第八章　种子加工原理与技术

一、种子加工（seed processing）的内容和程序

种子加工——从种子脱粒、预清、清选、干燥到精选分级、药物处理、包装贮藏的系列作业过程。

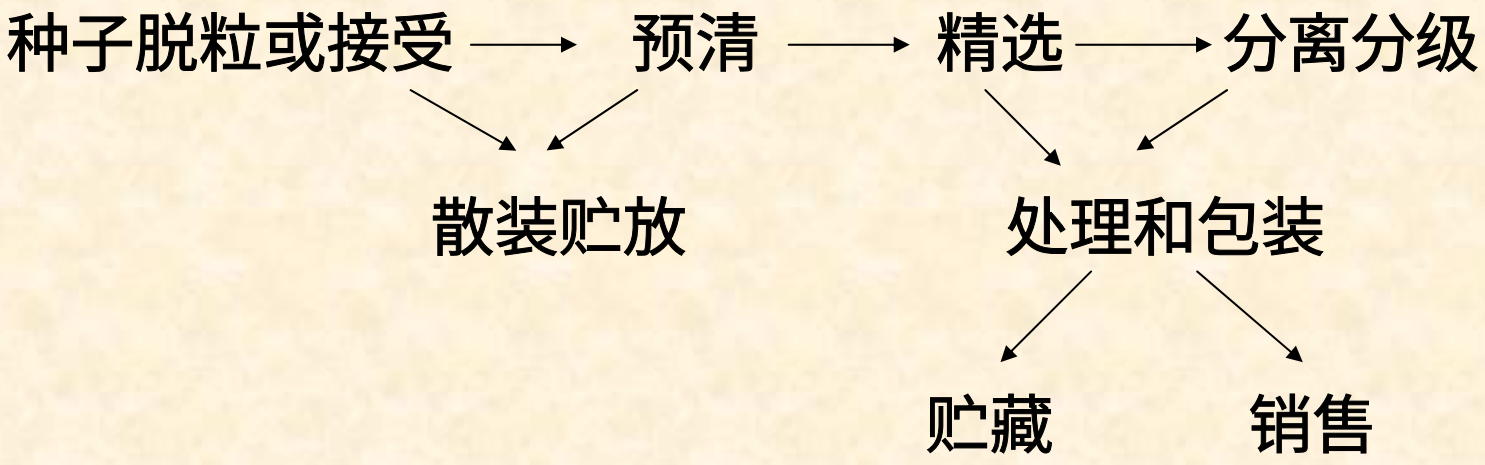
种子加工的目的：

提高种子质量、方便播种、减少用种量，增加产量，是种子工程的重要内容。

种子加工的内容：

种子种类繁多，形态各异，加工的要求有差异，但大多数种子加工的内容仍应包括：初清、精选分级、拌药处理、称重、包装等。

种子加工程序 ：



二、种子精选分级的原理和机械

原始种子批为一混合群体，包括各类型种子和杂质，精选分级就是利用不同种子和杂质的物理性差异，将各种子和杂质进行分离，从而达到对种子精选分级的目的。

1、根据种子尺寸特性分离——筛选机

根据种子长、宽、厚的不同，利用不同形状和规格的筛孔，可将种子分离分级：

按种子长度分离——用窝眼筒筛

按种子宽度分离——用圆孔筛

按种子厚度分离——用长孔筛

2、根据空气动力学原理进行分离 —— 风选机

依据气流对种子和杂质产生的阻力不同进行分离。

处在气流中的物体（种子）都要受到气流的阻力（F），

种子或杂质的重量
- > F——下落
- < F——被带走
- = F——悬浮 → 此时的气流速度，称临界风速。

空气动力学分离：即利用种子批中不同组分的临界风速的差异将种子精选分级。

3、根据种子比重分离 —— 重力筛选

种子比重因种子种类、饱满度、含水量及受病虫危害的程度不同而有差异，种子与杂质间的比重差异更大，故可用比重差异进行选种。比重差异越大则分离效果越好。

依比重分离又分
- 液体分离如盐水选种、泥水选种
- 重力精选

4、按种子表面特性即粗糙程度分离 — 用于牧草种子

常用机械有
- 绒辊清选机——光滑或粗糙程度不同
- 摩擦分选机——摩擦系数不同

另有色选机等

三、种子干燥（seed drying）对种子安全贮藏是非常必要。

1、种子干燥的原理和过程

干燥机理——种子为一团凝胶，对水分具有吸附与解吸的特性。
当外界水汽压小于种子内部水汽压时，种子失水
——干燥

干燥过程分两步
- 扩散—— 种内水分沿毛细管扩散到种子表面
- 蒸发——种子表面水分汽化蒸发到干燥介质中

过程的两个方面同时发生但速度常有差异:

