

第一节 种子加工与贮藏在种业中的重要性

种子一般需经过两个阶段：

种子生产阶段：种子从播种到成熟被收获；

种子加工与贮藏阶段：种子从收获到下一次播种间期的一切加工与贮藏技术。

种子加工是从收获到下一次播种间期对种子采取的各种处理。如：清选、分级、干燥等

种子贮藏是指从入库到出库前对种子所采取的各种贮藏管理技术与措施。包括种子入库前的准备、种子仓库的要求、种子堆放的方式等。

种子加工与贮藏的目的：提高种子质量和商品性，保证种子贮藏安全性，提高田间成苗率，最终提高作物产量。

良种是指优良品种的优质种子

种子加工与贮藏的意义：

1. 提高单产最经济、有效措施；
2. 减少播种量、降低贮藏费用
3. 提高种子商品性，防止伪劣种子流通
4. 改善种子物理特性，适应机械化作业要求，提高生产效率
5. 减轻病虫害危害，减少农药肥料用量，促进农业可持续发展
6. 加快现代种业发展，提升种用价值
7. 提高种子质量，保障农业生产总体供应。

一、种子的平衡水分及种子干燥外界条件

平衡水分：种子水分的蒸气压与该条件下空气的相对湿度所产生的蒸气压达到平衡时，种子水分不再增加…

空气相对湿度低于种子平衡水分、种子水分高于种子平衡水分时，种子便向空气中释放水分

种子干燥实质：不断降低空气压，使种子内部水分不断向外释放的过程。

干燥效果好：温度越高、相对湿度越低、空气流动速度越快。

相对湿度=空气的实际含水量（绝对湿度）/空气饱和含水量

二、影响种子干燥的内在因素

（一）种子的生理状态

（二）种子的化学成份

1、粉质种子（**禾谷类**）采用**较严的干燥条件** 2、蛋白质种子（**大豆**）采用**低温慢速**干燥。

3、油质种子（**油菜**）**高温快速干燥**

4、种子水分：刚开始干燥种子时，种子含水量高，干燥速度快；逐渐接近平衡点时，干燥速度变慢。

种子干燥速度取决于种子水分比【在一定干燥时间内，种子干燥后的水分（M）和平稀水分（Me）的差与种子的原始水分（Mo）和平稀水分（Me）的差之比。】（越大越快）

自然干燥：（太阳干燥）1、清场预晒；2、薄摊勤翻；3、冷却入库

人工机械干燥：自然风干燥和加温干燥

加温干燥应注意以下事项

- 1、切忌种子与加热器直接接触，以防种子灼焦影响生活力
- 2、严格控制种温
- 3、种子在干燥过程中，一次降水不宜太多；如果种子水分过高（粮>18%；油>16%），采用二次间隙干燥法。
- 4、种子干燥后，冷却入库，以防种子堆局部结露或长期受热导致化学物质变性，降低播种品质。

加温干燥设备的要求

- 1、“一机多用”
- 2、“简化基建”
- 3、“机械配套”
- 4、“节能”
- 5、“确保质量”
- 6、谨防过分干燥
- 7、尽可能减少人力消耗。
- 8、“符合环保要求”

烘干机械设备的种类：分层干燥 分批干燥 连续流动式干燥 太阳能干燥 高频电场 冷冻

干燥剂干燥（少量种子，科研用）种子水分降到**25%以下**，优于加热干燥的种子

氯化锂（LiCl）、硅胶、氯化钙（CaCl₂）、活性氧化铝、生石灰（CaO）和五氧化二磷（P₂O₅）

第二章 种子的加工和处理

各种加工机械和处理方法的基本目的：一是去除杂质及其他植物种子、劣质种子，提高种子净度、纯度、发芽率、生活力；二是改种子的物理特性，改善种子出苗田间环境，提高播种品质和幼苗素质。

