12.1	13.3	15.1	17.0	19.4
大豆	15	7.0	8.45	9.7	11.1	12.2	14.7	17.2	20.0
小麦	10	8.3	9.65	10.85	12.0	13.2	14.6	16.4	20.5
稻谷	10	7.9	9.5	10.7	11.8	12.85	14.1	15.95	18.4
玉米	10	8.8	10.0	11.1	12.25	13.5	15.4	17.2	19.6
大豆	10	7.2	8.7	9.9	11.3	12.4	14.8	17.3	20.2

1.4 湿基水分和干基水分

种子水分有两种表示方法，即湿基表示法和干基表示法。

湿基水分：种子中的水分质量与其总质量之比，用百分数表示。按下式计算：

$$M = \frac{W}{m} \times 100\%$$

式中：M——种子湿基水分，%；

W——种子中的水分质量，g；

m——种子质量，g。

干基水分：种子中的水分质量与其干物质质量之比，用百分数表示。按下式计算：

$$M_{\mp} = \frac{W}{m_{\mp}} \times 100\%$$

式中：M_⊥——种子干基水分，%；

m_⊥——种子中的干物质质量，g。

湿基水分和干基水分按下式相互换算：

$$M = \frac{M_{\mp}}{1 + M_{\mp}} \times 100\%$$

$$M_{\mp} = \frac{M}{1 - M} \times 100\%$$

1.5 降水幅度和干燥速率

降水幅度：干燥前后种子湿基水分的差值。按下式计算：

$$DM = M_1 - M_2$$