小粒种子　常扩散 >蒸发——外部汽化控制（蒸发控制速度）

大粒种子　常蒸发>扩散——内部扩散控制

合理的干燥工艺应尽量使二者相等，前者通过加温即可提速，即易干燥；后者却难人为控制，若加温将加大二者差距，不但不能加速干燥，反使种子爆腰、变形。

当内部扩散<外部蒸发时，可 — 降低温度或流速
— 缓苏处理

缓苏——种子干燥中，当扩散<蒸发，可暂时停止干燥，将种子堆起，使内部水分向外扩散，达到内外均匀，此过程称为缓苏。缓苏时要送入外界空气以冷却，一般进行1～4小时，可降低水分0.5%~1%

2、影响种子干燥的因素

（1）内部因素

种子的化学成分：

淀粉传湿力强，粉质种子易干燥， 可用安全高温干燥；

蛋白质传湿力弱，蛋白质种子应低温慢速干燥；

油质种子水分易散发，可用安全高温干燥。

种子含水量 ：

高，热容量大——应缓速干燥或二次干燥，以防种表硬化；

低——可用安全高温一次性干燥。

种粒大小和种层厚薄：

小粒、薄层，种子易干燥，反之则难干燥

（2）外部因素

介质温度——提高可增大种表水分蒸发速度，但过高会导致不良后果

操作时可遵循下列原则：① 短时间高温干燥

②长时间低温干燥

介质相对湿度——小有利于种表水分蒸发，但易引起“内部汽化控制” 的后果，所以不宜过小

介质流速——增大流速可使干燥过程强化，

但不成正比——高水种子，流速大则干燥速度快

低水种子（降速阶段），增大流速对干燥无多大影响

介质与种子接触状况

（1）掠过种层表面

（2）穿过种堆

（3）悬浮

种子与介质接触愈充分，干燥快且均匀

3、种子干燥持性曲线和干燥阶段

（1）干燥特性曲线

a.干燥曲线与温度曲线

（1）干燥曲线

指种子干燥过程中，种子含水率与干燥时间的关系曲线（图8-1）

（2）温度曲线

指干燥过程中，种表温度与干燥时间的关系曲线（图8-1）

b.干燥速度曲线

干 燥 速 度：单位时间内种子含水率的变化（减少）。

干燥速度曲线：种子干燥过程中，干燥速度与种子含水率之间的关系曲线（图8-2）.

（2）干燥阶段

a.预热阶段

图中AB段。

特点：种温和干燥速度增大至恒值。

预热阶段时间长短取决于种子初始温度、种子数量和干燥条件（介质温度、介质流速等）。

b.恒速干燥阶段

图中BC段。

特点：外部汽化控制阶段。介质温度与种表温度的温差为恒值；干燥速度恒为最大值。

该阶段时间长短取决于干燥介质温度、流速、干燥面积等。

c.降速干燥阶段

图CDE阶段。

特点：干燥速度下降（直至0），种温上升（直至介质温度）。第一（C） 、第二临界点（D）先后出现，该阶段属于内部汽化控制阶段。

4、种子干燥的基本方法

（1）自然干燥——非机械天然干燥，分晒干和阴干

成本低，安全，但易受场地和天气状况影响

晒干——一般应注意：清场预热　　薄摊勤翻　　冷却入仓

阴干——将种子置阴凉通风处，→种子水分缓慢→散失而使种子干燥

使用对象为干燥或快速脱水易失活的种子，如板栗、油菜、银杏等种子；或皮薄粒小后熟旺盛的树种，如杨、柳、杜仲种子等；肉质果中水选出的种子，如茄子、西红柿种子等；大多数中草药种子。