种子清选分级的原理

（一）根据种子的大小进行分离

- 1、依长度分离种子：圆窝眼筒
- 2、依宽度分离种子：圆孔筛，种子必须处在直立状态才能进行（振动）
- 3、依厚度分离种子：长方形筛孔。

（二）根据空气动力学原理进行分离：1、垂直气流；2、平行气流；3、倾斜气流

（三）根据种子表面结构和形状分离

（四）根据种子的比重进行分离

（五）根据种子的色泽分离

广义上种子处理：清选、分级、干燥，化学药剂处理控制病虫害，破除休眠处理及各种提高活力促进种子萌发和幼苗生长技术。

狭义种子处理不包括清选，干燥，分级等技术，往往是以提高种子的播种品质为目的加工技术。

种子包衣是将种子与特别的种衣剂按一定比例混合后充分搅拌，使每粒种子表面涂上一层均匀的种衣膜（不增加种子体积）形成包衣种子（或称包膜种子）。

种子丸化是用特别的丸衣材料通过机械处理包裹在种子表面，经加工后形成表面光滑、颗粒增大，形状像“药丸”的丸粒种子。包衣种子与丸化种子的主要区别在于体积是否加大，丸化种子称为加大体积的包衣种子。（不规则种子规则化，小粒种子大粒化）

种衣剂的类型：生物型:活性微生物 农药型:杀菌剂、杀虫剂、微肥、作物生长调节剂、警戒色等。

种子包衣的类型：种子包衣可分为单衣、复衣和多衣，满足不同的生产要求。

包括：（1）延缓发芽的包衣 （2）微量元素包衣 （3）农药包衣 （4）促进蓄水包衣 （5）抗菌素及微生物包衣

种子丸粒的类型：（1）普通丸粒 （2）重型丸粒 （3）速生丸粒 （4）扁平丸粒 （5）快裂丸粒

种子包衣、丸化技术应用效果：1、防治苗期病虫害，确保苗全、苗齐、苗壮。 2、促进幼苗生长，提高作物产量。

3、减少用药次数和环境污染，保护天敌。 4、省种省药，降低成本。

5、丸化处理使种子体积增大，形状、大小均匀一致，有利于机械化播种。 6、有利于种子市场管理

腥黑穗病——内部；散黑穗病——表面

种子包衣的加工技术及注意事项

包衣前精选，除去草籽，灰尘等，并通过自然晾晒或机械烘干使种子含水量严格控制在国家规定标准范围内。

选好种衣剂，严格控制药种比例；做好包衣种子的包装、贮藏工作。

种传性病害的处理（一）温汤浸种 （二）石灰水浸种消毒法 （三）福尔马林消毒

稻种的脱芒处理 ①改善秧盘播种质量，提高播种均匀性；

②改变种皮透性，种子易吸水，氧气易进入，有利于促进种子发芽；

③清除潜藏在种子表面病菌，防治苗期病害，促进幼苗生长，提高产量

高频电场处理种子对农作物的生长发育的影响。

① 活化种子内处于休眠状态各种酶，满足生长发育所需营养物质，强化生理机能。

②改变种皮透性，种子吸水快，氧气易进入，提高种子发芽率和发芽势；

③清除潜藏在种子内部病菌，防治苗期病害，提高产量

棉籽脱绒处理 方式：机械脱绒和化学脱绒（工业废浓硫酸）

①影响种皮的透性，延缓或阻滞种子的吸水和发芽。 ②携带病虫。

③种子的散落性差，影响播种的均匀性。④降低了种子的比重，影响清水选种的效果。⑤易着火，影响种子贮藏的安全性。

种子的包装：包装袋的材料 包装表示标识 **包装材料的一次性使用，不得借给他人使用。**

呼吸作用是种子内活组织在酶和氧参与下，将种子内可溶性贮藏物质进行一系列的氧化还原反应，放出 CO_2 和 H_2O 、能量过程。

种子呼吸：种子内贮藏物质不断分解的过程，为种子生命活动提供能量，确保有机体内生化反应和生理活动的正常进行。

种子活组织：只有**胚部**和**糊粉层细胞**（单子叶植物才有糊粉层，双子叶植物只有胚），

呼吸作用部位：主要在**胚部**，果种皮不直接参与呼吸作用，会通过影响通气性

干燥的、果种皮紧密的、完整饱满的种子处在**低温、干燥、密闭**条件下，以无氧呼吸为主，呼吸强度很低；

若种子在**高温、高湿、通风**条件下贮藏，则以有氧呼吸为主，呼吸强度较高。

种子贮藏时，两种呼吸都存在

呼吸强度：是指在单位时间内，单位重量种子释放二氧化碳或吸收氧气的量。是呼吸强弱的指标。

种子贮藏过程中，种子呼吸强度的增强均是有害的。有氧：水分、热量；无氧：酒精

呼吸系数（呼吸商）是指单位时间内种子放出二氧化碳的体积与吸收氧气的体积之比。 $\text{RQ} = [\text{CO}_2]/[\text{O}_2]$ ，