（2）机械通风干燥

即利用鼓风或排气设备将种子堆中的高湿气体随风带走以干燥种子，如通风干燥仓、玉米穗干燥室等。

1. 影响干燥效果的因素

介质流速与干燥效果的关系；

介质相对湿度与干燥效果的关系；

堆厚与干燥效果的关系；

通风量与干燥效果的关系。

2. 机械通风干燥操作的可参考工艺参数

表8—2

（3）加热干燥

即加热使种温上升，加快水分蒸发，从而加快种子干燥

热空气对流干燥——即用加热后的空气穿过种堆，将热传给种子，同时把湿空气带走，以达干燥目的。

辐射干燥—— 指利用辐射源的射线将其电磁能传给种子，使种子中的水分子运动加剧，升温蒸发即干燥。

常用的有远红外线干燥和微波干燥。

传导干燥——也称接触干燥，即将种子直接接触热表面进行干燥，种子少或很潮湿时可用此法。

（4）干燥剂脱湿干燥

即利用吸水能力强但对种子无害的化学物质，将种子周围空气中的水分吸收掉

常用的干燥剂有
- 变色硅胶（SiO_2）
- 氯化钙（$CaCl_2$）
- 生石灰（CaO）

此法安全、高效，但只适用于少量种子或种质资源的保存

5、种子干燥机械和设备

（1）仓式干燥装置

1. 原理（图8—3）

2. 径向通风仓（图8—6）

3. 操作注意事项

（1）可整批全仓干燥和分层全仓干燥；

（2）种子初始水分不宜过高；

（3）堆高不宜过大；

（4）干燥结束后要通风降温，且须混合缓苏。

（2）分批干燥设备

1、成批循环式干燥机

装置构造(图8—7)

原理

操作工艺参数

2、单层堆放换向干燥设备

工作原理（图8—8）

（3）连续干燥设备

适于小麦、玉米种子干燥

1、塔式干燥机

1）整体式塔式干燥机（图8—9）

2）组合塔式干燥机（图8—10）

四、种子处理

种子处理的内容很广，包括物理因素处理、化学物质处理和生物因素处理；处理的目的，或防治病虫，或刺激种子萌发、打破休眠，或方便播种，或提高活力、苗全苗壮。此处仅介绍加工过程中几种较新的技术。

1、种子包衣与丸化

包衣（**coating seed**或**encrusting seed**）——将某些物质包被在种子表面，不明显改变种子原有形状和大小——用于大粒、规则的种子

丸化（**coated seed** 或**encrusted seed)**——将某些物质包被在种子表面，使之成为大小一致的球形种子——用于小粒、不规则种子

种衣剂 —— 用于种子包衣的具有成膜特性的某些物质。

种衣剂成分：

活性成分：有农药（呋喃丹、甲拌磷、辛硫磷、多菌灵、五氯硝基苯、福美双、萎锈灵）肥料、激素等；

非活性成分：即配套助剂，以保证种衣剂的物理性状，如成膜剂、悬浮剂、抗冻剂、稳定剂、消泡剂、着色剂等。

丸化剂：除以上物质外，另加某些惰性物质如粘土、硅藻土、泥炭、炉灰、膨润土等。

种子包衣和丸化的作用：

（1）有效防控苗期病虫害

（2）促进幼苗生长

（3）减少环境污染

（4）省种省药，降低成本

（5）利于种子质量标准化，防止假劣种子

2、种子带（seed tapes)

用纸或其它材料制成窄带，种子随机排列成簇状或单行，并固定于其上。

3、 种子毯（seed mats）

用纸或其它材料制成宽带如毯状，种子随机分布其上。

五、种子包装

种子包装（**package**）的目的是便于种子的贮藏、运输、销售和识别；“九五”期间我国种子产业化工程首先从加工和包装抓起。

1、种子包装单位

我国种子包装单位尚无统一标准，常用的有：

按重量包装；按粒包装。

按重量包装：（1）麻袋——90kg装、50kg装

（2）编织袋——50kg、25kg、10kg、5kg

（3）纸、金属罐——50g、100g、500g…

（4）铝箔纸、聚乙烯薄膜——10g、50g …

按粒包装 —— 50粒、100粒 …… 80000粒

贮运应用大包装，销售用小包装；

农作物、林果作物用大包装，蔬菜、花卉等用小包装。

2、包装材料的性能

耐用性——贮、运、销过程中不易破损，抗拉，抗搬。

防潮性——在相对湿度较高的贮藏环境中，包装材料应防止种子进一步吸湿，以保证种子贮藏安全。

适用性——包装应低成本，安全、美观。

3、包装材料的种类和特点

（1）透气性包装材料：

麻织品、棉织品、纸袋、编织袋。

特点：透气性好，多数抗拉力强，

但防潮性差，不宜在高温高湿条件下使用。

（2）防潮、抗湿包装材料：

聚乙烯、纸与塑料复合材料、金属、玻璃材料。

特点：透气性差或不透气，防潮抗湿力强，

但包装时要求种子含水量相对较低。

4、包装操作

种子包装包括两大步骤，即装填和封口。

装填和封口的完成可用人工也可用机械，封口多采用缝合、热合、胶粘或石腊封口。

5、包装标识

包装标识是防止假劣种子流通、提高种子质量的重要环节，便于市场管理和用户选购，无标识种子不得经营；同时也是经营单位形象的展示，具有广告效应。

又分：

外标识——印制在包装容器外面，主要内容应有商标、作物种类、品种、重量、净度、纯度、水分、发芽率、包装日期、生产经营单位等。

内标识——多以标签置于包装容器内或挂在袋外，内容可与外标识相同亦可有所不同，主要为了便于核对识别。