当碳水化合物作呼吸底物时，若完全氧化 $\text{RQ}=1$ ，若不完全氧化 $\text{RQ}>1$ 。**蛋白质** $\text{RQ} \leq 1$ **有机物（油脂）** $\text{RQ}>1$

贮藏种子利用呼吸基质是**胚部的可溶性物质**，特殊情况下，受潮发芽的种子才有可能利用**胚乳物质**。

还与**氧气的供应是否充足**有关，无氧呼吸时 $\text{RQ}>1$ ，在有氧呼吸时 $\text{RQ} \leq 1$ ， RQ 比 1 小得多，进行**强烈有氧呼吸**。

影响呼吸作用的因素（种子贮藏期间把种子的呼吸作用控制在最低限度）

（一）水分：**含水量增加，酶活增强，呼吸强度增强**（二）温度：在一定温度范围内，呼吸强度**随着温度的升高而加强**。

干燥和低温是多数作物种子安全贮藏和延长种子寿命的必要条件。

（三）通气：高水分种子，尤其是呼吸强度大的**油料作物种子注意通风**

（四）种子本身状态：凡是**未成熟的、冻伤的、发过芽的、损伤的、小粒、不饱满和大胚的种子**呼吸强度高。

因为未成熟、冻伤、发过芽的种子**含有较多的可溶性物质，酶的活性也较强**；

损伤的、小粒、不饱满的种子**接触氧气面积较大**；大胚种子由于**胚部占细胞比例较大（胚是呼吸作用的重要场所）**。

（五）化学物质：**磺胺类杀菌剂、 CO_2 、 N_2 和 NH_3 等加大剂量时，往往会影响种子的发芽率。**

（六）间接因素：**仓虫和微生物，适宜条件，释放大量的热量和水分，增加呼吸强度。**

后熟作用：在各种酶的参与下，一些简单的可溶性物质继续缓慢地进行着合成的过程。

种子是否已经通过后熟作用，可以通过**测定种子发芽率与发芽势**来鉴别。**发芽势**—最好指标。

种子贮藏期间的“出汗”现象：新入库的种子由于呼吸作用和后熟作用，种子水分逐渐增多，一部分蒸气成为水汽，充满种子堆的间隙，一旦达饱和，水汽凝结成水滴，附着在种子表面，形成“出汗”现象。

种子衰老又称为种子老化或种子劣变。处在贮藏状态的种子，本身不断地进行代谢消耗，同时受到外界环境因素影响，内部发生一系列生理生化及细胞学上的不可逆变化，使生活力逐渐下降，以致完全丧失。

老化种子发生的劣变分为：

(一) 细胞学方面：细胞膜，细胞核和细胞质以及各种细胞器的劣变。

(二) 遗传学方面：主要指染色体的变异。

(三) 生理生化变化

1、呼吸作用的变化：不同种子表现不一。大麦陈种子二氧化碳释放量明显的增加，呼吸商变大。

2、酶活性的变化：一些水解酶类（如蛋白酶、磷酸化酶等）活性增加，而另一些酶类（主要是与呼吸作用有关的氧化还原酶类）活性低，如过氧化氢酶等

(四) 形态和发育变化 失去光泽、豆类种脐变暗或者种皮上出现褐色斑块。

种子衰老的机理：(1) 可溶性贮藏物质耗竭 (2) 种子代谢产生有毒物质积累，导致种子中毒

(3) 大分子物质变性 (4) 氧化作用，大分子物质降解及酶和细胞器的钝化等总作用造成。

陈种子的利用：只要陈种子的发芽率大于国标发芽率，即可使用。对杂交种而言，使用发芽率达标的陈种子可能比新种子更放心，因为纯度已经过1年的鉴定。

种子的寿命是在一定环境条件下种子从成熟（外部形态）到失去生活力（发芽率和生活力）所经历的一段时间。

种子寿命只能是对群体而言，一般以种子的“平均寿命”（半活期）表示，是指在一定环境下，一批种子从其收获到只有半数种子存活（发芽率为50%）所经历的时间。

使用寿命：在一定环境下，一批种子从收获到发芽率下降到国标发芽率最低标准所经历的时间。平均寿命愈长，其使用寿命也愈长。

种子寿命的差异性：在同样的条件下（低温、干燥）大致可分为以下几类：

1、长命种子 2、常命种子：常见粮食作物，寿命为3~15年。3、短命种子

种子寿命的影响因素

一、种子特性 (一) 种皮结构：硬实，寿命长

(二) 化学成份 含油量高的难贮藏。含不饱和脂肪酸较多的难以贮藏。

(三) 生理状态：若处于活跃的生理状态，耐贮性差

(四) 物理性质

二、种子收获及生育期的气候条件、种子生产技术

三、贮藏期间环境条件：起主要作用的是水份、温度。

种子的物理特性——个体物理特性：大小、硬度、透明度等；**群体物理特性：**容重、比重、密度、孔隙度、散落性等。

小麦种子蛋白质愈高，则其硬度和透明度愈大；油质种子含油率越高，则比重愈小；一般种子水分愈高，则比重、散落性也愈小。

容重：单位容积内种子的绝对重量，单位为“克/升”。

外形圆滑、内部充实、组织结构致密、水分及油分含量低、淀粉和蛋白质含量高，细小、参差不齐，混有重型混杂物 变大

比重：绝对体积的种子重量和同体积的水的重量之比，种子绝对重量和绝对体积之比。

粮食作物籽粒的成熟度愈高，比重就愈大。油料作物种子恰好相反。

密度与孔隙度：种子装在一定容量的容器中，所占的实际容积仅仅是其中一部分，其余部分为种子间隙，充满着空气或其他气体。如用百分率表示，前者为密度，后者为孔隙度，之和恒为100%。

散落性：当种子从高处落下或向低处移动时，形成一股流水状种子流的特性。

➤ 大、球、光滑，散落性好，静角小

➤ 混杂、损伤、脱皮，差

种子静止角或自然倾角：当种子从高处落下至一个平面上，达到相当数量时，形成圆锥体。圆锥体的斜面与底面直径所形成的夹角可作为衡量种子散落性好与差的指标

自流角：种子摊放在一平面上，将平面的一端向上慢慢抬起形成一斜面，斜面与水平面所成夹角逐渐增大，种子开始滚动时的角度和绝大多数种子滚落时的角度

自流角倾角稍大于静止角、输送机坡度略小于静止角

自动分级：种子堆发生移动时，各组分都受到外界环境因素和自身物理特性综合作用而发生重新分配现象，使性质相近组分趋于相同部位，失去其在种子堆中原来的均匀性，增加了品质和成分的差异性。

1.仓库排种，中央饱满先出；2.运输，不好到表面；3.降低均匀性，增加差异性，不利贮藏

导热性：种子堆传递热量的特性。种子具有一定的导热性能，但种子堆却是热的不良导体。

种子堆内传递热量方式：热传导导热和对流传热

种子的导热性差，生产上两种相反作用：1.保持低温易贮；2.热种子不易冷却

种子热容量：1kg种子升高1℃时所需热量，单位为Kcal/kg·℃。刚收获种子，热容量大，二次间隙干燥法。

吸附性：种子表面和毛细管的内壁所具有的吸附其他物质气体分子的特性。取决于**种子内部毛细管内壁**

分物理吸附（吸附、吸收和毛细管凝结）和化学吸附

吸附：气体分子凝集在种子胶体表面；

吸收：气体分子进入毛细管内部而被吸收；

毛细管凝结：气体分子在毛细管内达到饱和状态，凝结成液体。

吸附容量：种子在一定条件下吸附气体分子的能力。

吸附速率：种子单位时间内吸附气体分子数量。

农作物种子吸附性强弱取决于多种因素：1、种子的形态结构 2、吸附面的大小 3、气体浓度 4、气体的化学性质 5、温度

吸湿性：种子对水汽的吸附和解吸的能力

种子贮藏技术

种子贮藏的任务是保持种子播种品质不发生劣变

种子的贮藏条件（干燥，低温，密闭）

一、仓内相对湿度 **65%以下**

二、仓内**隔热保温，15℃以下**。

三、通气状况：**密闭**，防止外界水分和热量进入仓内，隔绝氧气，抑制生命活动，减少呼吸消耗。

种子仓库建造时：都应考虑到种子安全性和经济性

我国仓房可分为：简易仓、房式仓、土圆仓、机械化圆仓【一般作贮备种子用】、低温库【是目前较为理想的】

选仓要求：

1、仓基选择地势高燥地段，防止仓库地面渗水。

2、建仓地段土质必须坚定稳固。

3、建仓地点靠近良种生产繁殖基础，靠近铁路，公路或水路运输线，减少运输费用。

4、建仓原则为不占用或少占用耕地。

建仓标准 1、仓房应牢固 2、具有密闭与通风隔热、隔湿性能。3、具有防虫、防鼠、防雀性能。

4、仓房附近应设晒场，保管室和检验室等建筑物。

仓库设备：（一）检验设备（二）装卸运输设备（三）机械化通风设备（四）种子加工设备（五）熏蒸设备

种子入库的标准与分批

（一）种子入库的标准

（二）种子入库前的分批：按品种、水分、净度等，分别堆入处理。每批种子不论数量多少，都应具有**均匀性**

清仓消毒

（一）清仓：清理仓具、剔刮虫窝、修补墙面、嵌缝粉刷、仓外应经常铲除杂草，排除污水，保持仓外环境清洁。

（二）消毒：敌百虫、敌敌畏

种子的入库：入库前还须做好**标签和卡片**，注明相关信息。（**内标签、外标注**）

一、袋装堆放（一）实垛法（二）非字型及半非字型堆垛法（三）通风垛：井字型、口字型、金钱型和工字型。

二、散装堆放（一）全仓散装及单间散堆：提高仓容利用率（二）围包堆放（三）围囤堆放

种子贮藏期间的管理

种子发热

定义：正常的情况下，种温随着气温、仓温的升降而变化。如果种温不满足这种变化规律，产生异常高温

（一）种子发热的原因：1、种子代谢旺盛，释放大量热量，积聚在种子堆内。2、仓虫微生物快速生长繁殖。

3、种子堆放不合理。4、仓房条件差或管理不当。

（二）种子发热的种类 1、上层发热 2、下层发热 3、垂直发热 4、局部发热 5、整仓（全囤）发热

（三）种子发热的预防 1、种子入库前必须严格干燥和分级，不达标不能入库，对进行清选、长期贮藏的种子，要求更加严格。

2、做好清仓消毒，改善贮藏条件。3、加强管理、勤于检查。

合理通风

（一）合理通风的目的：（1）保持种子堆温度均一，防止水分迁移。（2）降低种子内温度，抑制仓虫微生物生长繁殖。

（3）促进种子堆的气体对流，排除种子代谢所产生的有害物质和熏蒸剂的有毒气体等。

（二）合理通风的方式：（1）自然通风（2）机械通风

（三）合理通风的原则：1、大风、大雨、浓雾等天气，不宜通风。

2、当外界温湿度低于仓内时可以通风，注意寒流的侵袭，防止种子堆内温差过大，导致表层种子结露。

3、仓外温度与仓内温度相同，而仓外湿度低于仓内；或仓内外湿度相同，而仓外温度低于仓内，可以通风，前者以散湿为主，后者以降湿为主。

4、仓外温度高于仓内而相对湿度低于仓内；或者仓外温度低于仓内而相对湿度高于仓内，能否通风，就要看**当时的绝对湿度**，如果仓外绝对湿度低于仓内，可通风

管理制度（一）生产岗位责任制（二）安全保卫制度（三）清洁卫生制度（仓内六面光、仓外三不留）

（四）检验制度 1、温度、水分：三层 15 点 2、发芽率 3、虫鼠雀。4、仓库设施（五）建档制度（六）财会制度

主要农作物种子贮藏方法

1 水稻种子的贮藏方法

一、水稻种子的贮藏特性

- (1) 种子堆疏松，孔隙度大，易于散热散湿。
- (2) 表面粗糙，散落性较差，对仓壁侧压力小，高堆提高仓容利用率。
- (3) 内外籽保护吸湿缓慢，贮藏期间种子水分相对稳定。
- (4) 耐高温性不如麦种
- (5) 耐藏性因类型和品种不同有明显差异，非糯稻种子的耐藏性较糯稻为好，籼稻种子强于粳稻。常规稻种子好于杂交稻种子。
- (6) 新收获的种子代谢旺盛，贮藏初期易发热、发芽、发霉

- #### 二、水稻种子贮藏技术要点
- 1) 清理晒场，防止混杂。
 - 2) 掌握晒种技巧，控制晒种温度。
 - 3) 严格控制入库种子水分。
 - 4) 预防种子结露和发芽。
 - 5) 防治仓库有害生物

2 小麦种子的贮藏方法

一、小麦种子的贮藏特性

- (1) 易吸湿回潮并保持较高的水分，利于仓虫微生物生长繁殖。
- (2) 红皮小麦种子后熟期较长，呼吸强度高，易出汗。
- (3) 耐高温性强，未通过休眠的更强。
- (4) 耐藏性红皮小麦种子强于白皮。

二、小麦种子贮藏技术要点

- 1) 严格控制入库种子水分（12%以下）和贮藏期间的温度（25℃以下）
- 2) 密闭防湿贮藏
- 3) 防治仓库有害生物。

玉米种子的贮藏方法

一、玉米种子的贮藏特性

- (1) 胚较大，呼吸强度大，释放热量多，种子堆易发热。(2) 胚易遭虫、霉危害。
- (3) 胚部组织疏松，营养物质丰富，易受外界环境条件影响。

二、玉米种子的贮藏方式有两种

一种是用果穗贮藏，一种是用子粒贮藏。

果穗贮藏便于通风干燥，但体积较大，不便搬运。

子粒贮藏，提高仓容利用率，便于管理。但胚部外露，不便贮藏。

严格控制入库种子水分（13%以下）和贮藏期间的温度（25℃以下），**减少损伤粒**

4 油菜种子贮藏方法

一、油菜的贮藏特性

- (1) 种皮薄，组织疏松，子粒小，暴露大。收获近梅雨季，易吸湿回潮；遇干燥气候易释放出水分。
- (2) 菜籽含油率高，呼吸强度大，释放热量多，易发热霉变、发热酸败
- (3) 菜籽小密度大，种子堆孔隙度小，不易散热散湿

二、油菜籽贮藏技术要点

- 1) 适时收获，及时干燥。
- 2) 加强管理，勤于检查。
- 3) 清除泥沙杂质，保持通气性。
- 4) 合理堆放。
- 5) 严格控制入库种子水分（9-10%）和贮藏期间的温度（低温）

第九节 种子贮藏有害生物的识别与综合防治

种子贮藏的有害生物：害虫、微生物、鼠害和雀害等。

防治有害生物主要途径与策略：

- ① 入库前有良好质地。
 - ② 良好的贮藏环境，隔热、隔湿、密闭和通风。
 - ③ 清仓消毒，加强管理。
 - ④ 以防为主，以治为辅。
- 清洁卫生防治、检疫防治、物理防治、机械防治、化学防治、生物防治

仓库有害生物的识别（分类）与检查

一、仓库害虫：简称仓虫，是指生活在仓贮环境中危害贮藏物的**害虫和螨类**。**麦蛾、米象、蚕豆象、棉红铃虫**

优势种：米象（玉米象）、麦蛾。

仓虫的特点为：体小、分布广，不到高密度不易发现、对环境适应性强、耐高温、低温、抗干燥、耐饥饿、繁殖力强，食性杂。

仓虫对种子的影响有三点：

- ① 种子被仓虫食坏不能发芽，造成直接损失；
- ② 仓虫分泌物、粪便及脱皮引起污染霉变，造成间接损失；
- ③ 影响种子出售信誉。

仓虫食害种子方式：①中空性食害②剥皮性食害及食胚性食害③破坏性食害

贮藏种子害虫的检查与分析 (1) 取样方法：与种子包装方法有关。根据害虫习性在害虫聚集处设点、取样。

- (2) 检查方法：**a. 过筛检验法 b. 剖粒法 c. 痕迹检查法**

二、微生物：附生、腐生和寄生

三、贮藏鼠害 褐家鼠、小家鼠、黄胸鼠 机械灭鼠、生物灭鼠、化学灭鼠